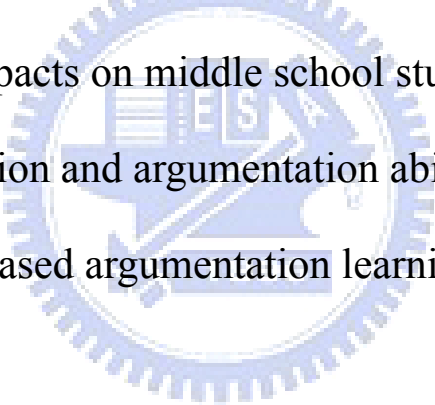


國立交通大學教育研究所  
碩士論文

探討數位論證學習課程對中學生科學概念建構  
與論證能力之影響

Explore the impacts on middle school students' scientific  
concepts construction and argumentation ability through the use  
of a web-based argumentation learning program



研究生：陳倩嫻

指導教授：佘曉清 博士

中華民國九十七年一月

探討數位論證學習課程對中學生科學概念建構

與論證能力之影響

Explore the impacts on middle school students' scientific  
concepts construction and argumentation ability through the use  
of a web-based argumentation learning program

研究生：陳倩嫻

Student：Chien-Hsien Chen

指導教授：余曉清 博士

Advisor：Hsiao-Ching She, Ph. D.



A Thesis

Submitted to Institute of Education  
College of Humanities and Social Sciences  
National Chiao Tung University

For the Degree of

Master

in

Education

January, 2008

Hsinchu, Taiwan, Republic of China

中華民國九十七年一月

## 探討數位論證學習課程對中學生科學概念建構與論證能力之影響

研究生：陳倩嫻

指導教授：余曉清 博士

國立交通大學教育研究所

### 摘要

本研究目的是探討數位論證學習課程，對於國中生科學概念的建構、論證能力以及科學推理能力之影響。研究實驗組學生透過數位論證學習課程後與對照組傳統教學學生在概念建構、論證能力與科學推理能力的差異。同時針對實驗組學生的學習歷程與論證內容進行分析，以深入了解學生在數位論證學習課程中概念建構以及論證品質與本質成長的情形。

研究採用實驗研究法之準實驗設計，研究對象為常態分班的國中二年級學生四個班，其中兩班實驗組 74 人，兩班對照組 76 人。實驗組進行一學期七個主題共約二十五堂課的數位論證學習課程與對照組進行傳統教學模式進行概念建構教學，比較兩組學生在理化二階層概念測驗、主題相依論證能力測驗與科學推理測驗的差異。並同時針對實驗組學生在數位論證課程的個人概念正確性、論證概念正確性、論證要素分類正確性、論證要素完整性以及參予論證與各論證要素的使用頻率進行分析。

結果顯示實驗組相較於對照組在經過一學期數位論證學習課程後，在理化二階層概念測驗、主題相依論證測驗與科學推理測驗均有更好的學習成效。顯示數位論證學習課程有助於學生概念建構、論證能力與推理能力的增進。

另外針對實驗組在數位論證課程的學習歷程進行分析，結果呈現大多數學生在數位論證學習課程前後個人概念與論證內容概念的正確性均有顯著成長，顯示透過此課程學生可以有效建構正確概念。分析參與論證的總次數以及各論證要素，結果呈現經過一學期的數位論證學習課程，不論在論證總次數或是論證各要素均有顯著的增加，顯示學習者的論證本質有所成長。再分析論證要素分類正確性與論證要素完整性，在主題一到主題七之間有明顯的增加，顯示學習者的論證品質在數位論證學習課程中有成長。從論證內容的質性資料看到學習者可以確實針對課程主題概念進行論證，顯示數位論證學習課程可以確實提供學習社會建構環境，並促使學生可針對課程概念進行深入的論證與概念建構。

本研究顯示數位論證學習課程可有效提升概念建構、主題相依論證能力與科學推理能力以及論證本質與品質。

關鍵字:論證、概念建構、科學推理、數位學習

Explore the impacts on middle school students' scientific concepts construction and argumentation ability through the use of a web-based argumentation learning program

Student : Chien-Hsien Chen

Advisor : Hsiao-Ching She, Ph. D

Institute of Education  
National Chiao Tung University

### Abstract

The purpose of this study was to explore the impacts on middle school students' scientific concepts' construction and argumentation ability through the use of a web-based argumentation learning program. The quasi-experimental design was used in this study. There are four classes of 8<sup>th</sup> grade students from a middle school involved in this study. Two classes of students received web-based argumentation learning program (experimental group) for a semester (about 25 classes periods, each period is about 45 minutes), and the other two classes of students received traditional instruction (control group). All of the students received scientific reasoning test, two-tier physical science test, and content-dependent argumentation test before and after learning. In addition, the qualitative data of the students' learning at the web also were collected.

Results showed that experimental group' students significantly outperform than the control group, regardless of scientific reasoning test, two-tier physical science test, and content-dependent argumentation test. The qualitative data of the web-based argumentation showed that students' scientific conceptions made progress from pre- to post-web questions across seven units. The frequency of students' participation in the web argumentation also increased across the seven units. Moreover, students' use of argumentation components all increased across seven units, regardless of data, claim, warrant, rebuttal, and backing. It clearly demonstrates that students' scientific reasoning ability, argumentation ability and concept construction all can be promoted throughout the web-based argumentation learning program.

Keyword: argumentation 、 concepts construction 、 scientific reasoning 、 web-based learning

## 誌 謝

終於這惱人的論文要結束了，在孵出這本論文的過程，有歡笑與汗水，再不結束就要有淚水了。看著自己第一本(或是唯一)學術著作從無到有，心中的感動筆墨難以形容，更要感謝許多師長、朋友與家人的支持。

首先必須感謝我的指導教授佘曉清老師，研究所與學程共四年的生活，讓我學習到非常多。除了課業上的指導，老師做人做事的態度與方法也讓我受益良多。一如江湖的風聲：「佘老師非常認真，跟著她修課、做研究可以學到非常多，但也非常累。」，在課程與研究上，老師總是走在前端求新求變，也讓我們得以接觸到許多新的資訊。在繁忙的校內校外會議、大學部與研究所的課、國科會計畫、寫 paper 發表還有最重要的家庭生活，總是滿檔的工作中，還必須撥空指導我的論文，有時還弄到晚上才能回家，甚至還到老師家中叨擾，佔用到老師的休息時間與家庭空間，真的很不好意思。除了研究上的指導，老師更在硬體資源、經費、人力上支持，讓我可以專注於研究之上。以及不時的關心，讓在異鄉求學的我心裡總是暖暖的。老師，真的謝謝您，謝謝您包容我有時有點莽撞的個性，教導我使我在教育的領域學習到非常多，讓我在轉換到教育的跑到找到更多的歡笑與信心。另外也要感謝老師兩個可愛的女兒，感謝妳們借我媽媽的時間與家庭的空間之餘還對我敞開雙手，下次再還妳們紅綠燈吧。

特別要感謝新竹市立三民國中的楊文宗老師，以豐富的經驗給予我課程設計上寶貴的意見，對於我的研究百分之百地支持，沒有您的幫忙我絕對無法完成這個研究。即使因為時間緊迫讓我在過年期間不斷地騷擾您，您還是對我非常友善。還有因為這個研究佔掉您許多課堂的時間，不同的教學法也受到一些壓力，為了做測驗還必須運用您的好人緣去借課，讓我真的非常不好意思，您還是依然對我微笑。在教學上更是傾囊相授，給予我許多機會，也因為我承受了些壓力，真得很不好意思也真得非常謝謝您。

再來要感謝我的口試委員張文華教授、李松濤博士與吳心楷教授，不辭辛勞地從南北兩地奔波至此，給予我論文寶貴的意見且細心地逐字閱讀提醒我許多細節。張教授明確指出缺失之處，並細心做記號，參考文獻也逐筆檢閱，讓我發現自己的疏忽之處以做改進，謝謝您。李博士對於論證的專業更是提供許多幫助，指出許多文獻不夠完善之處並肯定此研究，謝謝您。吳教授在計畫書口試時更精闢地指出設計缺失之處，使我得以修正才能有此研究成果，謝謝您。很幸運我有這麼棒的口試委員讓這本論文可以更加完善。

對這個論文貢獻非凡的嵐姐，恭喜妳第二本學術著作要出爐了。感謝妳的義氣相挺，在忙碌的工作之後與休假時間還陪著我一起趕論文，沒有妳我真得無法在這麼短的時間內完成論文，真得感謝妳。更感謝妳陪我吃吃喝喝一起血拼，聽我鬼吼鬼叫碎碎念。如你所說，在研究所期間認識妳這個好姐妹是最大的收穫，雖然你笨了點、宅的點、老人的點，但為了我的 Kitty 蜜月遊我還是會努力幫你找老公的。

還要感謝教育所這個溫暖的大家庭，教育所和藹可親的老師們的教導與關心，感謝佩萱、雅怡、嘉凌姐在行政上的幫忙與照顧，讓我在教育所的日子很開心。感謝思璋，雖然不時收到我統計的騷擾，還是很幫忙地盡量回答我，還有余老師的助理群佩樺、富修、裕仁的幫忙，以及伺服器組致銘、嘉濠等人對系統的維護，讓我在施測時得以無後顧之憂。還有我的戰友們怡仁、羽立在夜深人靜拼論文時，MSN 不時地傳來打氣的聲音，還有已經畢業的格瑜與很快就要畢業的新婚冠慧，謝謝你們。

最後要感謝我的家人，老爸、老媽無怨無悔的付出與無條件的支持、鼓勵與體諒，感謝老哥、老弟在我專注於研究時照顧爸媽，讓我在研究期間可以無後顧之憂。

原諒我的囉唆因為要感謝的人真的太多，果然是誌謝，這篇有 32 個「謝」字。最後僅以此論文獻給我最愛的家人、朋友與師長，因為有你們我才能順利完成學業。雖然碩士生活已經結束，期許自己未來可以學習更多，在教育上可以貢獻一己之力。

丁亥 立春  
倩嫻



# 目錄

中文摘要.....	i
英文摘要.....	ii
誌謝.....	iii
目錄.....	v
表目錄.....	vii
圖目錄.....	viii
第一章 緒論.....	1
第一節 研究背景.....	1
第二節 研究動機與研究目的.....	1
第三節 研究問題與假說.....	2
第四節 名詞釋義.....	2
第五節 研究範圍與限制.....	3
第二章 文獻探討.....	4
第一節 科學概念建構.....	4
一、論證的定義.....	5
二、論證教學.....	7
三、論證的評鑑.....	11
第三節 網路科學學習.....	15
一、網路學習.....	15
二、科學網路學習.....	16
第四節 小結.....	19
第三章 研究方法.....	21
第一節 研究對象.....	21
第二節 研究設計.....	21
第三節 研究流程.....	22
第四節 研究工具.....	23
一、數位論證學習網.....	23
二、理化二階層概念測驗.....	28
三、主題相依能力論證測驗.....	29
四、科學推理測驗.....	30
第五節 教學設計.....	31
第六節 資料蒐集與分析.....	33
一、測驗資料分析.....	33
二、數位學習歷程分析.....	33
第四章 研究結果與討論.....	36
第一節 數位論證學習課程測驗之成效分析.....	36



一、概念建構之成效分析.....	36
二、論證能力學習之成效分析.....	37
三、科學推理能力學習之成效分析.....	38
四、相關分析.....	39
五、小結.....	40
第二節    數位論證學習歷程分析.....	40
一、數位論證學習課程學習前後的概念建構.....	40
二、論證之概念正確性.....	45
三、論證過程中論證本質與品質的改變.....	49
四、數位論證質性資料分析.....	55
五、小結.....	59
第五章    結論與建議.....	60
第一節    結論與討論.....	60
一、數位論證學習課程測驗之成效分析.....	60
二、數位論證學習歷程.....	61
三、小結.....	62
第二節    建議.....	62
一、對於論證教學的建議.....	62
二、對於研究的建議.....	63
參考文獻.....	65
中文部分.....	65
英文部分.....	65
附錄一 論證要素範本.....	69
附錄二 科學概念測驗.....	70
附錄三 主題相依論證能力測驗.....	83
附錄四 科學推理測驗.....	90
附錄五 數位論證學習課程活動設計.....	99



## 表目錄

表 2-1-1 傳統與建構主義式教室環境比較表.....	5
表 2-2-1 教師口語編碼和分類論證的過程(按照階層性排列).....	10
表 2-2-2 論證品質評鑑標準表.....	14
表 3-1-1 教學模式與人數整理表.....	21
表 3-1-2 實驗組與對照組學生自然與生活科技學業成績差異檢定摘要表.....	21
表 4-1-1 理化二階層概念測驗之敘述性統計分析.....	36
表 4-1-2 教學模式對理化二階層概念測驗之共變數分析.....	37
表 4-1-3 論證主題相依能力之敘述性統計分析.....	37
表 4-1-4 教學模式對主題相依論證能力之共變數分析.....	38
表 4-1-5 科學推理測驗之敘述性統計分析.....	38
表 4-1-6 教學模式對科學推理測驗之共變數分析.....	39
表 4-1-7 實驗組概念、論證與推理相關表.....	39
表 4-1-8 論證後測逐步迴歸分析摘要表.....	40
表 4-2-1 個人問題概念正確性之敘述性統計與 T 值.....	41
表 4-2-2 個人概念問題正確性改變統計.....	43
表 4-2-3 個人問題概念建構人數與比率.....	44
表 4-2-4 實驗前後論證內容概念正確性次數之敘述性統計與 T 值.....	46
表 4-2-5 論證概念正確性次數改變情形.....	47
表 4-2-6 參與論證的次數重複量數分析.....	50
表 4-2-7 論證要素分類正確次數重覆量數分析表.....	50
表 4-2-8 論證要素分類正確次數與比率.....	51
表 4-2-9 論證要素完整次數重覆量數分析表.....	51
表 4-2-10 論證要素完整次數與比率.....	51
表 4-2-11 論證要素—事實(D)之重複量數分析.....	52
表 4-2-12 論證要素—宣稱(C)之重複量數分析.....	53
表 4-2-13 論證要素—依據(W)之重複量數分析.....	53
表 4-2-14 論證要素—支持(B)之重複量數分析.....	54
表 4-2-15 論證要素—反駁(R)之重複量數分析.....	54

## 圖目錄

圖 2-2-1 Toulmin 的論證分析架構 .....	6
圖 2-4-1 ALEX 論證學習體驗頁面 .....	18
圖 2-4-2 DREW 頁面 .....	19
圖 3-2-1 研究架構圖 .....	22
圖 3-3-1 研究流程圖 .....	23
圖 3-4-1 學習網站登入畫面 .....	24
圖 3-4-2 概念問題頁面 .....	25
圖 3-4-3 論證學習頁面 .....	25
圖 3-4-4 選擇論證要素頁面 .....	26
圖 3-4-5 選擇論證要素範本頁面 .....	26
圖 3-4-6 論證要素範本填入頁面 .....	27
圖 3-4-7 論證要素範本輸出頁面 .....	27
圖 3-4-8 發言輸出頁面 .....	28
圖 3-4-9 小組論證輸出頁面 .....	28
圖 3-5-1 假設論證頁面 .....	32
圖 3-5-2 變數論證頁面 .....	32
圖 4-2-1 概念改變趨勢圖 .....	45
圖 4-2-2 參與論證次數成長圖 .....	49



# 第一章 緒論

本章共分成五節，內容包括研究背景、研究動機與研究目的、研究問題、名詞釋義、研究範圍與限制。

## 第一節 研究背景

科學教育改革 2061 計劃以「培養具有科學素養的公民」為美國當代科學教育的宗旨，在台灣九年一貫課程綱要亦以此為努力的方向，因此訂定自然與生活科技的課程目標為 (教育部，2000)：

1. 培養探究科學的興趣與熱忱，並養成主動學習的習慣。
2. 學習科學與技術的探究方法和基本知能，並能應用所學於當前和未來的生活。
3. 培養愛護環境、珍惜資源及尊重生命的態度。
4. 培養與人溝通表達、團隊合作及和諧相處的能力。
5. 培養獨立思考、解決問題的能力，並激發開展潛能。
6. 察覺和試探人與科技的互動關係。

綱要中強調主動學習、探究科學、與人溝通與解決問題的能力。然而實際課堂卻只注重知識的記憶與背誦，學生參與度低，學生在科學課程中只是獲得前人的舊知識並未了解科學知識是如何產生更沒有接受到探究知識的訓練，僅止於單向接受資訊沒有自行探究的能力 (Newton, Driver & Osborne, 1999)。當日常生活遭遇問題時，學生沒有能力運用舊知識來做出最佳的判斷。Duschl 與 Osborne (2002) 更指出近幾十年來教育環境還是沒有什麼改變，仍然以教師為教學的中心而非學習的主體-學生。此外，社會建構論者認為科學知識是由社會協商的產物，強調知識既共識，但學校中的科學多以實證主義的觀點描寫，因此學生常會有「科學知識是『絕對正確』」、「用來驗證理論的證據沒有任何爭議性和歧異性」的概念 (Driver, Newton & Osborne, 2000)，如此的教學有礙科學認識觀的發展，而論證是科學訓練的中心和延伸，在科學教室中應該與科學概念一樣受到重視 (Duschl & Osborne, 2002)。根據國內外在論證上的研究，論證有助於科學學習可以幫助概念理解 (Duschl & Osborne, 2002; Kuhn, 1992; Osborne, Erduran, Simon, & Monk, 2001)、發展科學探究能力 (Driver, et al., 2000)、了解科學的知識論 (Driver, et al., 2000; Jimenez Aleixandre, Rodriguez, & Duschl, 2000)、促進批判思考與科學思考能力的發展 (Kuhn, 1992)。因此目前科學教育上重要的任務是讓學生能在科學的脈絡下發展論證能力，並去了解和實踐正確的論證方式，孩子能有此了解論證的效力及限制為何 (Osborne, et al., 2001)。

## 第二節 研究動機與研究目的

根據研究背景已了解論證在科學學習上的重要性—科學知識是經由論證的過程而來的，因此本研究將以論證理論為基礎，以數位論證輔助系統進行討論與資料的收集，

建立「數位論證學習網」進行學習活動，企圖提昇學生科學推理能力與論證能力以促進科學概念的建構。

### 第三節 研究問題與假說

基於前述研究動機與目的，本研究待答問題如下所述：

一、不同的教學模式(實驗組-數位論證學習課程、對照組-傳統學習課程)對學習者在科學概念的建構有何差異？

1-1 不同教學模式學生的科學概念的建構(後測)達顯著差異。

二、不同的教學模式(實驗組-數位論證學習課程、對照組-傳統學習課程)對學習者在主題相依論證能力有何差異？

2-1 不同教學模式學生的主題相依論證能力(後測)達顯著差異。

三、不同的教學模式(實驗組-數位論證學習課程、對照組-傳統學習課程)對學習者在科學推理有何差異？

3-1 不同教學模式學生的科學推理(後測)達顯著差異。

四、學生在一學期(七個主題)的數位論證學習課程中科學概念建構之成長？

4-1 數位論證學習課程可促進學生之科學概念的建構。

五、學生在一學期(七個主題)的數位論證學習課程中科學論證的本質與品質有何差異？

5-1 學生在數位論證學習課程中科學論證的本質達顯著差異。

5-2 學生在數位論證學習課程中科學論證的品質達顯著差異。

### 第四節 名詞釋義

一、概念建構

根據Vygotsky (1934) 的社會建構論，概念建構是在已有的知識基礎上經由個人與環境互動來主動建構新的概念。

二、論證(Argumentation)

論證主要的辯護方式是列舉相關證據、並藉由推理的過程將主張與證據連結起來。

Toulmin (1958) 提出論證理論架構，論證的要素包含事實(D)、宣稱(C)、依據(W)、支持(B)以及反駁(R)，主張者根據事實(D)提出宣稱(C)，根據依據(W)來為宣稱(C)辯護，並提出支持(B)來支持依據(W)與宣稱(C)。他人可能提出反駁(R)，主張者受到挑戰後再提出新的宣稱(C)，經由來回的辯護產生一致性的結論。論證組成要素說明如下：

(一) 事實(Data-D)

可能是資料或數據，描述事實與現象。

(二) 宣稱(Claim-C)

根據事實提出一些結論、宣稱。

(三) 依據(Warrant-W)

用來連接事實與宣稱、結論的理由。

(四) 支持(Backing-B)

支持依據的基本假設，提出實驗證據或生活經驗去證明其假設是否正確加以辯護。

(五) 反駁(Rebuttal-R)

提出反駁來指出宣稱的不正確性。

### 三、科學推理(Scientific reasoning)

Lawson (1978) 提出學生應具備的形式推理(formal reasoning)能力包括守恆推理、比例推理、機率推理、相關性推理、控制變因、假設演繹等。建構科學知識過程中，如何運用觀察、分類、操弄具體實物、假設等操控變因和推測的思考判斷過程。

### 四、數位論證學習網

建製於「科學論證數位學習研究(Research of On-Line Scientific Argumentation)」的伺服器下，根據論證理論與概念建構教學理論為基礎，設計一系列的問題與論證討論。學習者在學習活動進行時透過網際網路連線至本學習網，進行概念建構學習活動。

## 第五節 研究範圍與限制

本研究的對象為新竹市某國中二年級的學生，僅以其中兩個班為實驗組與另外兩個班為對照組，所以不具有全國國二學生的代表性，且教材範圍以九十五學年度翰林版的國中自然與生活科技領域內容為主。基於研究地區及研究樣本之限制，研究結果若要推論到其他群體或教材領域時，需審慎衡量其適合度。



## 第二章 文獻探討

本章共分四節，將依序針對科學概念建構、科學論證、網路科學學習等三個議題逐一進行分析探討，最後進行小結。

### 第一節 科學概念建構

當代的科學教育多認為教學就是教師的結論，把科學知識的建構視為傳遞經驗、刻板文字以及不變的真理 (Driver, Newton & Osborne, 2000)。但 Perkins (1991) 指出給予學生「他們未接受過」的教育已證實是相當無效的做法，因為沒人可以用直截了當的方式傳承過去未達成的部分。科學的學習其實是一種個人理論與模式的建構與重建 (熊召弟、王美芬、段曉林、熊同鑫譯，1996)。建構主義者認為學生是帶著已有的概念去學習，而非一張白紙。因此一個良好的學習活動應該幫助學生連結新舊概念或體念到舊概念的不足，進而主動建構或重建。科學教育企圖傳遞的不只是那些知識是什麼(what)的現象，還有這些知識如何(how)與其它事件有所關聯、為什麼(why)它重要以及這樣的觀點是如何(how)形成的 (Driver et al., 2000)。

建構主義思潮以來已發展成許多派流，如Geelan (1993) 以「個人-社會」以及「客觀-相對主義」把建構主義分成六派，包括：個人建構主義 (Personal constructivism)、激進建構主義 (Radical constructivism)、社會建構主義 (Social constructivism)、社會構成論 (Social constructionism)、批判建構主義 (Critical constructivism) 與情境脈絡建構主義 (Contextual constructivism)。本研究認為在諸多的派別中大致可分兩派：根本(激進)建構主義以及社會建構主義。

1. 根本(激進)建構主義：以Von Glaserfeld為代表人物，主張知識不是認知個體被動的接受，而是主動的建構。認知的功能在於適應，是要用以組織個體所經驗的世界，而不在於發現客觀存在的現實世界
2. 社會建構主義：Vygotsky為代表人物，主張知識是個人與他人經由協商的社會建構。概念是由個體所持有的，但在改變所持有的概念過程中，強調同儕的支持與達成共識的社會因素等的重要性。

綜合前文所述，雖然不同的派別對建構主義所強調部分有所差異，但核心概念不變，大體來說建構主義者認為：知識是主動建構的、新知識必須建立在原有概念的基礎上、知識是個人與環境互動的產物。然而，該如何進行建構式教學Driver 與Oldham (1986) 提出建構主義教學模式教學流程應包含：確定探討方向、引出學生概念、學生概念的重組(澄清與溝通、置於衝突情境、建構新的想法)、概念的應用、回顧所改變的概念 (郭重吉，1992)。這樣建構主義式的教學與傳統有何差異呢? Brooks 與 Brooks (1993) 整理了傳統教室環境與建構主義式教室環境的比較，如表 2-1-1:

表 2-1-1 傳統與建構主義式教室環境比較表 (Brooks & Brooks, 1993)

傳統教室環境	建構主義式教室環境
課程由小(部分)到大(整體)，強調基本技能。	課程由大(整體)到小(部分)，強調大概念。
推崇嚴謹、固定的課程	課程追隨學生的問題
課程活動非常依賴課本及習作	課程活動非常依賴第一手資料及材料的操作
把學生視為「白板」，仰賴教師刻劃	學生是「思考者」，對世界有一套自己的理論
教師以教導的方式傳輸資訊給學生	教師用互動的方式做為學生與環境的中介者
教師以正確答案來確定學生有效學習	教師用學生的觀點來了解學生現有的概念以準備後面的課程
完全以測驗來評估學生的學習，且與教學完全獨立	透過觀察學生的表現與學習歷程檔案來評估，與教學交雜進行。
學生通常獨自運作	學生主要是團體活動

由上表格可知，建構主義強調以學習者為主體，在學習過程中主動建構自己的知識架構與內容，著重實做經驗與團體活動。學生所建構的知識會受其先備知識以及建構的方式影響，因此每個學生所建構出來的知識不盡相同，學生可藉由團體討論、互相觀摩、比較以彌補原來所不足之處。在科學學習的過程中，來自於與他人的對話所得的反思機會，尤其是對立面的觀點，更有助於學生檢視其立論的合理與否（丁信中等，2001）。學生在團體中學習論證對於個人建構論點的鷹架是很重要的途徑，而推理和論證是建構科學知識宣稱的過程（Driver et al, 2000），因此本研究欲結合實做經驗與論證來達到概念建構的目的。

## 第二節 科學論證

### 一、論證的定義

論證是科學知識形成的過程，科學理論經由科學家的討論而受到認可。Kuhn (程樹德、傅大為、王道還、錢永祥譯，1994) 認為科學理論是經由「革命」而來的，從沒有典範，經過競爭與選擇使某一理論形成「典範(paradigm)」，當此理論成為典範後，在這個領域的所有活動都會以典範為依據。遵守這個典範的人為「科學社群(scientific community)」，此為「常態科學(normal science)」。但當「異例(anomaly)」出現時，典範就進入「危機(crisis)」，危機時期百家爭鳴，使得不同的科學家對於典範可以有不同的詮釋，而鬆弛了常態科學，解放傳統的束縛、供應新的資料，使典範的變遷得以完成，這種新舊典範的更替就是「科學革命」。Kuhn 所說的「科學革命」的歷程就是論證的歷程。

Toulmin (1958) 提出論證理論架構，如圖 2-2-1，他認為合理的論證模式應包含事實



(Data-D)、宣稱(Claims-D)、依據(Warrant-W)、支持(Backing-B)及限制(Qualifiers-Q)，並排除了反駁(Rrebuttals-R)等成分，定義如下：

1. 事實(D):描述事實與現象。
2. 宣稱(C)：由事實產生一些結論、宣稱。
3. 依據(W)：連接事實、宣稱、結論的理由，提出理由原理或提出假設去辯護。
4. 支持(B)：提出實驗證據去證明其假設是正確加以辯護。
5. 限制(Q):宣稱成立的限制。
6. 反駁(R)：提出反駁來指出宣稱的不正確性。

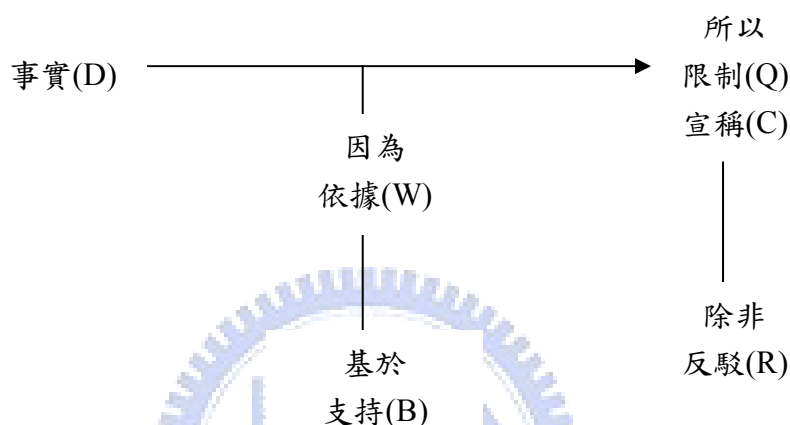


圖 2-2-1 Toulmin 的論證分析架構(Toulmin,1958；2003)

Toulmin 非常重視論證的合理性(soundness)，由資料到宣稱的過程要符合邏輯的推理。因此論證的句子常以這樣的結構當基礎：「因為『事實(D)』...，由於『依據(W)』...，基於『支持(B)』...，因此『宣稱(C)』...」(Driver et al, 2000)。要注意的是在討論論證時常會混淆論點(Argument)及論證(Argumentation)，論點是指事實、宣稱、依據、支持以及反駁的本體，而論證是指聚集這些要素(辯論)的過程 (Mason & Scirica, 2006)。

論證可以是個人透過思考與寫作的活動進行，Newton、Driver與 Osborne (1999) 根據Krummheuer (1995) 把推理(reasoning)的解釋為獨自的論證，是單向的，而許多人推理的過程則為論證，是雙向的。簡言之，論證是一種「個人企圖向他人來解釋自己推理的過程」，透過論證可以看到人們的高層次思考以及推理的相關過程 (Kuhn, 1993)。論證亦可能是一種特定社群的社會協商活動 (Driver, Newton & Osborne, 2000)。因此，論證不只包含認知，還包含社會與文化的互動歷程。由於科學知識的形成是知識建構社會化的過程，科學家從有效的證據中去想像、推測，從證據推理到宣稱並說明理由 (Newton et al., 1999)。Lawson (2003) 曾針對假設-預測性(hypothetico-predictive)論證研究，他認為論證的產生除了提出暫時正確的解釋外，還應包括在特定情況下對解釋的檢驗、對證據的分析。科學理論的確立必須倚賴證據與解釋的相互配合，兩者缺一不可。Glassner、Weinstock 和 Neuman (2005) 認為論證目的有兩種，一為理論的解釋，闡明宣稱的因果關係；二為證據的支持，證明其宣稱的真實性。科學家必須思考提出的理論

是否得以成立同時必須顧及其他可能推翻自己主張的理由，並針對這些理由予以各個擊破，才有可能穩固一個理論的合理性與說服力。科學的重要活動就是依照證據作推測的評估；科學家之間的論證即是決定何種推測能對特定現象呈現最具說服力的解釋。現象對於不同科學家的意義，會因其背景理論的不同而對現象產生不同的詮釋。由假說的形成到不同假說之間的競爭而至理論的形成與精煉，科學家們為自己的假說尋求更多證據的支持之外，在理論形成之後，尋求理論的豐富性與合適性，更不斷地透過問題與預測來精煉理論（丁信中等，2001）。因此，當面對一個科學知識的宣稱時，必須評量其可信度，去決定這個宣稱對於真實世界的解釋是否具有說服力（Newton et al., 1999）。由上述論點，可以了解論證對於科學知識形成的重要性，科學家若想發表自己的科學成果，還要經由論證的方式與其他科學家來回辯護，才能在科學社群中得到認同。

van Eemeren、Grootendorst 和 Henkemans（1996）在「論證理論的基礎(Fundamentals of Argumentation Theory)」一書中將論證依其目的不同分成三類型。第一種是分析性論證(analytical argument)：以邏輯為基礎，從前提經演繹(deductive)或歸納(inductive)的方法推理到結論的部份。此種論證通常用於科學理論的推導與運用或是符號的推理等，其為一種形式推理(formal reasoning)的過程。第二種是溝通性論證(dialectical argument)：當團體在討論問題時必須經溝通達成共識，其論述必須包含從前提推理到結論的過程，但此過程無法只靠邏輯推理達成，中間還牽涉許多考慮的因素，如：判斷與決策等是一種非形式推理(informal reasoning)的過程。第三種是演說性論證(Rhetorical argument)：是個人提出說服性的理由來向他人進行單方面的演說。Kuhn、Shaw 與 Felton (1997) 欲使學生從事溝通性論證必須提升學生推理的練習。本研究著重科學理論的推導為分析性論證，為一種形式推理，藉由演繹或歸納的方法推理到結論。

這種對科學的認識與能力的培養，也就是對科學本質的了解，以及科學素養的提升（Osborne, 2006）。學習論證的目的不是要把每個人都變成科學家，而是讓人們在面臨社會性科學議題時，像是核子反應、能源危機等，可以與各界的專家溝通、論證。因為進行這些需要相當複雜的背景知識，使人們瞭解專家們的對話與評鑑然後做出較佳的決定。培養這種以科學觀點來評估證據進而做出決定的能力才是論證的目的（Osborne, 2006）。

目前對於論證思考能力不同的學者著重不同的觀點，大致而言，多數學者皆視論證思考能力為一種可以讓個人在不同解釋與理由中做出選擇，或從實證的證據或其他資料來源評估宣稱的能力。科學家將所觀察到的現象與數據經過邏輯的推理而提出一套解釋。這種對科學知識產生過程的學習，可以更深入的檢視由客觀的「觀察結果」推論到「對自然現象的詮釋」的適切性，進而產生對既有理論批判能力，亦即「科學論證」的能力。因此本研究設計上著重社會互動歷程，學習者經由與同組成員互動進行論證，論證活動中強調由證據推理到宣稱並說明理由，論證內容將以 Toulmin 的論證架構進行分析。且企圖進一步了解推理能力與論證能力的關係。

## 二、論證教學

論證在科學教育中是透過一種目標性的科學探索形成推論(generation)及辯護

(justification)知識的宣稱、信念和活動以及了解本質 (Jimenez Aleixandre, Rodriguez, & Duschl, 2000) 的歷程。根據社會建構論，科學是經由論證的過程得到對現象的合理解釋。而學習科學是透過合作來共同建構來得有說服力的科學解釋，強調知識既共識。論證課程有助於學生對科學概念的理解、增進他們在科學的參與、提昇批判推理的技巧並發展對科學本質的理解 (Osborne, 2006)。在 Yerrick (2000) 的研究中，低成就的學生在經過一學年的論證及探究式教學，要求學生提出自己的論點、設計實驗後，學生的論證更接近科學論證的本質，像是宣稱知識的暫時性、學生會用證據以及關於科學權威的觀點。Osborne、Erduran 及 Simon (2004) 認為將論證視為學習科學的重心有兩個功能：

1. 啟發學習知識論與概念上的協調。
2. 呈現學習者的科學思考與科學推理，教師可以做為形成性評量。

由此可知論證在科學教育的重要性，許多研究指出論證的能力是可以由訓練與教育的方式達到提升的效果 (Osborne et al., 2004; Simon, Drduran, & Osborne, 2006)，但在實際的課堂間，科學教師很少給予學生發展論證技巧的機會。大部分的時間仍以教師為主，沒有培養學生對科學議題的省思和討論，由社會建構知識的機會更是少有 (Newton et al, 1999)。深思舊經驗是發展理解能力與論證工具的重要過程 (Simon et al., 2006)，學生在學習科學概念時的錯誤概念可能是來自於不合適或不足的先備知識，不合宜的論證過程，像是前提與結論並無關聯、證據並不充分等 (丁信中等, 2001)，經由與同儕或教師的對話這種社會建構的過程可以幫助學生練習選擇、權衡證據、解釋文本、評估科學宣稱的可行性 (Driver et al, 2000)，如此教師可以了解學生對同一現象造成差異詮釋的主因，幫助教師認清學生個體將因背後支持理論的不同、引用依據相異而對現象的看法也就有所不同 (丁信中等, 2001)，這是建構科學論證的重要部分。因此如何營造一個論證的學習環境為科學教師當務之急，在進行論證之前，學生須具備對論證架構的各要素的了解和好論證的特徵 (Zohar & Nemet, 2002)。然後教師可以使用小組合作學習的方式，以科學史或是多元假說競爭的議題為素材，設計正反方的辯論機會，讓學生經由對立面的交互論證來促進自省思辨的能力，以建立有效的科學概念。同時，教師應在學進行論證的過程中，適時地加以引導，幫助學生看到衝突點，讓整個科學論證的過程具備科學探究的精神 (丁信中等, 2001)。Jimenez Aleixandre、Rodríguez與Duschl (2000) 亦建議設計以問題解決為中心的單元與活動來提升論證。而Lawson (1993) 認為科學教育應該著重在假設-預測性論點的產生與爭論，如此一來可以改變學生概念的理解與論證/推理的技巧。Hoskins、Stevens以及Nehm (2007) 更提出CREATE，這是透過第一手資料教科學與科學本質的新方法，強調給學生像科學家般真實的實驗環境。CREATE是C-考慮(Consider)、R-閱讀(Read)、E-說明假設(Elucidate hypotheses)、A-分析並解釋數據(Analyze and interpret the data)、TE想下一個實驗(Think of the next experiment)，在此課程後學生獲得了閱讀以及評論分析科學數據的能力。除此，在Herrenkohl、Palincsar、DeWater及Kawasaki (1999) 的研究中設計了三原則於教學模式中，其三原則如下：

1. 讓學生從事科學推理的練習，例如用模型來支持自己的解釋。
2. 提供學生評量自己或其他人想法的明確準則。



3.讓學生了解科學發展是一連串的修正以培養認識論觀點。

此教學以「培養學生推理能力為未來科學理論建構的基礎」為目標。而在

Engle 及 Conant (2002) 的研究中，發展出一個議題統整的學習環境來讓學生學習如何使用證據來支持論證，其學習環境包含了四個環節：讓學生選擇題材、給予學生確認與解決問題的自主權、讓學生對其他同學解釋其準則、提供學生相關資源。關於論證教學策略的研究很多，因此 Zohar 和 Nemet (2002) 對教學上常使用的策略作了整理成以下四點：

- 1.學生了解論證的要素和好論證的特徵。
- 2.經由寫作的方式促進論證。
- 3.教授對論證的後設認知。
- 4.使用真實生活中的問題情境。

除了上述的論證模式與環境，Osborne 等人 (2004) 整理了相關資料，建議了幾種可行的論證的教材：

- 1.陳述表：針對科學主題(現象)提供學生列表，請學生針對每一個敘述發表看法，說出同意或不同意的理由。
- 2.概念圖：給予學生一個由文獻中選擇出過去學生針對科學主題做的概念圖，請學生討論其中個別概念與連結是否正確，並說明依據的理由與論點。
- 3.學生的實驗報告：給學生一份他人的報告，其中可能有資訊不足或需要改進的空間，刺激學生對該報告的反駁及評論，再請學生提出結論並說明可改進處和理由。
- 4.漫畫競爭理論：以漫畫呈現兩個以上的競爭理論，再請學生利用其中提供的訊息選擇出他認為正確的理論，並說明理由。
- 5.故事競爭理論：以報紙、故事呈現兩個以上的競爭理論，再請學生利用其中提供的訊息選擇出他認為正確的理論，並說明理由。
- 6.想法與證據競爭理論：給學生一個科學現象，提供兩個以上的競爭理論，同時對理論提出一些可能支持或反駁理論的證據，請學生在小組中討論這些證據與理論之間的關係再評量之，然後去選擇大家認為正確的理論並說明理由。
- 7.建構一個論點：提供學生一個科學現象，並提供數個(四個為佳)解釋，請學生選擇出他認為正確的解釋，並說明理由。
- 8.預測、觀察、解釋：介紹一個學生沒有做過的實驗、現象，再請學生經由小組討論預測結果。由教師示範或學生動手證實，若結果與預期不符則再重新討論出新的論點詮釋。
- 9.設計實驗：請學生分組設計實驗來測試假說，詳述說明變項及步驟，並試著提出其他可行方法。

而教師除了提供適合的環境與教材外，論證過程中教師的用語亦須注意。在 Simon 等人 (2006) 的研究進一步分析教師在論證過程中的口語表達，其分類如下表 2-2-1：

表 2-2-1 教師口語編碼和分類論證的過程(按照階層性排列)  
(Simon, Erduran, & Osborne, 2006)

教師口語論證編碼	教師口語論證分類	
鼓勵討論	聽跟說	
鼓勵聆聽		
定義論點	了解論點的涵義	
舉例		
鼓勵意見	立場	
鼓勵立場		
尊重不同的立場		
確認證據	以證據辯護	
提供證據		
刺激辯護		
強調辯護		
鼓勵更多辯護		
假裝唱反調		
寫出架構或工作/準備		建立論點
提出角色		評估論點
鼓勵評估		
評估論點		反面論點/辯論
使用證據的過程		
證據本質的內容		
鼓勵預期反面論點	反思論點的過程	
鼓勵辯論(從角色的扮演)		
鼓勵反思		
詢問心態的轉變		

在這個研究發現，教師在後期有較高階的表達，如從「聽跟說」到「反面論點」及「反思」，反映出論證是可以訓練的-學生在辯論前需要學習如何去聽和說、證明其宣稱的正確性等。同樣地，教師在教學中可以協助有力的反面論點前需要評估和學習如何讓小組討論並提昇辯論-經由一系列的材料與教學策略可以促進教室內的論證，不只是學生，教師的論證教學技巧亦然。

然而，即使提供學生一個良好的論證環境，論證在科學教室的推行依然重重阻礙，Ziedler (1997) 認為學生在論證思考的困難點包括了以下五點:

- 1.正確性:在學生相信某一主張時，即使理由矛盾學生還是容易相信此主張為真。
- 2.原始論點的結構:通常學生只選擇支持理論的資料來確認其論點，而忽略異常的資料。

- 3.核心信念影響論證:學生常會依據自己的信念來產生自己的論點,如此無法有能力評估反向的證據。
- 4.不充分的證據:學生無法確定什麼是有利的證據且會在沒有足夠證據支持下跳到結論,因為他們缺乏實用的資訊和統計也是障礙。  
通常學生即使在,仍會直接產生自己的論點。
- 5.改變論點跟證據的表徵:通常學生會將支持證據做過度的推論,進而造成論點產生時的偏見。

除了課堂上的論證,有些課程利用線上論證系統輔助亦有優異的成效,在de Vries、Lound和Baker (2002) 研究指出同步(synchronous)的系統溝通相較於非同步(asynchronous)系統可以傳遞更縝密的細節且建構一個普遍分享的論點,但這樣的同步模式需要學習者有較高的能力來解釋所挑戰的概念。

Zohar & Nemet (2002) 研究結果顯示將論證教學能增強學生科學知識和論證的表現,提升論證品質,同時學生能將相關背景所學的推理能力應用至日常生活中解決問題。除此,許多研究都指出論證有助於科學學習可以幫助概念理解(Duschl & Osborne, 2002; Kuhn, 1992; Osborne, Erduran, Simon, & Monk, 2001; Osborne, 2006)、發展科學探究能力(Driver, et al., 2000)、了解科學的知識論(Driver, et al., 2000; Jimenez Alexandre, Rodriguez, & Duschl, 2000)、促進批判思考與科學思考能力的發展(Kuhn, 1992)。然而論證還是很難在課堂上看到,Newton等人(1999)認為課堂中沒有論證的原因是教師沒有看到學生討論的價值以及課程進度的壓力,對學生而言亦同,學生不了解論證的價值,常會猜老師想要的答案是什麼?而沒有真正理解並建構知識。

所以本研究於數位論證學習課程開始前先進行前置訓練,使學生了解論證要素的定義以及完善的論證具備之特徵,課程中經由電腦寫作的方式以舊經驗進行論證,論證問題配合真實生活中的問題情境,並請學習者設計實驗來證明其宣稱,預測實驗結果,觀察後再解釋是否與假設相同。

### 三、論證的評鑑

Clark、Sampson 和 Erkens (2007b) 把測量學習者在線上論證環境中互動的分析架構大致分為五種。1.正規的論證架構 2.概念的品質 3.對話的本質與功能之貢獻 4.認識觀本質的推理 5.論證順序跟互動的模式。目前研究多集中在第一種及第二種。學生在論證過程中科學推理、論證能力是否有進步為關鍵,論證的歷程與結構是評論論證品質的重要依據。根據 Toulmin (1958; 2003) 的論證能力指標:從事實得到宣稱(C)、可以提出依據(W)、支持(B)、限制(Q)並排除反駁(R),Osborne 等人 (2004) 把論證進一步分成五個等級,簡述如下:

- 1.第一級:論證只有簡單的宣稱(C)對反對的宣稱(C)或宣稱(C)對宣稱(C)的論點。
- 2.第二級:論證包含事實(D)或依據(W)或支持(B)的宣稱(C),但沒有任何的反駁(R)。
- 3.第三級:論證有一系列包含事實(D)或依據(W)或支持(B)的宣稱(C)或反對的宣稱(C),可能有微弱的反駁(R)。
- 4.第四級:論證有宣稱(C)及明確的反駁(R),這樣的論證可能有多個(但非必要地)宣

稱(C)或反對的宣稱(C)。

5.第五級:論證中不只一個反駁(R)延伸論點。

Means與Voss (1996) 評估項目的合理性有兩個標準，對支持證據的接受度及其延伸支持結論的關聯性提出下列標準評斷:

- 1.是否可以產生自己的論點。
- 2.論點是否有力，既是否有可以接受的依據(W)支持宣稱(C)。
- 3.支持理由的品質。
- 4.是否考慮到議題的兩面即是否考慮到反面論點。
- 5.是否有限制的論述。
- 6.產生幾個支持宣稱(C)的依據(W)。

Sadler 與 Fowler (2006) 也提出了論證品質的評量表，把論證分成零到四級，分別是:

- 1.第零級: 沒有辯解。例如: 是啊，我是這麼想。
- 2.第一級: 沒有根據的辯解。例如: 如果他們可以停止病痛，他們當然可以治療疾病。
- 3.第二級: 有簡單根據的辯解。例如: 我認為再生的複製是錯的，因為那不是天意。如果上天希望你有小孩 你應該有小孩，那你就可能擁有一個小孩。但是如果你不應該有小孩，我想你不應該竄改它。
- 4.第三級: 有精緻的辯解。例如: 基因改變智力可能發展成許多狀況。像是有貧富的狀況，他們不一定可以負擔改變智力的過程，如此將會產生社會問題，我想可能干涉太多了。
- 5.第四級: 有精緻的辯解及反面的論點。例如: 我認為基因治療應該謹慎地實行，因為它有精密的差異性，就像大家現在即使備分了基因，但需要時它不一定可以提供我們需要的任何複製品。但雖然如此，它還是有好處的。如果沒有其他的治療方法時，基因治療也不失一個方法。但我想除非真的沒辦法了，否則盡量不要動到某人的基因。

理由越多不絕對是越好的論證，但較多可接受的理由的考量是較有利的，因此Mason 與 Scirica (2006) 根據先前的研究(Means & Voss, 1996; Zohar & Nement, 2002) 綜合評估根據理由的數目與內容給予分數，其給分標準與分級制度相似，詳述如下:

- 1.零分:沒有論點，沒有提供辯護。例如:我不同意他，他錯了。
- 2.一分:論點是正確的，但沒有相關辯護。例如:我覺得基因改良食品很好，應該要上市。
- 3.二分:有正確的論點，但沒有完全正確的理由支持。例如:地球暖化不是因為人類的活動，在 1000 年到 1500 年間溫度也曾上升。
- 4.三分:有正確的論點及一個正確的理由。例如:我認為基因改良食品很好，因為它有機、抗蟲、易生長且易栽種。
- 5.四分:有根據的論點及兩個或以上的正確理由。例如: 我認為無法明確地證明基因改良食品是有害的，我不認為它幫助開發中國家是因為窮，是因為自然資源的



分配不當而非農業不發達。例如巴西在農產品輸出上全球第三，然而卻有 18% 的人口營養不良。因此這不是食物短缺的問題，而是跨國公司把窮國當奴隸，因為他們懂得如何生產新的有機品。

Mason 與 Scirica (2006) 評斷學生論點的品質有三個主要的因素：第一有辯護支持的論點較簡單的主張佳，第二考慮只有可接受與相關辯護支持的結論，第三有許多可接受的理由之論點較為有力。

Clark 與 Sampson (2007a) 的研究中更把溝通性論證的品質分成零到六級。

1. 第零級：沒有反對的。
2. 第一級：論證有簡單且有理由(grounds)的宣稱(C)但無反駁(R)
3. 第二級：論證有理由的宣稱(C)或反面的宣稱(C)但沒有反駁(R)
4. 第三級：論證有理由的宣稱(C)或反面的宣稱(C)但只有單一個反駁(R)來挑戰這些宣稱。
5. 第四級：論證包含多個反駁(R)來挑戰理論性宣稱(C)但這些反駁無法挑戰有理由支持的宣稱(C)
6. 第五級：論證包含多個反駁(R)且至少有一個反駁可以挑戰包含理由支持的宣稱(C)

根據 Osborne 等人 (2004) 、Sadler 與 Fowler (2006) 、Mason 與 Scirica (2006) 以及 Clark 與 Sampson (2007a) 的研究整理論證品質的評鑑標準，請見表 2-2-2:



表 2-2-2 論證品質評鑑標準表

	Osborne & Erduran & Simon (2004)	Sadler & Fowler (2006)	Mason & Scirica (2006)	Clark & Sampson (2007a)
		0 沒有辯解。	0 沒有論點，沒有提供辯護。	0 沒有反對的
	1 論證只有簡單的宣稱(C)對反對的宣稱(C)或宣稱(C)對宣稱(C)的論點	1 沒有根據的辯解。	1 論點是正確的，但沒有相關辯護	1 論證有簡單且有理由(grounds)的宣稱(C)但無反駁(R)
	2 論證包含事實(D)或依據(W)或支持(B)的宣稱(C)，但沒有任何的反駁(R)	2 有簡單根據的辯解。	2 有正確的論點，但沒有完全正確的理理由支持	2 論證有理由的宣稱(C)或反面的宣稱(C)但沒有反駁(R)
等級	3 論證有一系列包含事實(D)或依據(W)或支持(B)的宣稱(C)或反對的宣稱(C)，可能有微弱的反駁(R)	3 有精緻的辯解。	3 有正確的論點及一個正確的理由	3 論證有理由的宣稱(C)或反面的宣稱(C)但只有單一個反駁(R)來挑戰這些宣稱
	4 論證有宣稱(C)及明確的反駁(R)，這樣的論證可能有多個(但非必要地)宣稱(C)或反對的宣稱(C)	4 有精緻的辯解及反面的論點。	4 有根據的論點及兩個或以上的正確理由	4 論證包含多個反駁(R)來挑戰理論性宣稱(C)但這些反駁無法挑戰有理由支持的宣稱(C)
	5 論證中不只一個反駁(R)延伸論點			論證包含多個反駁(R)且至少有一個反駁可以挑戰包含理由支持的宣稱(C)

由表2-2-2可以看到，評鑑論證本質時多數研究者根據正規的論證架構結合概念的品質並考量提出的次數與完整性來做評斷。大體而言，包含反駁的論點的層次最高，有根據(可能是依據或支持)的論點的層次次高，僅有宣稱(C)的論點的層次最低。

除了以論證架構的成分予與等級之分，有一部分的研究是以論證模式 (Toulmin's argument pattern, TAP)來評量論證的品質。在 Simon 等人在 2006 年的研究，以教師為研究對象分析其論證模式(TAP, Toulmin's Argument Pattern)的要素 CD、CW、CDW、CDR、CWR、CDWB、CDWR 來做分類評量，發現經過一段時間的練習後，其 TAP 越來越複雜，例如從 CD(宣稱-事實)轉換到 CDWB(宣稱-事實-依據-支持)。

相較於Toulmin以依賴事實(D)、依據(W)和支持(B)而為宣稱(C)作正確辯護(Justify)的論證，Lawson的假設-預測性(hypothetico-predictive)論證研究是以多個解釋的假設-預測性為基礎，不只對假設進行檢驗，同時也討論幾種另有觀點。因此，Lawson的模式從推論的正確性與否出發，強調對假設的解釋進行檢驗評估、預測與檢驗結果是否符合以及結論是否具有說服力等方面，來評估科學論證的品質。在Kuhn與Udell (2003) 的研究中將論證概念的品質分成三種階層。最低階是「無辯護的論點(nonjustificatory arguments)」，其只有很弱甚至沒有論證的力量。其次是「無功能的論點(nonfunctional arguments)」，這種層次偏重在離題的部份而未討論到核心概念。最高層次是「功能性論點(functional arguments)」可以討論核心的問題。Zohar與Nemet (2002) 的基因主題論證研究從討論議題中，學生寫作論證內的辯護理由數目、論證結構與教室對話中，學生作結論的詳盡與否來評估學生論證品質的好壞，他們認為缺少理由或不正確的回答都不能算是論證，因此在資料分析上不予計分。好的論證須具備正確、可靠的科學概念和多個令人信服的理由來支持結論，同時亦能提出另有論證和反駁。Kuhn (1991) 認為周延的論證，至少須包含三個部份：第一是宣稱的陳述，指一個人對某件事物所持的信念或猜測；第二是相關的證據，可以用來支持宣稱是否成立的客觀實證資料；第三是相關的解釋，是一種推理的過程，目的在於說明宣稱與證據之間的因果關係。溝通性論證著重個體與或團體間企圖說服他人接受且正確的另有概念之互動。學生的對話討論內容若只有提出理由和證據是不夠的，它必須能夠藉由駁斥他人的觀點來推論思考自己宣稱的合理性，透過反駁、重新思考、整合、提出新論點等的交叉互動歷程達到理性論證的縝密性。一個宣稱的確立必須仰賴證據與解釋的力量，兩者缺一不可。

因此本研究將從三個角度來評鑑論證內容，首先考量論證內容的概念正確性，以了解學習者在論證活動中概念的學習情形與提出論點的說服力。再分析正確使用論證要素的次數與完整性來了解學習者對於論證的認知是否正確且完整，以進行論證品質的評斷。最後從提出論證要素的頻率檢視學習者在一學期論證活動中，論證本質是否有成長。

### 第三節 網路科學學習

#### 一、網路學習

科技在教育上的應用隨著時間的前進，科技的進步而有不同的貢獻，藉由新的媒體提供不同於以往的學習環境。新科技引入教育後，對於教學的型態、學習者的角色、學

習方式以及學習內容有重大的影響，也改變了傳統的教學與學習型態。Quintana (1996) 認為新科技應用在教育上將會使學習模式產生的重大改變包括：從教室講課變成網路教育資源(多媒體及全球資訊網)、學生由教育的被動接受者轉變成主動學習者、從個人學習轉變成小組學習及團體討論與從同質而穩定的教育內容轉變成快速變更的內容且以不同的型態呈現四點。林奇賢 (1998) 亦指出網路學習環境與傳統教學情境相比具有八項嶄新的特質：

1. 破除學習時空籬籬：學習者可在任何時間、地點進入學習環境。
2. 多元化學習資源：網路學習資源具有文字、圖形、聲音、影像及動畫等型態，藉由資訊精緻化與組織化等方式來增強使用者的長期記憶。
3. 互動式學習：藉由網路同步與非同步式的溝通工具來人際互動，以及網路教材編輯工具提供學習者高互動性的教材。
4. 個別化學習：網路學習環境採用學習者控制的設計，可因應學習者提供個別化的學習路徑、進度、方法、記錄及最適當的教材。
5. 建構主義學習：網路學習環境鼓勵學習者主動參與學習並達成自我學習目標，並強調學習者主導的「內在控制」。
6. 家長參與：家長可以藉由網路學習環境來瞭解孩童的學習情形並陪孩童一起進行學習活動。
7. 教師角色轉變：教師必須由消極講述的教學方式，轉變為學習過程中的輔導者、伙伴和學習資源提供者。
8. 科際整合：超媒體資料處理方式靈活，在教學策略與課程設計上可以依據學習目標來規劃，打破科際間的限制。

由上述可知，運用科技來支援探究教學特別有效，然而科技不是學習的焦點，它提供一個基本媒介得到學習目的 (Owens, 2002)。從知識建構的角度而言，其所強調的正是主體主動學習的過程。不過必須提醒的一點是，既然網路有如此多的優點，那是不是教師的角色就不重要了？答案是否定的。網路教學的這些功用並不代表教師可以把學習的責任都丟給學生與科技。任何運用科技輔科學學習的過程中，老師在幫助學生學習探究上，扮演了重要的角色，特別是引導性及鷹架性的角色。

## 二、科學網路學習

網路與多媒體所具備的功能為科學學習認知一個多元化的、動態的、問題導向的學習環境。許多研究顯示，科學概念難以理解往往因為微觀或抽象，而在 She 一系列運用網路化的多媒體課程內容於學生理化科學習，均顯示有助於學生微觀概念與科學概念的建構、推理能力的增加與概念改變 (She & Fisher, 2002; She, 2004, 2005, 2006; 游文楓、余曉清, 2006; She & Liao, 2007; She & Lee, in press)。

美國將各科學學科與科技整合於課程中讓學生學習到完整的科學知識，發展科學數學全球資訊網路線上即時課程，其中網路線上即時性科學探究活動(WWW on-line Inquiry)最大的特色有下列六點 (余曉清, 1997)：

1. 課程內容是最新的:例如有些探究活動正關於天氣或地震，此種資料每秒鐘都在變化。



2. 課程內容是來自第一手資料:很多資料直接來自美國太空總署，氣象局或其它單位
3. 資料非常完整:全球網路資料非常豐富，學生可收集到各種不同地方來源的資料或不同看法的資訊。
4. 資料是以多重模式方式呈現:資料可以是錄影帶、錄音帶、文字、動畫等。
5. 學生可以在網路上發表。
6. 學生可以在網路上彼此合作分享資料看法

針對在網路上的科學探究活動，Linn、Clark 和 Slotta (2003) 更建立一個以網路為基礎的科學探究學習平台 WISE(Web-based Inquiry Science Environment)提供學生進行網路科學探究活動，其內容包括調查、辯論、評論、設計等類型的研究主題，學生可以自由選擇有興趣的主題進行探究學習活動，過程中透過研究資訊的閱讀、提示、筆記、問答、視覺化的網路工具與網路討論等方式，進行主題探究的活動。WISE 結合了網路素材、建立溝通管道、提升知識的整合並增加學生合作機會以及引起學生的學習動機。在 Nicolaou、Nicolaidou 與 Zacharia (2007) 的研究中，利用電腦為基礎的研究室進行「相轉變」探究教學，結果顯示學生在概念建構的能力、對圖片的了解以及對相轉變概念的了解均有顯著提升。

除了科學探究活動以外，亦有研究利用網路的特性結合論證來輔助學習。在 Hirsch、Saeedi、Cornillon 和 Litosseliti (2004) 的研究中根據 Quignard (2002) 設計一個「網路輔助合作論證(Computer-Supported Collaborative Argumentation，CSCA)」環境，稱為「論證學習體驗(Argumentative Learning Experience，ALEX)」。

此系統共分四區:選擇區、編輯區、回饋區以及完成區，其功能分述如下。

1. 選擇區:在頁面的上方，共有四種類別-基本陳述、探究、問題、對話，每個種類有不同的範本，使用者可依自己的需求選擇適合的範本。
2. 編輯區:在頁面中間的左邊，使用者必需選擇要回應的句子編號，然後根據範本填入文字，表達自己的想法，最後送出到完成區。
3. 回饋區:在頁面中間的右邊，此部分共分兩區，有公共區與個人區，公共區為所有使用者都會接收到一樣訊息的部分，個人區則針對個人發言回饋。
4. 完成區:在頁面的最下方，提出宣稱和辯論的地方。編輯區送出後既會到此區，每個句子會有編號以方便回應以及發言者的姓名。

詳見圖 2-4-1。並參考 Corbel (2002) 的「對話推理教學網站(Dialogical Reasoning Educational Web tool，DREW)」設計自動圖示分析系統，可以繪出論點的支持與反對，如圖 2-4-2。

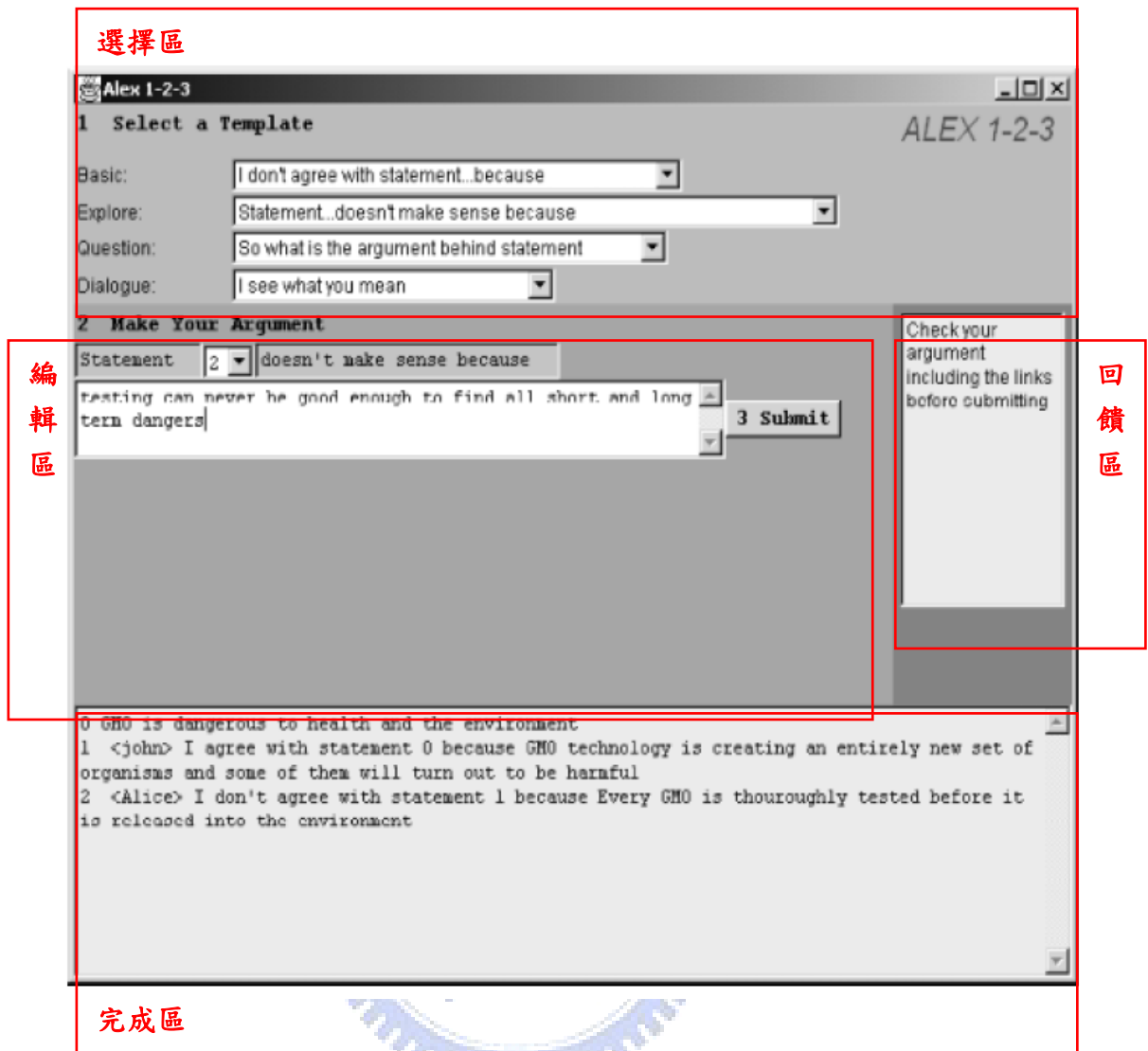


圖 2-4-1 ALEX 論證學習體驗頁面  
(Hirsch, Saedi, & CornillonLitosseliti ,2004)

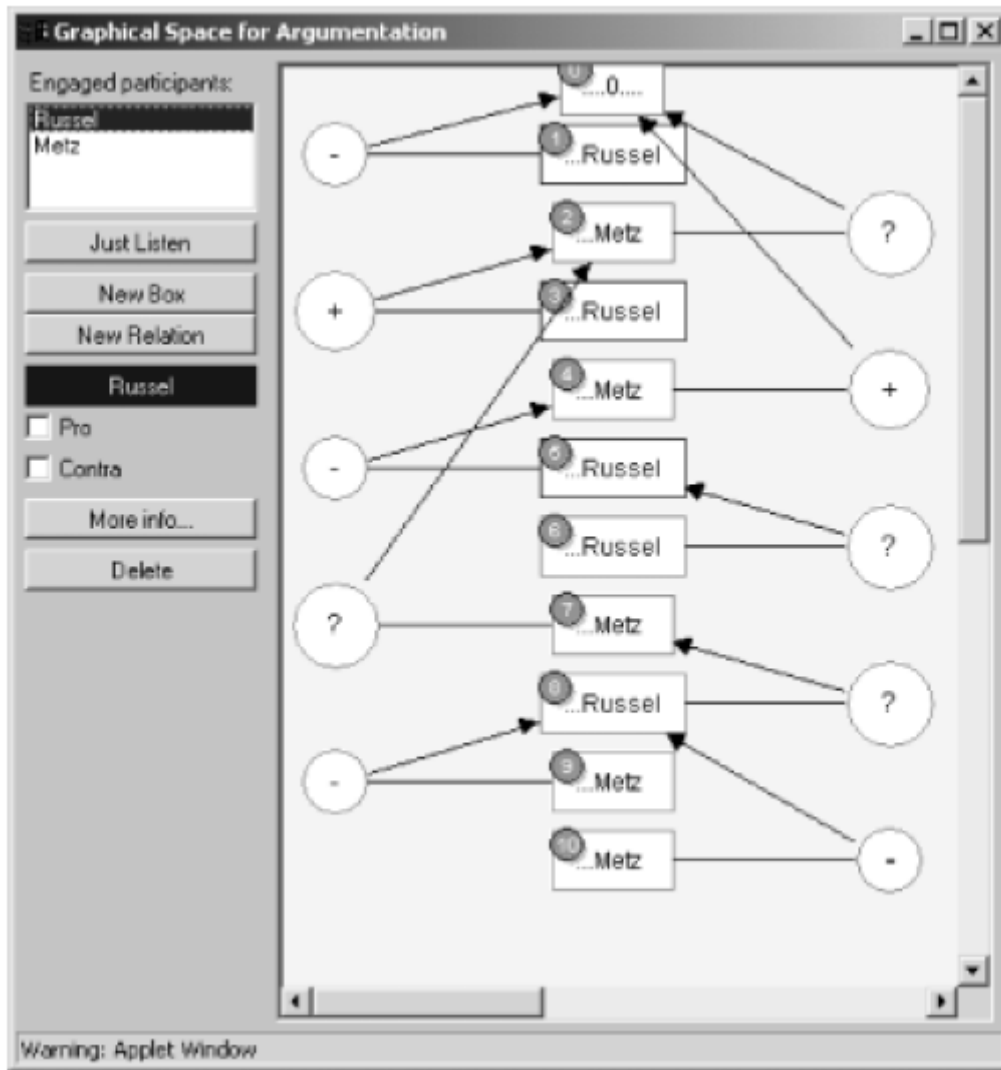


圖 2-4-2 DREW 頁面

本研究參考此系統設計了「科學論證數位學習研究(Research of On-Line Scientific Argumentation)」，學生可利用此系統以 ALEX 的方式進行論證課程，所有發言紀錄將以 DREW 輸出分析，詳述請見第三章。

#### 第四節 小結

科學學習的目標不再僅止於科學知識與科學概念的記憶，更在於強調科學本質的認識與問題解決能力的養成，其不單只在於訓練學生形式邏輯與推理的能力，更重要的是培育學生如何利用這些高層次思考能力來解決問題。綜觀上述可知科學論證強調：

1. 根據已知的概念或證據來解釋未知的現象。
2. 經由與他人的討論來建構新的概念。

極具建構主義精神，與科學知識的形成過程相符。根據先前論述論證可以幫助學生



概念改變，使學生能更深入地將自己的概念參與在活動中，而論證是一種「解釋推理的過程」，論證的架構其實就是在描述「推理的過程」，因此推理對於論證的建構過程以及論證的評量具有重要的地位。在進行論證活動時學生須具備對論證架構的各要素的了解和好論證的特徵才能有好的論證，且現線上論證系統較面對面的論證有更好的論證品質並強調實做科學(doing science)的重要性(Nussbaum & Sinatra, 2003; Shaw, 1996; Zohar & Nemet, 2002; Jimenez-Alexandre et al, 2000; Clark & Sampson, 2007a)。

因此本研究將以論證課程為基礎，並利用數位系統來進行教學研究，希望了解學生如何針對科學概念與實驗提出宣稱、如何使用理論原則為宣稱進行辯護、如何提出證據或理由駁斥小組成員的看法以及如何改變小組成員的觀點。過程中以學生課程前後回答問題的概念來了解學生概念建構的情形，再從論證內容提出論證要素的正確次數與完整次數進而分析學習者經過一學期的數位論證學習課程中論證的品質是否有成長，同時從參與論證的次數與論證要素提出頻率了解學習者的論證本質是否有成長。另設計理化二階層概念測驗、主題相依論證能力測驗與科學推理測驗以評量學習者在數位論證學習課程與傳統教學課程中，科學概念、論證能力與推理能力是否有差異。



## 第三章 研究方法

### 第一節 研究對象

本研究是以新竹市某國中二年級的四個班級學生為對象，學生人數共150人，該國中為常態編班。將學生分為兩組，包括實驗組與對照組各兩個班，其中前者採用數位論證學習課程，後者則為傳統講述式教學。實驗組於電腦教室利用網路進行數位論證學習、於實驗室中分組進行實驗，共74人；而對照組採用傳統教學模式在教室中講述式教學、於實驗室中分組進行實驗，共76人。如表3-1-1。

表 3-1-1 教學模式與人數整理表

項目	組別	
	實驗組	對照組
教學	數位論證學習課程	傳統講述教學
模式	分組實驗	食譜式實驗
人數	74人	76人

由於本研究於九十五年度二年級下學期進行研究，因此為了確保實驗組與對照組學生在自然與生活科技學業成績上無顯著性差異，研究者蒐集這兩組學生在九十五年度上學期自然與生活科技的學期總成績(包含三次段考成績及平時成績)進行獨立樣本T考驗的統計分析，分析結果如表3-1-2。其中新增一位轉學生，缺少上學期自然與生活科技學業成績資料，因此實驗組實際進行課程為74人。

表3-1-2實驗組與對照組學生自然與生活科技學業成績差異檢定摘要表

項目	實驗組		對照組		t值
	平均數	標準差	平均數	標準差	
成績	71.63	18.60	71.18	18.79	.150

註:N=149

### 第二節 研究設計

依據本研究之研究目的與參考相關文獻，研究者採實驗研究法之準實驗設計。本研究問題是探討不同教學模式學生在理化二階層概念、主題相依論證能力、科學推理能力上的差異。自變項為教學模式(實驗組—數位論證學習課程、對照組—傳統教學課程)，依變項為理化二階層概念測驗、主題相依論證能力測驗、科學推理測驗。此外，針對實驗組學生在論證本質與品質以及科學概念建構的成長進行分析，研究架構如圖3-2-1。

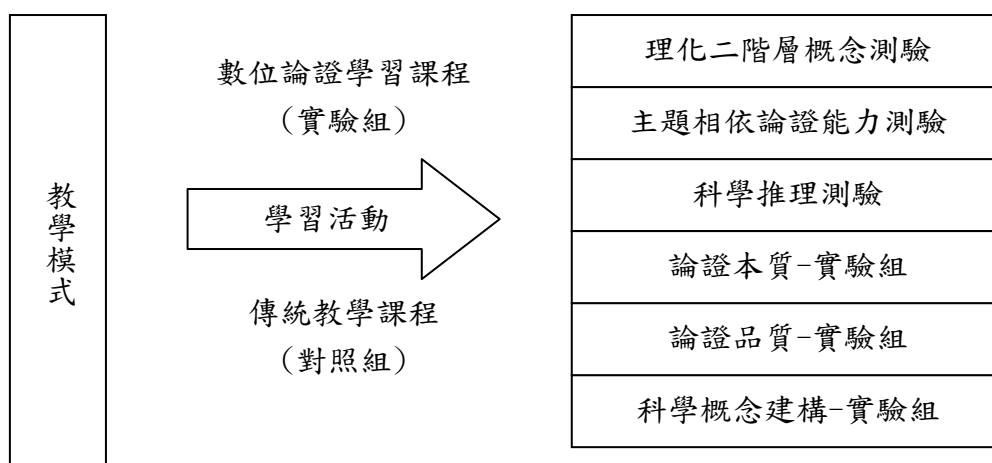


圖 3-2-1 研究架構圖

一、自變項

自變項為教學模式，實驗組採用數位論證學習課程，而對照組則是採用傳統教學課程。

二、依變項

依變項為「理化二階層概念測驗」、「主題相依論證能力測驗」及「科學推理測驗」。

### 第三節 研究流程

本研究流程分為三階段，依序為研究準備、論證教學及資料分析。分述如下：  
 第一階段：首先確立研究目的與問題並蒐集相關文獻。設計測驗工具並確立信效度，以論證理論為基礎設計網路論證課程。  
 第二階段：論證教學階段，針對不同教學模式進行教學前、後各項測驗。教學過程中，實驗組學生藉由網路進行一學期的論證課程；對照組則是進行傳統教學。  
 第三階段：對研究期間所蒐集到的所有資料進行彙整分析與結論報告。  
 研究流程如圖3-3-1:

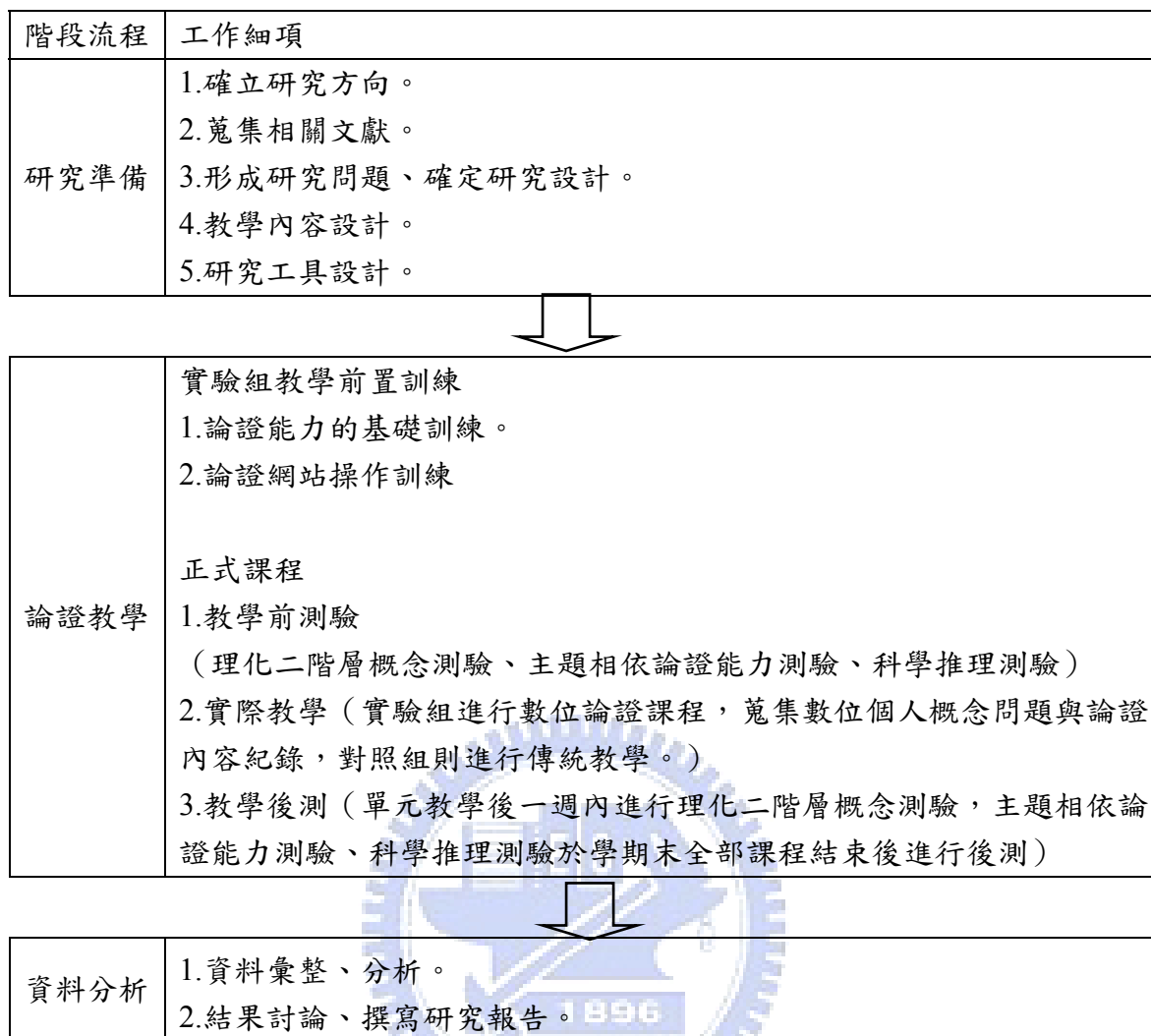


圖 3-3-1 研究流程圖

#### 第四節 研究工具

本研究運用的研究工具有數位論證學習網、理化二階層概念測驗、主題相依論證能力測驗、科學推理測驗，將於下面篇幅逐一說明。

##### 一、數位論證學習網

為配合數位論證學習課程之概念建構教學，研究者參考Hirsch、Saedi、Cornillon和Litosseliti(2004)的「論證學習體驗(Argumentative Learning Experience, ALEX)」建置了「數位論證學習網」。此學習網是以論證理論為依據設計的概念建構學習課程，設計一系列的問題與論證討論。學習者在學習活動進行時透過網際網路連線至本學習網，進行概念建構學習活動。

此學習網建製於「科學論證數位學習研究(Research of On-Line Scientific Argumentation)」的伺服器下，Web Server 是使用Apache Serv，主要程式是使用PHP 語言所撰寫的，再配合MySQL資料庫作為資料儲存系統。網頁內容的動畫及互動模擬道具等功能是以Flash MX 2004及MAYA 程式所製作而成的。網站系統建製完成後，先找數理資優社團的學生進行實驗教學，以測試系統速度與穩定性並找出相關缺失進行修正。

同時針對網站學習內容，由兩位資深國中理化教師與一位科學教育專家進行校對並給予建議，以求教學內容之正確性。

學習網各項功能簡介如下：

1. 學習網站登入首頁：學習者進入「科學論證數位學習研究」網站時，首先需輸入個人帳號、密碼，以登入資料庫系統，記錄學習者的學習狀況。網站課程包含學生課程與教師課程兩部分，學習者進入學生課程後必需根據課程學科點選化學或物理進入學習單元。學習網站登入畫面請參考圖3-4-1。



圖 3-4-1 學習網站登入畫面

2. 學習事件：當學習者開始進行學習時，即進入網路論證學習的一連串學習事件中。學習者必須依照畫面呈現的進度一一進行概念問題及論證學習活動。如圖3-4-2及圖3-4-3。

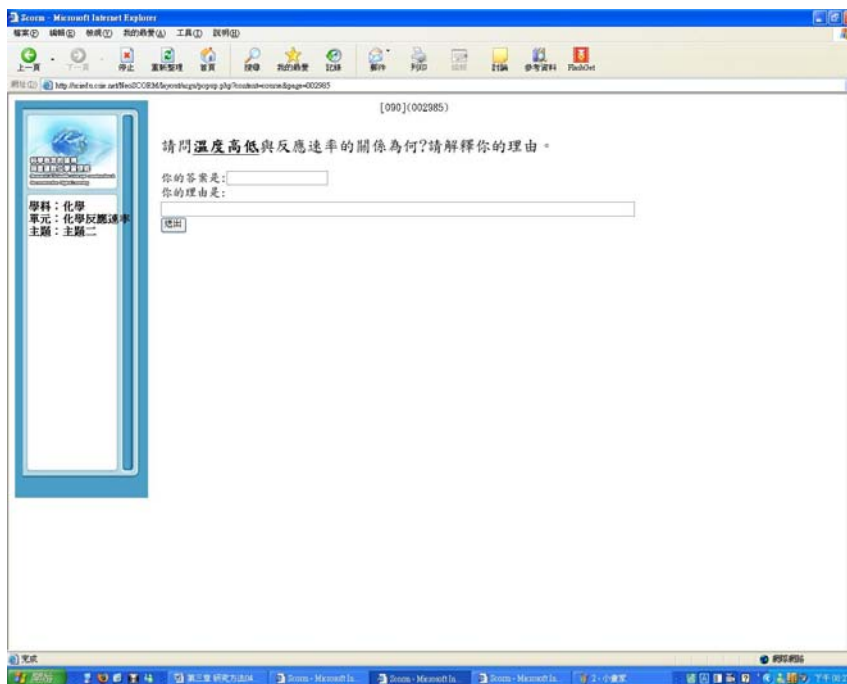


圖 3-4-2 概念問題頁面

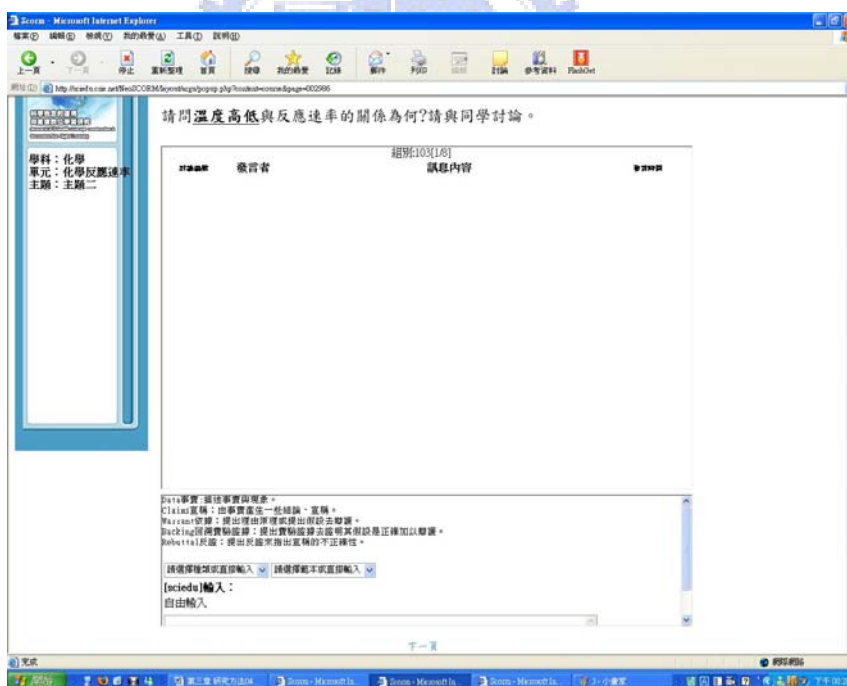


圖 3-4-3 論證學習頁面

3. 論證頁面:論證頁面分成三部分:題目、討論區、輸入區。頁面上面部分列出討論題目，中間部分為小組討論區，呈現小組成員發言的記錄。頁面底部為個人輸入區，輸入區上方是論證要素的定義，學習者必需根據定義判斷其發言的類型，選擇要素種類（如圖 3-4-4）再選擇範本(如圖 3-4-5)，或選擇自由輸入，系統就



會出現範本(如圖 3-4-6)，學生僅需填入空格後即可送出(如圖 3-4-7)，送出後發言後(如圖 3-4-8)即會呈現在同組成員的討論區中(如圖 3-4-9)。論證要素範本是根據 Toulmin (1958；2003)的論證架構分類成:事實(D)、宣稱(C)、依據(W)、支持(B)、反駁(R)，編製時經由三位國中自然與生活科技領域教師與一位科學教育專家檢驗(詳見附錄一)。

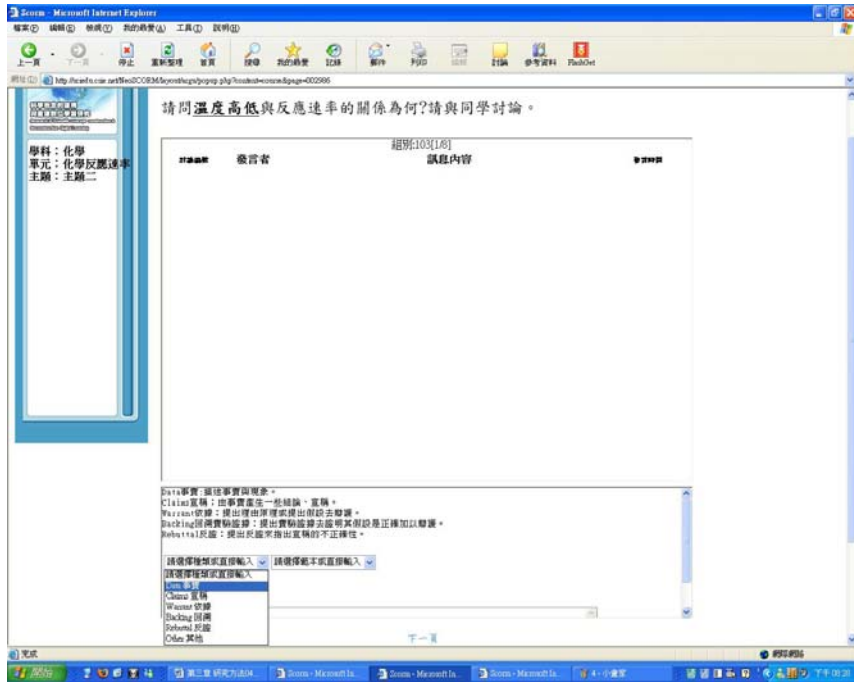


圖 3-4-4 選擇論證要素頁面

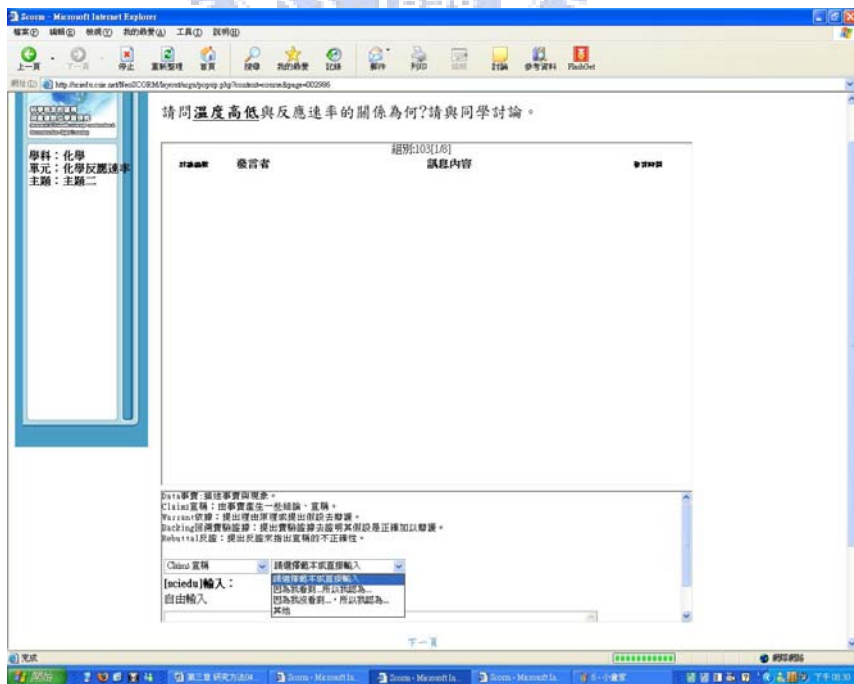


圖 3-4-5 選擇論證要素範本頁面



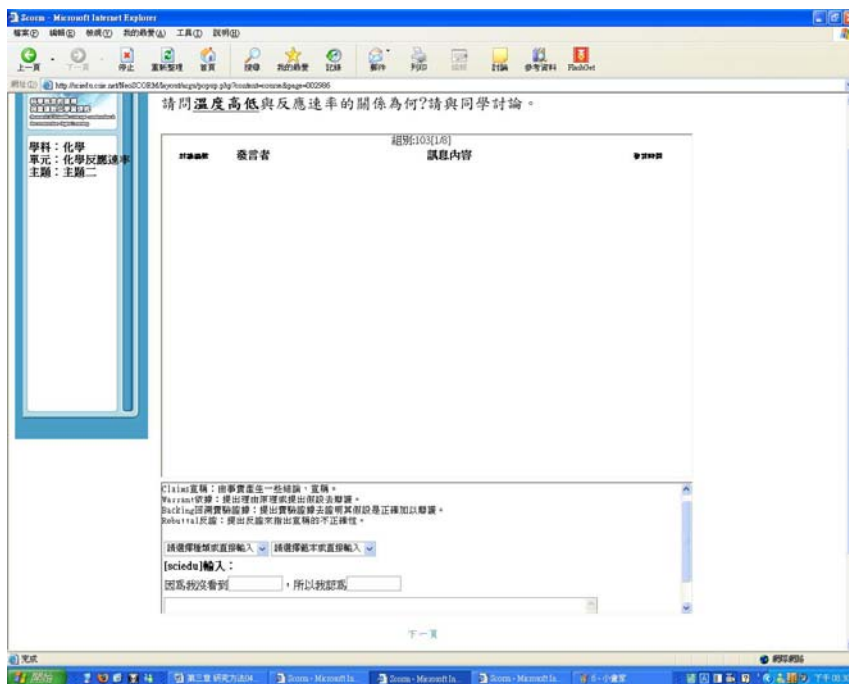


圖 3-4-6 論證要素範本填入頁面

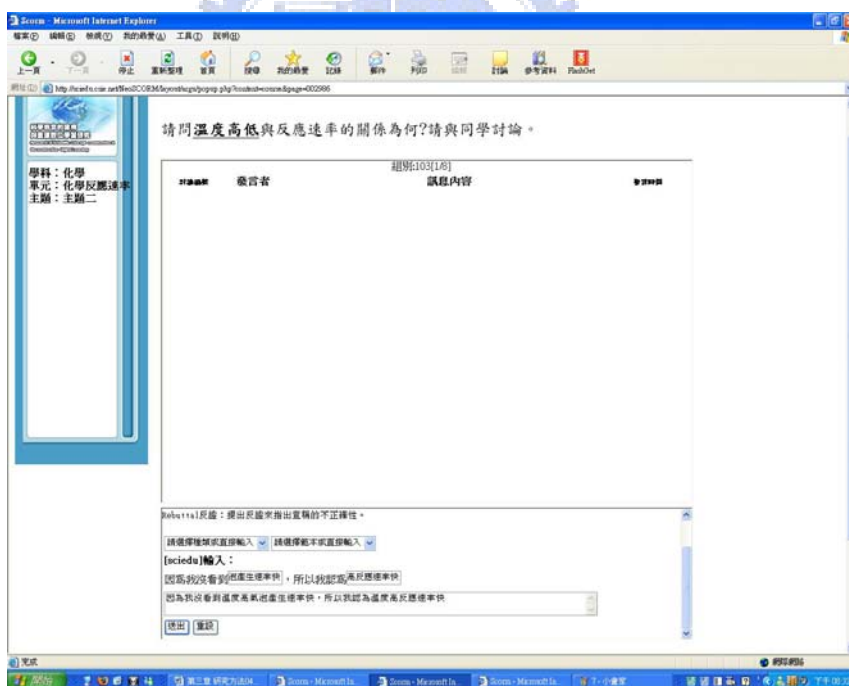


圖 3-4-7 論證要素範本輸出頁面



圖 3-4-8 發言輸出頁面

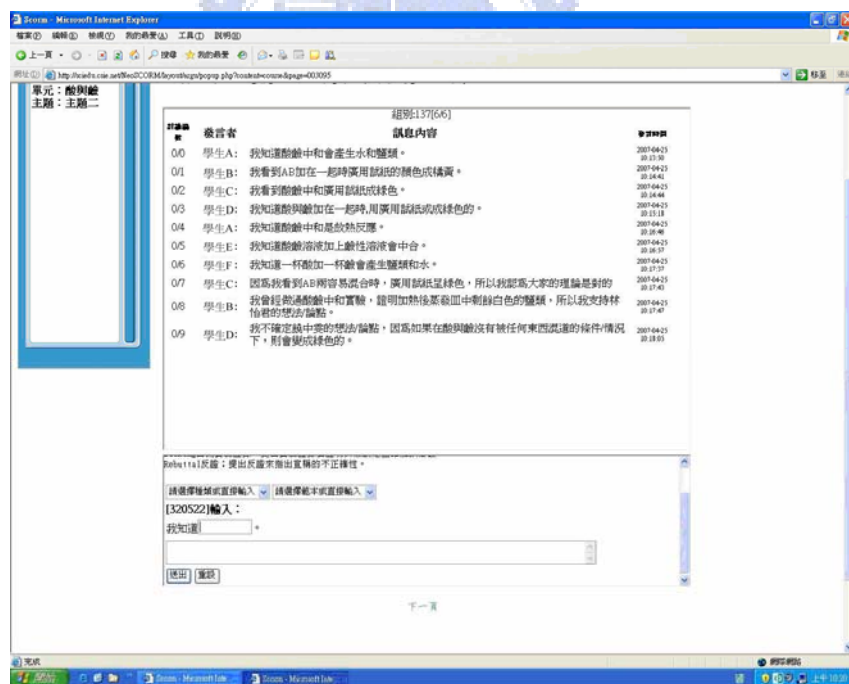


圖 3-4-9 小組論證輸出頁面

## 二、理化二階層概念測驗

本研究目的之一是探討經由不同的教學模式,國二學生在二年級下學期學習科學概念上是否有顯著差異存在。由研究者依據課程內容編製相關的認知部分測驗進行紙本測驗,測驗時間為四十五分鐘。題目共三十五題,共有七個主題,每一主題各有五題。各

題內容為二階選擇題型式，受測者在作答每一題時，必需先選擇第一階段答案的選項，然後在第二階段選擇其理由的選項。範例如下：

第一階段：欲點燃同質量的煤塊或煤粉，哪一個較容易？

- (A) 煤粉容易
- (B) 煤塊容易
- (C) 一樣容易
- (D) 不一定

第二階段：你的理由是？

- (A) 因為都是煤，有效碰撞一樣。
- (B) 煤粉總表面積比較大，產生有效碰撞的機會較大。
- (C) 煤粉濃度比較高，單位體積中所含粒子較多，所以易產生有效碰撞。
- (D) 煤塊與空氣接觸面積較大，易產生有效碰撞。

計分方式必須兩階段都答對才給予一分，總分共三十五分。測驗編製時經由兩位國中自然與生活科技領域教師與一位科學教育專家共同檢驗，以求其專家效度。為求構念效度(construct validity)，則取二年級上學期自然與生活科技成績全班前 33% 為高分組，全班後 33% 為低分組，以前測成績進行檢定，結果顯示 alpha 值為 0.000，達顯著水準，由此可之此份測驗構念效度達理想範圍。另經由施測學校四個班級於教學、後施測，其整體試卷的前、後信度 alpha 值分別為 0.86、0.92，由此可知此份測驗度達理想範圍(詳見附錄二)。

### 三、主題相依能力論證測驗

本研究目的之二是探討經由不同的教學模式，國二學生在二年級下學期學習主題相依論證能力上是否有顯著差異存在。Sadler 與 Fowler (2006)在門檻模式理論(Threshold Model of Content Knowledge Transfer) 提出學科知識會影響論證能力，因此本測驗除了測驗學生對論證要素的認知外亦強調知識內容的正確性。研究者依據數位論證學習課程內容編製成五個主題的相關測驗題目進行紙本測驗，測驗時間為三十分鐘，每一主題各有五題共設計了二十五題，且各題內容採兩階段選擇題型式。每個主題均包含十個敘述，受試者在作答每一題時，第一階段必需根據題目要求選擇出正確的論證要素且科學概念正確的選項，然後在第二階段選擇何以該敘述為事實(D)、宣稱(C)、依據(W)、支持(B)或反駁(R)的理由。範例如下：

老師拿出一團鋼絲絨，放在室溫下，數天後，看到此鋼絲絨變成紅褐色。此時，再拿出另一團鋼絲絨點火，迅速起火燃燒，燃燒後剩下一堆的紅褐色的粉末。

- A:我看到老師加熱一下子鋼絲絨就燒起來了。
- B:我看到靜置數天的鋼絲絨還是有著金屬光澤。
- C:因為鋼絲絨起火燃燒後變成紅褐色粉末，而另一個則靜置室溫數天後變紅褐色，所以我認為兩者的產物應該不一樣。

D:我看到兩邊所剩下的物質都是紅褐色的，所以我認為兩邊所剩下的物質一樣。

第一階段:你認為哪句話是屬於正確的宣稱(claim)?

第二階段:你的理由是 (A) 能陳述現象、事實 (B) 能從所看到的現象提出自己的主張 (C) 能提出原理為自己的主張辯護 (D) 能提出過去的經驗支持自己或別人的論點 (E) 能提出理由指出別人的看法是不正確的

計分方式必須兩階段都答對才給予一分，總分共二十五分。測驗編製時經由兩位國中自然與生活科技領域教師與一位科學教育專家共同檢驗，以求其專家效度。為求構念效度(construct validity)，則取二年級上學期自然與生活科技成績全班前 33%為高分組，全班後 33%為低分組，以前測成績進行檢定，結果顯示 alpha 值為 0.000，達顯著水準，由此可之此份測驗構念效度達理想範圍。另經由施測學校四個班級於教學、後施測，其整體試卷的前、後信度 alpha 值分別為 0.91、0.92，由此可知此份測驗度達理想範圍(詳見附錄三)。

#### 四、科學推理測驗

本研究目的之三是探討經過不同教學方法，國二學生的科學推理能力上是否有顯著差異存在。研究者採用 Lawson 於 1978 年編製、且於 2003 年修訂完成的「Classroom Test of Scientific Reasoning」作為評量施測者的科學推理測驗進行紙本測驗，測驗時間為二十分鐘。內容為二階層選擇題，依據六種推理層次：守恒(conservation)概念、比例思考(proportional thinking)、辨識與變數控制(identification and control of variables)、機率思考(probabilistic thinking)、相關性思考(correlative thinking)、假設演繹(hypothetic-deductive)等共設計成十二題兩階段科學推理題目，其中包括第一階段的答案選項和第二階段的理由選項。範例如下：

第一階段:假設給你兩個相同形狀、重量與大小的黏土球。其中一個球將它壓平成薄煎餅形狀，下列哪一個情況是對的？

- A.薄餅形的黏土重量比另一個球狀黏土的重量還重。
- B.兩個黏土不管形狀如何，它們的重量還是相同。
- C.球狀黏土的重量比薄煎餅狀的黏土重量還要重。

第二階段:你所根據的理由是：

- A.因為薄煎餅狀的黏土面積比較大。
- B.因為同一點往下壓，壓的越平，其重量就會越大。
- C.因為當物體弄成薄餅狀時，會失去一些重量。
- D.因為黏土沒有增加或減少。
- E.因為當物體被弄成平版狀的時候，重量會增加。

計分方式同樣採取答案、理由兩階段都答對才給予一分，總分共十二分。將測驗原文經由四位國中自然與生活科技領域教師編製成中文，再經兩位科學教育專家翻譯成英文與原試題進行效化檢驗。為求構念效度(construct validity)，則取二年級上學期自然與生活科技成績全班前33%為高分組，全班後33%為低分組，以前測成績進行檢定，結果顯示alpha值為0.000，達顯著水準，由此可之此份測驗構念效度達理想範圍。另經由施測學校四個班級於教學、後施測，其整體試卷的前、後信度alpha值分別為0.69、0.74，由此可知此份測驗度達理想範圍 (詳見附錄四)。

## 第五節 教學設計

本研究在國中二年級下學期進行一學期的教學實驗，配合九十五年翰林版自然生活與科技教材共規劃七個主題，包含：接觸面積、濃度對反應速率的影響、溫度與反應快慢、酸鹼的特性、酸鹼反應與鹽類、氧化還原、有機物與無機物的判斷、摩擦力等，共七個主題單元。每次主題視班級課程安排於一至三天內進行，共約二十五堂課(每堂課四十五分鐘)。

課程由與新竹市某公立國中資深教師合作，該教師教學資歷豐富，有 25 年的理化教學經驗，並參與國科會科學教育領域的研究計畫近十年，對教學有相當的熱忱，樂於嘗試不同的教學方法。由該教師與研究者一同進行教學活動，教師主要負責設計課程與建置網頁，課程進行中並無參與學生論證，僅鼓勵發言、提醒實驗注意事項並協助藥品、儀器等硬體資源的取得與維護。

每個主題的教學共分四階段，第一階段是實驗前論證，第二階段是實驗，第三階段是實驗後論證，第四階段是總結，說明如下。

第一階段:實驗前論證階段，約一堂課。利用「數位論證學習網」在每一個主題的實驗前先給予學習者個人的概念問題，引導學習者思考並討論相關概念。此階段討論著重既有的生活經驗、實驗與概念。然後再給予具體問題，請學習者與組員討論，形成「假設」與「變數(包含自變數、應變數及常數)」，請參考圖 3-5-1 及圖 3-5-2。





圖 3-5-1 假設論證頁面

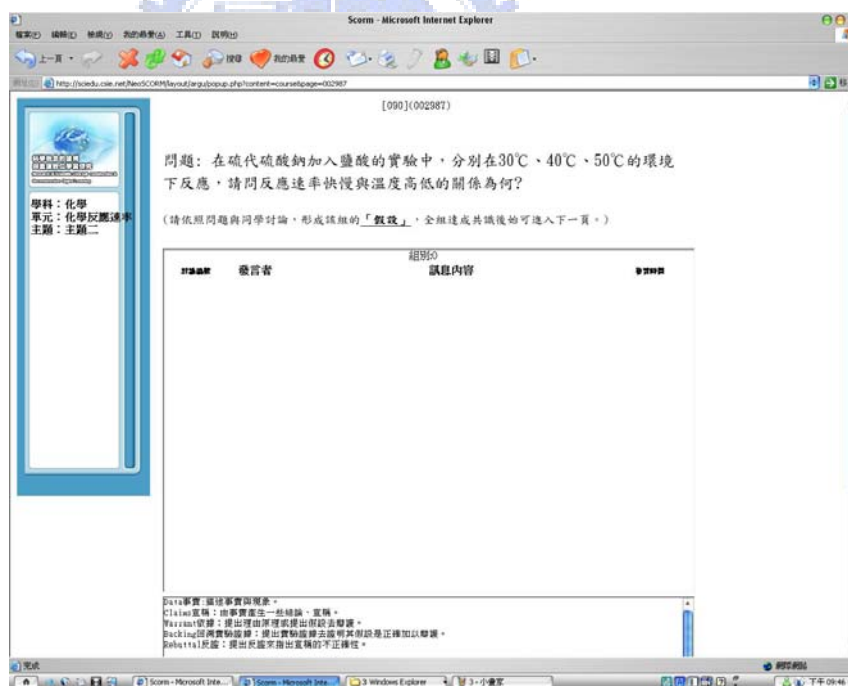


圖 3-5-2 變數論證頁面

第二階段:實驗階段,約一堂課。實驗活動以課本的實驗加以設計或使用具有相同概念的實驗活動。實驗活動中學習者必須根據組內討論出的「假設」與「變數」設計實驗,進入實驗室進行實驗,並觀察、記錄實驗結果,與組員討論問題與結論是否支持假設。



第三階段:實驗後論證階段,約一堂課。利用「數位論證學習網」在實驗後進行論證,請學習者再次回答第一階段的個人概念問題。此階段討論旨在讓學生在實驗後可根據實驗結果進行論證。

第四階段:總結階段,約十五分鐘。整理討論結果並補充具體說明概念(詳細課程內容請見附錄五)。

## 第六節 資料蒐集與分析

本研究蒐集資料測驗部份包含理化二階層概念測驗、主題相依論證能力測驗、科學推理測驗,網站記錄部份包含數位論證記錄、個人問題回答記錄。測驗部分的數據資料分析主要是以SPSS 10.0 套裝軟體進行統計分析。另外針對數位論證學習歷程是由研究者逐一分析受試者的答案與論證內容,再彙整進行統計分析。

### 一、測驗資料分析

#### (一) 理化二階層概念測驗

以「教學模式」變項進行單因子共變數分析(One-way ANCOVA)。資料分析時,以「教學模式」為自變項,共變量為「理化二階層概念前測成績」,依變項為「理化二階層概念後測」,比較教學模式(實驗組—數位論證學習課程、對照組—傳統學習課程)在後測的成績有何差異。

#### (二) 主題相依論證能力測驗

以「教學模式」變項進行單因子共變數分析(One-way ANCOVA)。資料分析時,以「教學模式」為自變項,共變量為「主題相依論證能力前測成績」,依變項為「主題相依論證能力後測」,比較教學模式(實驗組—數位論證學習課程、對照組—傳統學習課程)在後測的成績有何差異。

#### (三) 科學推理能力測驗

以「教學模式」變項進行單因子共變數分析(One-way ANCOVA)。資料分析時,以「教學模式」為自變項,共變量為「科學推理能力前測成績」,依變項為「科學推理能力後測」,比較教學模式(實驗組—數位論證學習課程、對照組—傳統學習課程)在後測的成績有何差異。

### 二、數位學習歷程分析

#### (一) 數位論證學習課程學習前後的概念建構

針對問題的概念分成「正確—C(Correct)」、「部分正確—PC(Partial Correct)」與「不正確—IC(Incorrect)」,以T檢定比較學習者前後概念的改變,再統計概念正確(C)、部分正確(PC)和不正確(IC)升降的情形。針對個人概念建構情形,分析個人概念「進步」、「維持」或「退步」。定義由不正確(IC)到部分正確(PC)或不正確(IC)到正確(C),以及由部分

正確(PC)到正確(C)均為「進步」。而正確(C)到正確(C)，或部分正確(PC)到部分正確(PC)或不正確(IC)到不正確(IC)，前後不變則為「維持」。由正確(C)、部分正確(PC)到不正確(IC)或部分正確(PC)到不正確(IC)均為「退步」。評分者信度為0.95達理想範圍。

## (二) 論證之概念正確性

針對論證內容加以分析，把每一句討論的概念分成「正確-C(Correct)」、「部分正確-PC(Partial Correct)」與「不正確-IC(Incorrect)」，主要從概念正確性與完整性來判斷，並評估與問題相關性、邏輯性合理性做出最後的評斷。如：在 A7-1:「你認為有哪些因素會影響摩擦力呢?這些因素會如何影響摩擦力呢?」，若提出「重量與摩擦力有關」但未明確指出該變因與摩擦力之間的關係，因此為部分正確(PC)；若能清楚描述兩者間的關係則為正確(C)，如：「重量越重，摩擦力越大」。若有學習者在同一句陳述多個概念，如：「摩擦力與重量、表面性質、接觸面積都有關，重量越重，摩擦力越大」，則分開計算：「重量越重，摩擦力越大」為正確(C)；「摩擦力表面性質有關」為部分正確(PC)；「摩擦力與接觸面積都有關」則為不正確(IC)，總計三個概念。分析後再統計正確(C)、部分正確(PC)和不正確(IC)概念的增減情形。評分者信度為 0.91 達理想範圍。

## (三) 論證過程中論證本質與品質的改變

### 1. 參與論證的次數

以學習者平均在每次論證參與的次數進行重複量數分析(Repeated Measures ANOVA)，以了解在數位論證學習課程中主題一到主題七參與論證的次數是否有成長。

### 2. 論證要素分類正確性、論證要素完整性與使用各論證要素次數

分析時是由研究者將其討論句子內容先判斷論證要素分類正確性，若分類不正確者，再將其重新分類，學習者與研究者分類相同則為分類正確為 C (Correct)，不同則為不正確 IC (Incorrect)。再根據新的分類判斷其論證是否完整，完整為 CP(Complete)，不完整為 ICP(Incomplete)。依據標準如下：

#### (1) 事實(Data-D)

當學習者直接描述事實與現象的資料或數據為事實(D)。若直接且清楚描述觀察的結果則為完整(CP)，如：「我看到顆粒小冒出氣體速度越快」。若描述不甚確實，如：「我看到顆粒小反應一下就結束」，則為不完整(ICP)。

#### (2) 宣稱(Claim -C)

根據事實提出一些結論、宣稱為宣稱(C)。若從所觀察到的現象或事實提出宣稱則為完整(CP)，如：「因為我看到顆粒小冒出氣體速度越快，所以我認為顆粒越小反應速率越快。」。若直觀地提出宣稱而沒有事實根據則為不完整(ICP)，如：「我認為顆粒小反應速率快」。

#### (3) 依據(Warrant -W)

用來連接事實與宣稱、結論的理由為依據(W)。與宣稱(C)的區分在於宣稱(C)根據為觀察的現象或數據，而依據(W)的根據為理論性的概念。完整(CP)的依據(W)需提出理論解釋宣稱(C)並需反應已有的宣稱(C)，如：「依據碰撞學說的特性/原理定義，得知顆粒越

小，接觸面積大，有效碰撞機會多，反應速率快，我同意/贊成 XXX 的想法」。若無法提出完整的理論解釋宣稱(C)只是回應已有的宣稱(C)則為不完整(ICP)，如：「顆粒小接觸面積大，所以顆粒越小反應速率越快，我同意 XXX 的說法」。

#### (4) 支持(Backing -B)

支持依據的基本假設，提出實驗證據或生活經驗去證明其假設是否正確加以辯護則為支持(B)。提出相關經驗來支持已有宣稱則為完整(CP)，如：「我曾經有泡咖啡丟砂糖溶解比冰糖快的經驗，砂糖顆粒較冰糖小所以溶解快，得知顆粒越小反應速率越大，所以我支持 XXX 的想法/論點。」。若僅提出相關經驗但未說明其支持的宣稱，或未連結經驗與宣稱間的關係則為不完整(ICP)，如：「我曾經有泡咖啡丟砂糖溶解比冰糖快的經驗，得知顆粒越小反應速率越大。」或「我曾經有泡咖啡丟方糖溶解比砂糖快的經驗，所以我支持 XXX 的想法。」

#### (5) 反駁(Rebuttal -R)

提出反駁來指出宣稱的不正確性則為反駁(R)，此部分不論反駁的概念是否正確，只要提出理由反駁他人概念則為反駁(R)，如：「我不同意/贊成 XXX 的想法/論點，因為不符合方糖顆粒較細溶解較快的原理/論點。」為完整(CP)。若僅反駁他人，而未提出明確的理由指出其錯誤之處則為不完整(ICP)，如：「我不同意 XXX 的說法，因為不符合科學的原理。」。

分析主題一到主題七平均每個論證內容的論證要素分類正確性與論證要素完整性的次數與比率後進行重複量數分析(Repeated Measures ANOVA)，以了解其在數位論證學習課程中論證品質是否成長。論證要素分類正確性評分者信度為 0.96，論證要素完整性評分者信度為 0.89 均達理想範圍。

### 3.使用論證要素次數

平均學習者每次論證中運用論證各要素的頻率，分別就事實(D)、宣稱(C)、依據(W)、支持(B)與反駁(R)進行重複量數分析(Repeated Measures ANOVA)，以了解在數位論證學習課程中主題一到主題七使用各要素的次數是否有成長，即論證本質是否成長。論證要素分類評分者信度為 0.91 達理想範圍。

#### (四) 網路論證質性資料分析

選擇一組在數位論證學習課程中成長較明顯的論證內容，以具體了解學習者在數位論證學習課程的前、中、後的論證情形。以個人概念問題與論證內容概念正確性具體了解概念建構情形。再以參與論證次數、使用論證各要素次數、論證要素分類正確性以及論證要素完整性，比較該組概念建構、論證品質及本質與實驗組整體比較之情況，同時探討其是否可針對該主題概念確實進行論證。

## 第四章 研究結果與討論

本章將分兩部份，第一部分是數位論證學習課程測驗之成效分析，第二部份是數位論證學習歷程分析，逐一針對研究問題與假設進行驗證，並配合質性資料以具體了解學習者論證學習情況為目的。

### 第一節 數位論證學習課程測驗之成效分析

本節將針對實驗組與對照組在理化二階層概念測驗、主題相依論證能力測驗與科學推理測驗在不同教學模式下表現的差異，以及三份能力測驗間的相關性逐一討論。

#### 一、概念建構之成效分析

此部分乃回答研究問題一：「不同的教學模式(實驗組—數位論證學習課程、對照組—傳統學習課程)對學習者在科學概念的建構有何差異？」進而以敘述性統計與推論性統計呈現其結果。

##### (一) 理化二階層概念測驗之敘述性統計分析

針對教學模式(實驗組、對照組)的理化二階層概念測驗成績(前測、後測)進行敘述性統計分析，結果如表 4-1-1。

表 4-1-1 理化二階層概念測驗之敘述性統計分析

	N	前測		後測		後測-前測
		M	SD	M	SD	平均差
實驗組	75	12.15	6.50	20.87	7.23	8.72
對照組	76	12.47	6.48	17.72	9.85	5.25

由表 4-1-1 顯示實驗組與對照組於後測成績上明顯高於前測成績，且前後測平均差呈現實驗組(8.72)比對照組(5.25)學生高，因此由表 4-1-1 顯示實驗組教學成效優於對照組。以理化二階層概念前測成績進行兩組的同質性假設之檢定 Leven 統計量  $F(1,150)=0.00$ ， $p=0.990$ ，未違反同質性假設，表示兩組樣本沒有顯著差異。

##### (二) 理化二階概念測驗之推論統計分析

將「教學模式」變項進行單因子共變數分析(One-way ANCOVA)。資料分析時，以「教學模式」為自變項，共變量為「理化二階層概念前測成績」，依變項分別為「理化二階層概念後測」，呈現於表 4-1-2。



表 4-1-2 教學模式對理化二階層概念測驗之共變數分析

變異來源	SS	df	MS	F	事後比較
共變量 (前測成績)	135.87	1	135.87	1.83	
組間	361.33	1	361.33	4.86*	實驗組>對照組
組內 (誤差)	11012.00	148	74.41		( $p=.029$ )
全體	11509.2	150			

\* $p<.05$ , \*\* $p<.01$ , \*\*\* $p<.001$

根據表 4-1-2,  $F(1,148)=4.86$ ,  $p=0.029$ , 且事後比較顯示實驗組優於對照組且達顯著性即「數位論證學習課程」概念建構效果較「傳統學習課程」佳, 結果支持研究假設 1-1 「不同教學模式學生的科學概念的建構 (後測) 達顯著差異」。

## 二、論證能力學習之成效分析

此部分針對研究問題二：「不同的教學模式(實驗組—數位論證學習課程、對照組—傳統學習課程)對學習者在主題相依論證能力有何差異？」進而以敘述性統計與推論性統計呈現其結果。

### (一)主題相依論證能力測驗之敘述性統計分析

針對教學模式(實驗組、對照組) 的主題相依論證能力測驗成績(前測、後測)進行敘述性統計分析, 結果如表 4-1-3。

表 4-1-3 論證主題相依能力之敘述性統計分析

	N	前測		後測		後測-前測
		M	SD	M	SD	平均差
實驗組	75	8.77	5.93	10.71	6.64	1.94
對照組	68	3.43	4.81	4.90	5.15	1.47

由表 4-1-3 顯示實驗組與對照組於後測成績上明顯高於前測成績, 且前後測平均差呈現實驗組(1.94)比對照組(1.47)學生高, 因此由表 4-2-1 顯示實驗組論證能力成長優於對照組。然而因實驗組在前置訓練後才進行前測, 因此前測成績明顯大於對照組, 因此進行單因子變異數分析。

### (二)主題相依論證能力測驗之推論統計分析

將教學模式變項進行單因子共變數分析(One-way ANCOVA)。資料分析時, 以「教學模式」為自變項, 共變量為「主題相依論證能力前測成績」, 依變項分別為「主題相依論證能力後測」。顯示同質性假設之檢定 Leven 統計量  $F(1,141)=8.17$ ,  $p=0.005$ , 違反同質性假設, 表示兩組樣本具有明顯差異, 其共變數分析摘要表呈現於表 4-1-4。

表 4-1-4 教學模式對主題相依論證能力之共變數分析

變異來源	SS	df	MS	F	事後比較
共變量 (前測成績)	1589.15	1	1589.15	64.59 <sup>***</sup>	
組間	179.06	1	179.06	7.28 <sup>**</sup>	實驗組>對照組
組內 (誤差)	3444.68	140	24.61		( $p=0.008$ )
全體	5212.89	142			

\* $p<0.05$ , \*\* $p<0.01$ , \*\*\* $p<0.001$

由上表得知  $F(1,140)=7.28$ ,  $p=0.008$ , 且事後比較顯示實驗組優於對照組且達顯著性, 即「數位論證學習課程」主題相依論證能力成長較「傳統學習課程」多, 結果支持研究假設 2-1 「不同教學模式學生的主題相依論證能力 (後測) 達顯著差異」。

### 三、科學推理能力學習之成效分析

此部分乃回答研究問題三:「不同的教學模式(實驗組—數位論證學習課程、對照組—傳統學習課程)對學習者在科學推理能力有何差異?」進而以敘述性統計與推論性統計呈現其結果。

#### (一) 科學推理測驗之敘述性統計分析

針對教學模式(實驗組、對照組)的科學推理測驗成績(前測、後測)進行敘述性統計分析, 結果如表 4-1-5。

表 4-1-5 科學推理測驗之敘述性統計分析

	N	前測		後測		後測-前測
		M	SD	M	SD	平均差
實驗組	70	3.99	2.06	4.61	2.29	0.62
對照組	74	2.72	2.24	3.20	2.48	0.48

由表 4-1-5 顯示實驗組與對照組於後測成績上明顯高於前測成績, 且前後測平均差呈現實驗組(0.62)比對照組(0.48)學生高, 因此由表 4-3-1 顯示實驗組教學成效優於對照組。以科學推理前測成績進行兩組的同質性假設之檢定 Leven 統計量  $F(1,147)=0.932$ ,  $p=0.336$ , 未違反同質性假設, 表示兩組樣本沒有顯著差異。

#### (二) 科學推理測驗之推論統計分析

將教學模式變項進行單因子共變數分析(One-way ANCOVA)。資料分析時, 以「教學模式」為自變項, 共變量為「科學推理測成績」, 依變項為「科學推理後測」。顯示同質性假設之檢定 Leven 統計量  $F(1,142)=1.38$ ,  $p=0.242$ , 未違反同質性假設, 表示兩組



樣本沒有明顯差異，其共變數分析摘要表呈現於表 4-1-6。

表 4-1-6 教學模式對科學推理測驗之共變數分析

變異來源	SS	df	MS	F	事後比較
共變量 (前測成績)	47.01	1	47.01	8.68**	
組間	38.01	1	38.01	7.02**	實驗組>對照組
組內 (誤差)	763.54	141	5.415		( $p=.009$ )
全體	848.56	143			

\* $p<.05$ , \*\* $p<.01$ , \*\*\* $p<.001$

由表 4-1-6 得知  $F(1,141)=7.02$ ,  $p=0.009$ ，且事後比較顯示實驗組優於對照組且達顯著性，即「數位論證學習課程」概念建構效果較「傳統學習課程」佳，結果支持研究假設 3-1「不同教學模式學生的科學推理能力(後測)達顯著差異」。

#### 四、相關分析

為了解理化二階層概念、主題相依論證能力與推理能力間是否有相關，因此進行理化二階層概念測驗、主題相依論證能力測驗與推理能力測驗的前測與後測六組資料的相關(Correlation)分析。然因對照組不似實驗組同時進行論證與概念學習活動，對照組只有進行概念教學，可能影響分析結果，因此僅以實驗組的資料進行分析，結果如表 4-1-7。

表 4-1-7 實驗組概念、論證與推理相關表

	概念前	論證前	推理前	概念後	論證後	推理後
概念前	--					
論證前	.44**	--				
推理前	.46**	.46**	--			
概念後	-.17	-.05	-.04	--		
論證後	.57**	.48**	.36**	-.34**	--	
推理後	-.23	-.01	-.17	.04	-.12	--

由表 4-1-7 可得知論證後測分別與概念前測、論證前測、推理前測進行相關分析，結果顯示相關係數分別為 0.57、0.48、0.36 的相關，其中論證後測與概念前測以及論證後測與論證前測為中度相關，論證後測與推理前測為低度相關。因此進一步進行逐步迴歸分析(Stepwise Multiple Regression)。分析時以論證後測為依變數，概念前測、論證前測、推理前測為自變數，分析結果如表 4-1-8。

表 4-1-8 論證後測逐步迴歸分析摘要表

論證後測	標準化係數 (Beta 分配)	R	R <sup>2</sup>	t	p
概念前測	.41	.54	.29	3.92 <sup>***</sup>	.000
論證前測	.31	.07	.08	2.95 <sup>**</sup>	.004

\* $p < .05$ , \*\* $p < .01$ , \*\*\* $p < .001$

根據表 4-1-8，概念前測預測論證後測的標準化係數為 0.41,  $t=3.92$ ,  $p=0.000$  達顯著，表示概念前測越高，論證後測越高。 $R^2=0.29$ ，表示概念前測對論證後測的預測力為 29%。論證前測預測論證後測的標準化係數為 0.31,  $t=2.95$ ,  $p=0.004$  達顯著，表示論證前測越高，論證後測越高。 $R^2=0.08$ ，表示論證前測對論證後測的預測力為 8%。而推理前測成績的解釋力則未達顯著，所以在逐步分析中此變項遭剔除。此反映論證能力與概念息息相關，若缺乏概念的支持則論證能力低。

## 五、小結

從理化二階層概念測驗進行單因子共變數分析，得知實驗組比對照組佳，即「數位論證學習課程」概念建構效果較「傳統學習課程」好，結果支持研究假設 1-1 「不同教學模式學生的科學概念的建構 (後測) 達顯著差異」。從主題相依論證能力測驗發現實驗組學習成效優於對照組且達顯著性，即「數位論證學習課程」主題相依論證能力成長較「傳統學習課程」多，結果支持研究假設 2-1 「不同教學模式學生的主題相依論證能力 (後測) 達顯著差異」。從科學推理測驗發現實驗組學習成效優於對照組且達顯著性，即「數位論證學習課程」科學推理能力成長較「傳統學習課程」多，結果支持研究假設 3-1 「不同教學模式學生的科學推理能力 (後測) 達顯著差異」。從三份能力測驗的相關分析中得知概念前測、論證前測與推理前測均與論證後測有相關，再進行逐步迴歸分析發現概念前測對論證後測具有最佳的預測力，其次是論證前測。

## 第二節 數位論證學習歷程分析

本節將探討透過「數位論證學習網站」紀錄的學生學習歷程，從個人問題概念正確性、論證內容概念正確性、論證本質與品質以及質性資料討論，論證本質包含參與論證的次數、論證要素分類正確性、論證要素完整性以及各要素在一學期課程中使用的頻率。

### 一、數位論證學習課程學習前後的概念建構

為了解學習者在「數位論證學習課程」學習前後概念建構，本研究在課程(論證與實驗)的前後請學習者回答概念問題，流程為：課程前問題、實驗前論證、實驗、實驗後論證、課程後問題，首先針對問題的概念分成「正確—C(Correct)」、「部分正確—PC(Partial Correct)」與「不正確—IC(Incorrect)」，比較學習者前後概念的改變。表 4-2-1

呈現七個主題共十三個概念問題的敘述性統計與 T 值。

表 4-2-1 個人問題概念正確性之敘述性統計與T值

	前		後		平均差	T	Sig
	M	SD	M	SD			
Q1-1							
C	.20	.40	.67	.47	.47	6.25***	.000
PC	.56	.50	.29	.46	-.27	-3.07**	.003
IC	.24	.43	.03	.17	-.21	-4.01***	.000
Q1-2							
C	.23	.43	.59	.49	.36	5.30***	.000
PC	.67	.47	.30	.46	-.36	-4.70***	.000
IC	.10	.30	.10	.30	.00	.00	1.000
Q2-1							
C	.31	.47	.69	.47	.37	5.23***	.000
PC	.64	.48	.31	.47	-.33	-4.36***	.000
IC	.03	.17	.00	.00	-.03	-1.43	.159
Q3-1							
C	.08	.27	.44	.50	.35	4.86***	.000
PC	.84	.37	.48	.50	-.35	-4.63***	.000
IC	.08	.27	.05	.22	-.03	-.70	.484
Q4-1							
C	.00	.00	.23	.42	.23	4.52***	.000
PC	.93	.26	.77	.42	-.16	-2.63*	.011
IC	.07	.26	.00	.00	-.07	-2.30*	.024
Q5-1							
C	.26	.44	.66	.48	.40	6.21***	.000
PC	.05	.23	.16	.37	.11	2.38*	.020
IC	.68	.47	.18	.39	-.51	-8.17***	.000
Q5-2							
C	.07	.25	.41	.50	.34	5.78***	.000
PC	.37	.49	.38	.49	.01	.19	.849
IC	.56	.50	.21	.41	-.36	-5.19***	.000
Q6-1							
C	.86	.34	.86	.34	.00	.00	1.000
PC	.12	.33	.12	.33	.00	.00	1.000
IC	.01	.12	.01	.12	.00	.00	1.000
Q6-2							

	C	.08	.27	.23	.42	.15	2.62*	.011
	PC	.80	.40	.72	.45	-.08	-1.42	.159
	IC	.12	.33	.05	.23	-.07	-1.40	.167
Q7-1								
	C	.14	.35	.24	.43	.10	1.721	.090
	PC	.83	.38	.76	.43	-.07	-1.150	.254
	IC	.03	.17	.00	.00	-.03	-1.424	.159
Q7-2								
	C	.16	.37	.26	.44	.10	1.47	.146
	PC	.67	.47	.71	.46	.04	.52	.605
	IC	.16	.37	.03	.16	-.14	-2.79	.007
Q7-3								
	C	.18	.38	.32	.47	.15	2.48*	.015
	PC	.76	.43	.64	.48	-.12	-1.83	.072
	IC	.07	.25	.04	.20	-.03	-.71	.483
Q7-4								
	C	.59	.49	.64	.48	.04	.58	.567
	PC	.39	.49	.32	.47	-.07	-1.00	.321
	IC	.04	.20	.04	.20	.00	.00	1.000

(註: Q1-1:概念問題 1-1。C:正確、PC:部分正確、IC:不正確)

由表 4-2-1 可知，學習者的概念正確性在十三題中有十二題即 92% 的正確(C)的概念均為增加，其中九題即 69% 達顯著性，可知經由數位論證學習課程可以增加學生擁有的正確概念。部分正確(PC)的概念平均值有 69% 減少，其中有 38% 減少達顯著性。推論部分正確(PC)減少是因為原本的部分正確(PC)的概念進步到正確(C)的概念。如:問題 7-2 「你認為有哪些因素會影響摩擦力呢?這些因素會如何影響摩擦力呢?」，在此題學生必需回答兩個以上的變因並清楚描述變因與摩擦力的關係才算完全正確(C)，而學生 320503 課程前回答:「(影響摩擦力的因素有)表面的光滑度，越不光滑摩擦力越大」為部分正確(PC)，課程後回答:「(影響摩擦力的因素有)重量、滑動或滾動、材質。愈重摩擦力愈大、滑動的摩擦力大於滾動、材質愈粗摩擦力愈大。」為正確(C)。在不正確(IC)的概念的部分，整體而言有 77% 減少，其中有 38% 達顯著性，表示課程可以減少不正確(IC)的概念。因有部份原本在不正確(IC)的概念到部分正確(PC)的概念，如:學生 320507 課程前回答:「(影響摩擦力的因素有)接觸面積，依照(物體)表面積不同而影響(摩擦力)」為不正確(IC)概念，課程後回答:「(影響摩擦力的因素有)重量，依照(物體)數目影響(摩擦力)」為部分正確(PC)。由此可知本「數位論證學習課程」有助於學習者概念建構並降低錯誤概念。整體概念正確性改變情形如表 4-2-2。

表 4-2-2 個人概念問題正確性改變統計

	正確(C)		部分正確(PC)		不正確(IC)							
	增加	減少	增加	減少	增加	減少						
	題數	比率	題數	比率	題數	比率						
平均值變化	12	92%	0	0%	3	23%	9	69%	0	0%	10	77%
平均值變化達顯著性	9	69%	0	0%	1	8%	5	38%	0	0%	5	38%

針對個人概念建構情形，定義由不正確(IC)到部分正確(PC)或不正確(IC)到正確(C)，以及由部分正確(PC)到正確(C)均為「進步」。而正確(C)到正確(C)，或部分正確(PC)到部分正確(PC)或不正確(IC)到不正確(IC)，前後不變則為「維持」。由正確(C)、部分正確(PC)到不正確(IC)或部分正確(PC)到不正確(IC)均為退步。在十三個問題中統計學習者個人概念建構人數與比率如表 4-2-3 與圖 4-2-1。



表 4-2-3個人問題概念建構人數與比率

	進步								維持								退步							
	IC-C		PC-C		I-PC		總計		C-C		PC-PC		IC-IC		總計		C-PC		PC-IC		C-IC		總計	
	人數	比率	人數	比率	人數	比率	人數	比率	人數	比率	人數	比率	人數	比率	人數	比率	人數	比率	人數	比率	人數	比率	人數	比率
1-1	8	12%	30	43%	8	12%	46	67%	9	13%	8	12%	1	1%	18	26%	4	6%	0	0%	1	1%	5	7%
1-2	3	4%	25	36%	4	6%	32	46%	13	19%	15	22%	0	0%	28	41%	2	3%	6	9%	1	1%	9	13%
2-1	0	0%	29	42%	2	3%	31	45%	18	26%	16	23%	0	0%	34	49%	4	6%	0	0%	0	0%	4	6%
3-1	2	3%	23	38%	3	5%	28	46%	2	3%	26	43%	0	0%	28	46%	1	2%	1	2%	2	3%	4	7%
4-1	1	1%	15	21%	4	6%	20	28%	0	0%	50	71%	0	0%	50	71%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
5-1	29	40%	2	3%	9	12%	40	55%	17	23%	2	3%	12	16%	31	42%	1	1%	0	0%	1	1%	2	2%
5-2	17	23%	9	12%	13	18%	39	53%	4	5%	14	19%	11	15%	29	39%	1	1%	4	5%	0	0%	5	6%
6-1	0	0%	7	9%	1	1%	8	10%	57	77%	1	1%	0	0%	58	78%	7	9%	1	1%	0	0%	8	10%
6-2	6	8%	9	12%	3	4%	18	24%	2	3%	47	64%	0	0%	49	67%	3	4%	3	4%	1	1%	7	9%
7-1	0	0%	12	17%	2	3%	14	20%	5	7%	47	66%	0	0%	52	73%	5	7%	0	0%	0	0%	5	7%
7-2	2	3%	13	18%	10	14%	25	35%	4	5%	34	47%	0	0%	38	52%	8	11%	2	3%	0	0%	10	14%
7-3	0	0%	16	22%	5	7%	21	29%	8	11%	39	53%	0	0%	47	64%	3	4%	1	1%	2	3%	6	8%
7-4	2	3%	15	20%	1	1%	18	24%	32	42%	14	18%	0	0%	46	60%	9	12%	0	0%	3	4%	12	16%
平均	5.38	7%	15.77	23%	5.00	7%	26.15	37%	13.15	18%	24.08	34%	1.85	2%	39.08	54%	3.69	5%	1.38	2%	0.85	1%	5.92	8%

(註:C:正確、PC:部分正確、IC:不正確；IC-C:(前測)不正確-(後測)正確)



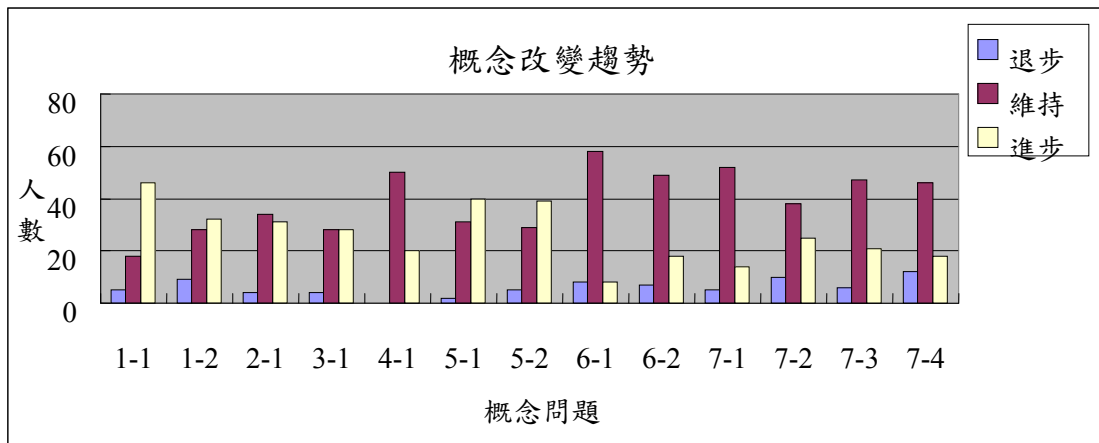


圖 4-2-1 概念改變趨勢圖

如上所示，學習者概念建構多為「進步」與「維持」，平均有37%「進步」，54%「維持」，而「退步」百分比僅有8%。在「維持」其中正確(C)到正確(C)佔18%(與整體比較)，部分正確(PC)到部分正確(C)佔34%結果支持研究假設 4-1「數位論證學習課程可促進學生之科學概念的建構。」。

## 二、論證之概念正確性

為了解學習者在實驗前後的論證課程中的討論概念是否有成長以回答研究問題五：「學生在一學期(七個主題)的數位論證學習課程中科學概念建構之成長?」，將分析學習者在「實驗前論證」與「實驗後論證」的論證內容概念正確性。此部分與上一部分「個人問題概念性」區別在於可以更實際了解學習在論證中的學習情形。分析時把每一句討論的概念分成「正確—C(Correct)」、「部分正確—PC(Partial Correct)」與「不正確—IC(Incorrect)」，主要從概念正確性與完整性來判斷，並評估與問題相關性、邏輯性合理性做出最後的評斷。如：在 A7-1:「你認為有哪些因素會影響摩擦力呢?這些因素會如何影響摩擦力呢?」，若提出「重量與摩擦力有關」但未明確指出該變因與摩擦力之間的關係，因此為部分正確(PC)；若能清楚描述兩者間的關係則為正確(C)，如：「重量越重，摩擦力越大」。若有學習者在同一句陳述多個概念，如：「摩擦力與重量、表面性質、接觸面積都有關，重量越重，摩擦力越大」，則分開計算：「重量越重，摩擦力越大」為正確(C)；「摩擦力表面性質有關」為部分正確(PC)；「摩擦力與接觸面積都有關」則為不正確(IC)，總計三個概念。七個主題共十四個論證主題的概念正確性次數，其敘述性統計與 T 值呈現於表 4-2-4。整體論證正確概念次數改變情形整理如表 4-2-5。

表 4-2-4 實驗前後論證內容概念正確性次數之敘述性統計與T值

	前		後		平均差	T	Sig
	M	SD	M	SD			
A1-1							
C	.73	.88	.82	.87	.09	.66	.514
PC	.66	.85	.24	.46	-.42	-3.53**	.001
IC	.12	.33	.09	.38	-.03	-.45	.658
A1-2							
C	.58	.84	.95	.81	.36	3.05**	.003
PC	.23	.59	.39	.59	.16	1.62	.109
IC	.03	.16	.01	.12	-.01	-.58	.567
A2-1							
C	.74	.74	.97	.99	.23	1.71	.091
PC	.64	.75	.81	.82	.18	1.42	.160
IC	.04	.20	.01	.12	-.03	-1.00	.321
A3-1							
C	1.50	1.49	2.72	3.07	1.22	3.31**	.001
PC	.36	.73	.45	1.17	.08	.47	.641
IC	.20	.55	.20	.60	.00	.00	1.000
A4-1							
C	1.32	1.27	2.00	1.39	.68	4.16***	.000
PC	.58	.91	.57	.76	-.01	-.12	.908
IC	.12	.44	.05	.23	-.07	-.140	.167
A5-1							
C	.65	1.00	1.64	1.23	.99	6.59***	.000
PC	.32	.55	.19	.49	-.14	-1.52	.133
IC	.86	.97	.28	.71	-.58	-4.31***	.000
A5-2							
C	.93	1.16	1.49	1.48	.55	3.68***	.000
PC	.62	.98	.47	.80	-.15	-1.05	.300
IC	.47	.80	.51	.94	-.42	-3.91***	.000
A6-1							
C	1.47	1.32	2.70	2.31	1.23	4.02***	.000
PC	.24	.57	.32	.60	.08	.97	.334
IC	.01	.12	.07	.25	.05	1.65	.103
A6-2							
C	1.16	1.12	1.38	.89	.22	1.38	1.72
PC	.61	.87	.31	.68	-.30	-2.34	.022

IC	.11	.35	.09	.50	-.01	-.30	.765
A6-3							
C	1.84	1.78	2.77	2.57	.93	3.89***	.000
PC	.23	.51	.49	.91	.26	2.39*	.019
IC	.24	.54	.08	.32	-.16	-2.34*	.022
A7-1							
C	1.97	1.24	2.65	1.67	.68	2.94**	.004
PC	.58	.68	.70	.82	.12	1.09	.282
IC	.20	.50	.15	.39	-.05	-.71	.483
A7-2							
C	1.00	.98	1.32	1.46	.32	1.76	.083
PC	1.47	1.10	2.01	1.85	.54	2.45*	.017
IC	.32	.66	.18	.51	-.15	-1.44	.153
A7-3							
C	1.61	1.28	2.08	1.70	.47	2.55*	.013
PC	1.08	1.27	1.15	1.46	.07	.33	.739
IC	.12	.44	.15	.43	.03	.39	.698
A7-4							
C	1.80	1.60	2.61	1.75	.81	3.37**	.001
PC	.36	.63	.65	1.00	.28	2.55*	.013
IC	.26	.53	.15	.43	-.11	-1.53	.131

(註: A1-1:論證主題 1-1。C:正確、PC:部分正確、IC:不正確)

表 4-2-5 論證概念正確性次數改變情形

	正確(C)		部分正確(PC)		不正確(IC)	
	增加	減少	增加	減少	增加	減少
平均值變化	14	0	9	5	2	11
比率	100%	0%	64%	36%	14%	79%
達顯著性	10	0	4	2	0	3
比率	71%	0%	29%	14%	0%	21%

由上表可知，學習者的概念正確性次數在十四題中有十四題正確(C)，即全部的正確(C)概念均為增加，其中有十題即 71% 達顯著性，可知經由實驗前論證與實驗的學習歷程者可增進學生的正確概念。部分正確(PC)的概念平均值有 64% 均為增加，其中 29% 達顯著性，另有 14% 減少達顯著性。在不正確(IC)的概念有 79% 減少，其中有 21% 達顯著性。表示課程可以減少不正確(IC)的概念。由表 4-2-5 發現部分正確(PC)的減少是因為原本的部分正確(PC)的概念進步到正確(C)的概念，如：論證 A2-1 題：「請問為何溫度越高，反應速率越快？請用碰撞學說解釋。」，編號 320510 學生在實驗前論證發言：「依

據碰撞學說的特性/原理定義，得知溫度越高.反應速率就越快，我同意/贊成 320517 與 320524 的想法。」為部分正確(PC)，實驗後論證發言：「我曾經做過大理石加鹽酸實驗，證明溫度越高，粒子間有效的碰撞次數就會增大，所以我支持 320535 的想法/論點。」為正確(C)。而部分正確(PC)之增加是由於不正確(IC)的概念進步到部分正確(PC)的概念，例如在論證 A5-1 題：「乾冰是固態的二氧化碳，二氧化碳沒有助燃性，請問燃燒的鎂帶放入乾冰盒會繼續燃燒還是熄滅呢?為什麼會有這些現象發生，你認為是什麼原因呢?」。編號 320529 學生在實驗前論證發言：「因為我看到固態的二氧化碳(乾冰)會昇華產生二氧化碳，所以我認為燃燒的鎂放入乾冰盒會熄滅」為不正確(IC)，而實驗後論證發言：「我看到鎂帶在裝有二氧化碳的廣口瓶中有繼續燃燒。」為正確(C)。是以顯示「數位論證學習課程」經由前後有助於學習者概念建構並降低錯誤概念。

正確概念數從主題一的 0.82 次到主題三的 2.72 次有明顯的成長，顯示學生在幾次的論證訓練後可以提升論證的正確概念數。由主題一到主題七因為概念屬性的關係有所增減，但可以從中看出成長的趨勢。

除此之外，學習者有時不必經由實驗前論證到實驗再到實驗後論證才產生概念建構，可以在實驗前論證時經由同組論證的學習歷程即產生概念建構。如下例(為匿名之而改以代碼呈現)：

No1(A)：我知道鎂帶放入乾冰盒會熄滅。(C-IC-ICP-IC)

No2(B)：我知道 CO<sub>2</sub> 不助燃也不可燃,所以就算是活性大的鎂,也無法繼續燃燒。

(W-IC-ICP-IC)

No3(C)：我知道鎂帶放入 CO<sub>2</sub> 中會持續的燃燒。(C-IC-ICP-C)

No4(D)：我不確定 B 的想法/論點，因為如果在氧化還原的條件/情況下，則活性

-大的鎂會與二氧化碳做氧化還原反應，化學變化，溫度高，因而燃燒。(R-C-CP-C)

No5(B)：我看到燃燒中的鎂放入裝有 CO<sub>2</sub> 氣體的密閉容器中,立刻熄滅,所以我認為

-得理論是正確的。(W-IC-ICP-IC)

No6(A)：依據活性大小的特性/原理定義，得知活性大的鎂,無法繼續燃燒，我同意/

贊成 B 的想法。(W-C-CP-IC)

No7(E)：因為我看到熄滅了，所以我認為 A、B 說的是對的(W-IC-CP-IC)

No8(B)：我知道氧化還原,所以我覺得 D 的說法好像沒錯。(W-IC-ICP-PC)

No9(C)：我不同意/贊成 B 及 A 的想法/論點，我會嘗試去做把鎂帶放入 CO<sub>2</sub>

-中實驗來證明鎂帶會繼續燃燒。(R-C-CP-C)

No10(B)：我知道鎂的活性比 CO<sub>2</sub> 大,所以我修正說法,鎂會繼續燃燒。(W-C-CP-C)

組別 G10 在論證 A5-1 實驗前論證時，學生 B 即透過與組員的討論，概念由 No2(B) 不正確(IC)及 No5 不正確(IC)進步到 No8(B)部分正確(PC)到 No10(B)正確(C)，由此可知透過論證可以達到概念建構的目的。

從論證的過程可以了解學習者概念建構的過程，更可以清楚發現學習者的迷思概念，像是在酸鹼特性單元，學習者以為：「鹼性物質嚐起來鹹鹹的」、「酸比較有傷害性

較鹼大」，推測迷思概念來源是直覺的概念或中文字形的相似混淆「鹼」與「鹹」，以及生活中強酸的接觸機會較鹼大的原因造成學習者的迷思概念。又如氧化還原單元中，學習者在課程之初多認為「因為二氧化碳可以滅火，所以鎂帶放入乾冰盒中會熄滅。」，少數認為會繼續燃燒則是因為「盒中不完全為二氧化碳，還有少部分的氧。」或「氧會助燃，二氧化碳含有氧。」。還有在摩擦力主題中「接觸面積會影響摩擦力」是常見的迷思概念，但在論證中發現學生此迷思概念來源有一大部分是混淆「接觸面」與「接觸面積」兩名詞，而會出現「接觸面積越平滑摩擦力越小」等不合邏輯的論述。但經歷「實驗前論證」與「實驗」可使「實驗後論證」時顯示可經由論證的歷程產生改變。由 Zohar 與 Nemet (2002) 的研究也顯示給予學生參與論證活動的機會可以增加學生與活動概念相關的知識。

### 三、論證過程中論證本質與品質的改變

為回答研究問題五：「學生在一學期(七個主題)的數位論證學習課程中科學論證的本質與品質有何差異？」，分別以學習者平均每次論證參與的次數以及論證各要素—事實(D)、宣稱(C)、依據(W)、支持(B)與反駁(R)所提出的頻率進行重複量數分析(Repeated Measures ANOVA)。平均每次論證參與的次數分析結果呈現於表 4-2-6與圖4-2-2。

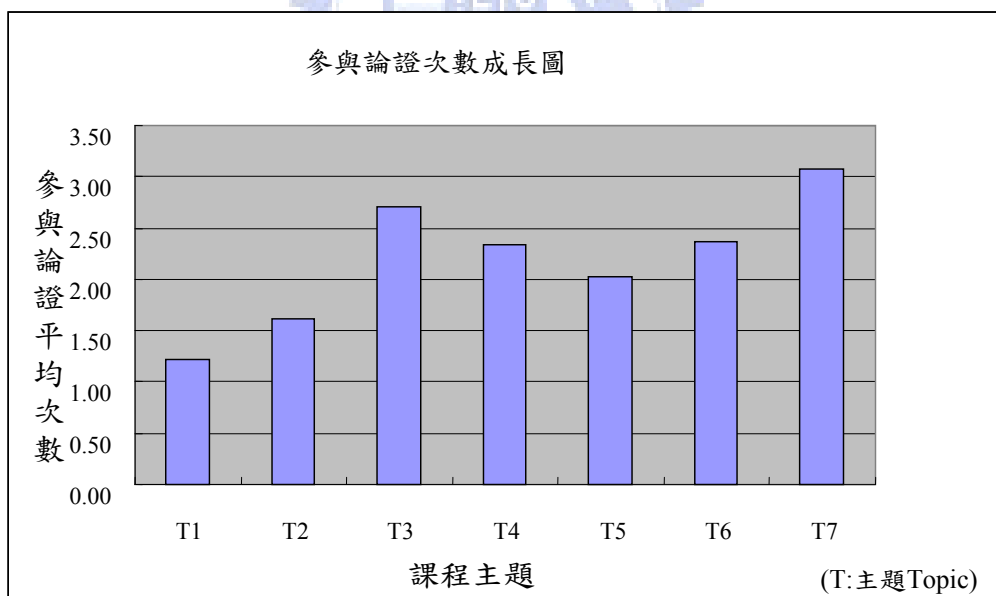


圖 4-2-2 參與論證次數成長圖



表 4-2-6 參與論證的次數重複量數分析

	M	SD	F	事後比較
參與論證的次數			31.80***	
主題一	1.22	.63	( $p=.000$ )	
主題二	1.61	.82		2>1***
主題三	2.71	1.98		3>1***, 3>2***, 3>5**
主題四	2.34	1.35		4>1***, 4>2***, 4>5**
主題五	2.02	1.07		5>1***, 5>2**
主題六	2.36	1.19		6>1***, 6>2***, 6>5**
主題七	3.08	1.41		7>1***, 7>2***, 7>4***, 7>5***, 7>6***

\* $p<.05$ , \*\* $p<.01$ , \*\*\* $p<.001$

由表 4-2-6 參與論證次數之重複量數值為  $F(6,438)=31.80$ ,  $p=0.000$ ，顯示參與論證次數由主題一到主題七的平均次數有顯著成長，且由事後比較顯示由主題三後參與論證次數明顯地多於主題一與二。學習者在每次的論證課程中均有成長，大體而言課程進行越多次，學習者參與論證的次數越多。其中主題三由於概念較廣泛(酸性和鹼性物質有哪些特性?如何區別酸和鹼性溶液? 在水中導電、加大理石、加鎂帶、石蕊試紙、廣用試紙、酚酞等均可)，因此主題三的論證次數較多。除此之外，課程進行到越後面，學習者參與論證的次數越多，顯示學習者的論證本質有成長。

為了解學習者對各個論證要素的學習情況，將討論學習者使用論證要素的情形。由於學習者自行選擇的要素有時不完全合適，其中大部分原因是學習者慣用 D2 範本，即「我知道……」。因此分析時是由研究者將學習者的論證內容每一句先判斷其論證要素分類正確性，若分類不正確者，則將其重新分類，再進行後續分析。首先就論證要素分類正確次數進行重複量數分析，結果呈現於表 4-2-7。

表 4-2-7 論證要素分類正確次數重覆量數分析表

	M	SD	F	事後比較
分類正確次數				
主題一	.38	.35	10.02***	
主題二	.80	.66	( $p=.000$ )	2>1***
主題三	.93	1.38		3>1***
主題四	1.09	.97		4>1***, 4>2*, 4>5**, 4>6**
主題五	.82	.80		5>1***
主題六	.74	.68		6>1***
主題七	1.08	.91		7>1***, 7>2***, 7>5***, 7>6***

由表 4-2-7 之論證要素分類正確次數重複量數值為  $F(6,438)=10.02$ ,  $p=0.000$ ，顯示論證要素分類正確次數由主題一到主題七的平均次數有顯著成長，且由事後比較顯示由

主題一到主題二、三均有明顯的成長。並可由表中看出主題一到主題七論證要素分類正確次數有成長的趨勢。在每個主題平均論證要素分類正確的次數與比率呈現於表 4-2-8。

表 4-2-8 論證要素分類正確次數與比率

	主題一	主題二	主題三	主題四	主題五	主題六	主題七
平均值	0.38	0.80	0.93	1.09	0.82	0.74	1.08
正確率	31%	50%	34%	47%	41%	31%	35%

根據表 4-2-7，學習者論證要素分類正確的次數從主題一的0.38次到主題二大幅成長為0.80次，到主題七的1.08次呈現顯著的成長。由論證要素分類正確性來看主題一的論證僅有31%為正確分類，但到了主題二成長為50%，後面主題略有增減，從表中可以明顯看出論證要素分類正確性與正確率成長的趨勢。

重新分類後以新的分類判斷其完整性，以了解學習者的論證品質情況。接著就論證要素完整次數進行重複量數分析，結果呈現於表 4-2-9。

表 4-2-9 論證要素完整次數重複量數分析表

	M	SD	F	事後比較
論證完整次數				
主題一	.24	.25	14.43*** ( $p=.000$ )	
主題二	.57	.54		2>1***
主題三	.76	.122		3>1***
主題四	1.05	.85		4>1***, 4>2***, 4>3*, 4>5*, 4>6***, 4>7*
主題五	.85	.71		5>1***, 5>2**, 5>6**
主題六	.65	.49		6>1***
主題七	.84	.67		7>1***, 7>2**, 7>6*

由表 4-2-9 之論證要素完整次數重複量數值為  $F(6,438)=14.43$ ,  $p=0.000$ ，顯示論證要素完整次數由主題一到主題七的平均次數有顯著成長，且由事後比較顯示由主題一到二、主題二到三、主題三到四均有明顯的成長。並可由表中看出主題一到主題七論證要素分類正確次數有成長的趨勢。論證要素完整的次數與比率呈現於表 4-2-10。

表 4-2-10 論證要素完整次數與比率

	主題一	主題二	主題三	主題四	主題五	主題六	主題七
平均值	0.24	0.57	0.76	1.05	0.85	0.65	0.84
完整率	20%	36%	28%	45%	42%	28%	27%

在表 4-2-10 看到論證要素完整的次數，由主題一的 0.24 次進步到主題二的 0.57 次呈現大幅成長，到主題七的 0.84 次顯示出論證要素完整次數有成長的趨勢。然論證要素完整的比率與論證要素分類正確的比率有相似的趨勢，從主題一到主題二乃成長的關鍵，表中顯示有明顯的成長，此因學生熟悉數位論證系統與論證後可以更從容的參與論證活動，而得以全心參與學習活動不需花太多的注意力在系統與熟悉論證上。特別的是在主題六、七的部分均下降，推論可能是論課程主題概念的差異性。但從論證要素分類正確次數與論證要素完整次數能可明顯看到學習者論證的品質有顯著的成長。

分析論證要素分類正確性並重新分類，再分析論證要素完整性後，即進行各要素的運用之成長分析。首先就事實(D)主題一到七的出現次數進行重複量數分析，呈現於表 4-2-11。

表 4-2-11 論證要素—事實(D)之重複量數分析

	M	SD	F	事後比較
事實(D)			45.33 <sup>***</sup>	
主題一	.02	.07	( <i>p</i> =.000)	
主題二	.01	.08		
主題三	.13	.36		3>1*, 3>2**
主題四	.30	.51		4>1 <sup>***</sup> , 4>2 <sup>***</sup> , 4>3*, 4>5**, 4>7 <sup>***</sup>
主題五	.11	.15		5>1 <sup>***</sup> , 5>2 <sup>***</sup> , 5>7*
主題六	.64	.41		6>1 <sup>***</sup> , 6>2 <sup>***</sup> , 6>3 <sup>***</sup> , 6>4 <sup>***</sup> , 6>5 <sup>***</sup> , 6>7 <sup>***</sup>
主題七	.07	.13		7>1**, 7>2**

\* *p*<.05, \*\* *p*<.01, \*\*\* *p*<.001

由表 4-2-11 之事實(D)重複量數值為  $F(6,438)=45.33$ ,  $p=0.000$ ，顯示事實(D)由主題一到主題七的平均次數有顯著成長，且由事後比較顯示由主題三後使用事實(D)明顯地多於主題一與二。但提出事實(D)的平均值普遍偏低，可能由於學習者少有機會被訓練由觀察來形成概念，是以雖經過實驗，學習者還是很少會說出自己所觀察到的現象。然主題四、六提出事實(D)的頻率較高，可能由於题目的設計與提示(主題四:有兩杯溶液(A、B)，以廣用試紙檢驗，分別呈現橘色與藍色。請問你認為兩杯加在一起後，可以觀察到哪些變化/現象? 主題六: .如何知道 麵粉、糖、食鹽、硫酸銅等中是否為有機物，如何證明之?)引導學習者著重觀察並以其結果為依據提出宣稱，因此學習者提出事實(D)的頻率增加。因此設計課程應加強引導學習者親身的觀察。

由表 4-2-12 宣稱(C)重複量數值  $F(6,438)=48.81$ ,  $p=0.000$ ，顯示學生在宣稱(C)的平均次數由主題一至主題七有顯著成長，且事後比較顯示主三後學生使用宣稱(C)的平均次數明顯多於主題一與主題二。其中主題三如前述，其概念包涵度較廣，因此學習者可提出較多的宣稱(C)。在此部分，由於學生很少能由觀察後的結果提出宣稱(C)，而是由直觀地直接提出宣稱，因此多為不完整(ICP)的宣稱(C)。如:「酸加鹼產生鹽」而少有「我

看到酸性溶液加鹼性溶液後加熱會產生白白的固體，我認為那是鹽類，所以我認為酸加鹼會產生鹽」。因此課程進行中應更強調觀察，並忠實自己所見而提出宣稱。

表 4-2-12 論證要素－宣稱(C)之重複量數分析

	M	SD	F	事後比較
宣稱(C)			48.81 <sup>***</sup>	
主題一	.37	.40	( $p=.000$ )	
主題二	.37	.41		
主題三	2.09	1.55		3>1 <sup>***</sup> , 3>2 <sup>***</sup> , 3>4 <sup>**</sup> , 3>5 <sup>***</sup> , 3>6 <sup>***</sup> , 3>7 <sup>***</sup>
主題四	1.43	.97		4>1 <sup>***</sup> , 4>2 <sup>***</sup> , 4>5 <sup>***</sup> , 4>6 <sup>***</sup>
主題五	1.06	.50		5>1 <sup>***</sup> , 5>2 <sup>***</sup> , 5>6 <sup>**</sup>
主題六	.79	.65		6>1 <sup>***</sup> , 6>2 <sup>***</sup>
主題七	1.43	.73		7>1 <sup>***</sup> , 7>2 <sup>***</sup> , 7>5 <sup>***</sup> , 7>6 <sup>***</sup>

\* $p<.05$ , \*\* $p<.01$ , \*\*\* $p<.001$

由表 4-2-13 依據(W) 重複量數值  $F(6,438)=27.01$ ,  $p=0.000$ ，顯示學生在依據(W) 的平均次數由主題一至主題七有顯著成長，且事後比較顯示主題二後學生使用依據(W) 的平均次數已明顯多於主題一。其中主題一、二(反應速率)已有不錯的表現，此因在題目有強調，要求學生以理論(碰撞學說)來解釋。且有較完整的理論(碰撞學說)來支持，相較於主題三、四(酸鹼)在國中階段較著重現象的觀察，而缺乏理論的解釋，因此在主題三、四學習者顯少能提出依據(W)來連結自己的宣稱(C)。

表 4-2-13 論證要素－依據(W)之重複量數分析

	M	SD	F	事後比較
依據(W)			27.01 <sup>***</sup>	
主題一	.50	.32	( $p=.000$ )	1>3 <sup>***</sup> , 1>4 <sup>***</sup>
主題二	.71	.57		2>1 <sup>**</sup> , 2>3 <sup>***</sup> , 2>4 <sup>***</sup> , 2>5 <sup>*</sup> , 2>6 <sup>*</sup>
主題三	.11	.28		
主題四	.17	.32		
主題五	.53	.57		5>3 <sup>***</sup> , 5>4 <sup>***</sup>
主題六	.57	.40		6>3 <sup>***</sup> , 6>4 <sup>***</sup>
主題七	.64	.42		7>1 <sup>**</sup> , 7>3 <sup>***</sup> , 7>4 <sup>***</sup>

\* $p<.05$ , \*\* $p<.01$ , \*\*\* $p<.001$

由表 4-2-14 支持(B) 重複量數值  $F(6,438)=20.12$ ,  $p=0.000$ ，顯示學生在支持(B) 的平均次數由主題一至主題七有顯著成長，且事後比較顯示主題二後學生使用支持(B) 的平均次數已明顯多於主題一。但在主題五、六部分，支持(B)出現頻率較少，此乃因在生活中很少有氧化還原與有機概念連結的經驗，因此學生在生活中難以找到相關的生活經

驗來支持宣稱。但在其它單元如顆粒大小與反應速率的關係中，學生有泡牛奶用方糖而不用冰糖的經驗。在反應速率與溫度關係時，學生知道定量的奶粉用熱水泡比冷快。在摩擦力單元中，學生都有搬東西的經驗，知道若推不動可取下部分物品可減輕重量會比較好搬，或底下鋪光滑物體以減輕摩擦力等，則學生在這些單元相較於氧化還原與有機單元可以有較多的支持(B)產生。

表 4-2-14 論證要素—支持(B)之重複量數分析

	M	SD	F	事後比較
支持(B)			20.12***	
主題一	.30	.35	( $p=.000$ )	1>5***, 1>6**
主題二	.48	.50		2>1**, 2>3**, 2>4**, 2>5***, 2>6***
主題三	.24	.43		3>5**
主題四	.27	.44		4>5**
主題五	.12	.23		
主題六	.17	.22		
主題七	.68	.69		7>1***, 7>2**, 7>3***, 7>4***, 7>5***, 7>6***

\* $p<.05$ , \*\* $p<.01$ , \*\*\* $p<.001$

由表 4-2-15 反駁(R)重複量數值  $F(6,438)=8.39$ ,  $p=0.000$ ，顯示學生在反駁(R)的平均次數由主題一至主題七有顯著成長，且事後比較顯示主題三後學生使用反駁(R)的平均次數已明顯多於主題一與主題二。此部分相較於其它論證要素，反駁(R)的成長較為穩定，不受課程主題不同而影響

表 4-2-15 論證要素—反駁(R)之重複量數分析

	M	SD	F	事後比較
反駁(R)			8.39***	
主題一	.03	.08	( $p=.000$ )	
主題二	.03	.15		
主題三	.14	.42		3>1*, 3>2*
主題四	.18	.36		4>1**, 4>2***
主題五	.20	.32		5>1***, 5>2***
主題六	.18	.32		6>1***, 6>2***
主題七	.28	.44		7>1***, 7>2***, 7>3**, 7>6*

\* $p<.05$ , \*\* $p<.01$ , \*\*\* $p<.001$

由以上資料顯示學習者在一學期的數位論證學習課程中從主題一到主題七參與論證的總次數以及使用各要素的頻率皆有顯著成長，得知學習者在數位論證學習課程中論證的本質與論證品質皆有成長。



#### 四、數位論證質性資料分析

為更具體了解學習者在數位論證學習課程中的學習情況，選擇一組為範例，在課程前、中、後(主題一、五、七)各取一次討論呈現如下，希望由實際論證反映前述量化資料的結果的真實情況，為匿名之而改以代碼呈現。呈現方式「No:X」為討論句的編碼；A到F為學生代碼；討論句後括弧內的代碼分別代表「論證要素」、「論證要素分類正確性」、「論證要素完整性」與「概念正確性」。如：「No1:D：我看到做實驗時濃度高比濃度低還快做完實驗。(D-C-CP-PC)」表示為該論證第一句，為D學生發言，討論內容為事實(D)，論證要素分類為正確(C)，論證要素完整性為完整(CP)，概念正確性為部分正確(PC)。

##### 主題 1-2: 請問為何濃度越大，反應速率越快?請用碰撞學說解釋。

No1(D)：我看到做實驗時濃度高比濃度低還快做完實驗。(D-C-CP-PC)

No2(C)：我曾經做過氧化鐵實驗，證明鐵在空氣中生鏽的快，所以我支持 D 的想法/論點。(B-C-ICP-PC)

No3(C)：我看到大理石在濃鹽酸比稀鹽酸溶解的快，所以濃度高低會影響實驗反應速率。(C-IC-CP-PC)

No4(B)：我曾經做過大理石實驗，證明濃度大反應快，所以我支持 D 的想法/論點。(B-C-CP-C)

No5(E)：瓦斯越多的地方(濃度大)越容易爆炸 (B-C-ICP-C)

No6(A)：我曾經做過鎂帶燃燒實驗，證明純氧燃燒比在普通情況快，所以我支持 C 的想法/論點。(B-C-ICP-C)

No7(B)：如果在氧的濃度越大,反應速率就越快條件/情況下，我同意/贊成 A 的想法。(W-C-CP-C)

從主題 1-2 的論證內容顯示，此組在主題一時，發表了事實(D) 1 次、宣稱(C) 1 次、依據(W) 1 次、支持(B) 4 次且沒有反駁(R)，共 7 次。此組共六位組員，平均每個人發表了事實(D) 0.17 次大於整體平均 0.02 次(表 4-2-9)、宣稱(C) 0.17 次小於整體平均值 0.37 次(表 4-2-10)、依據(W) 0.17 次小於整體平均 0.50 次(表 4-2-11)、支持(B) 0.67 次大於整體平均 0.30 次(表 4-2-12)以及反駁(R) 0 次小於整體平均 0.03 次(表 4-2-13)，共平均 1.17 次比整體平均 1.22 次(表 4-2-6)稍低。在論證要素分類正確性的部分，分類正確(C) 的有 6 次，佔 86%，較整體平均 31.11%(表 4-2-7)高出許多。論證要素完整性部分，完整(CP)的有 4 次，佔 57%，較整體平均 19.72%(表 4-2-8)多。概念正確性的部份，顯示概念正確(C) 4 次，部分正確概念(PC) 3 次。沒有不正確(IC)的概念，而正確(C)平均 0.67 次較整體平均 0.82 次低，部分正確(PC)平均 0.5 次較整體平均 0.24 次高，不正確(IC)平均 0 次，較整體平均 0.09 低。由上論證內容顯示學習者可以在論證的過程中真正討論到概念，說出觀察的結果，如 No1(D):我看到做實驗時濃度高比濃度低還快做完實驗。並

連結到曾經做過的實驗，如 No3(C): 我看到大理石在濃鹽酸比稀鹽酸溶解的快，所以濃度高低會影響實驗反應速率。甚至非此課程中的實驗，如 No2(C): 我曾經做過氧化鐵實驗，證明鐵在空氣中生鏽的快，所以我支持 D 的想法/論點。與生活經驗相關的概念，如 No5(E): 瓦斯越多的地方(濃度大) 越容易爆炸。顯示學生雖未曾接受過論證的訓練，但其實有潛力可以參與論證，更由於本研究數位論證學習課程確實提供學生社會建構環境，並促使學生可針對課程概念進行深入的論證與概念建構。

**主題 5-1: 乾冰是固態的二氧化碳，二氧化碳沒有助燃性，請問燃燒的鎂帶放入乾冰盒會繼續燃燒還是熄滅呢? 為什麼會有這些現象發生，你認為是什麼原因呢?**

No1(C): 因為我看到鎂帶在二氧化碳中會繼續燃燒所以我認為雖然二氧化碳不助燃但鎂的活性太大，所以可以燃燒 (W-IC-ICP-C)

No2(D): 因為我看到鎂經過一段時間才熄滅所以我認為鎂的活性大於碳 (C-C-CP-C)

No3(F): 因為我看到燃燒的鎂帶放入二氧化碳會過一段時間才熄滅所以我認為鎂帶的活性大,可以在二氧化碳中燃燒 (W-C-CP-C)

No4(D): 我曾經做過鎂帶實驗，證明鎂要經過一段時間才熄滅，所以我支持 F 的想法/論點。(B-C-CP-C)

No5(A): 我知道鎂能在二氧化碳中燃燒是因為鎂的活性夠大。(W-IC-ICP-C)

No6(F): 我看到燃燒的鎂帶放入乾冰盒會繼續燃燒。(C-IC-ICP-C)

No7(C): 依據金屬對氧的特性/原理定義，得知鎂帶的活性大於碳，我同意/贊成 A 的想法。(W-C-CP-C)

No8(F): 因為我看到燃燒的鎂帶放入乾冰盒會繼續燃燒所以我認為鎂會把二氧化碳的氧搶走,所以鎂的活性大於碳。(W-C-CP-C)

No9(A): 我知道鎂能在二氧化碳中燃燒，但碳不能，可知鎂的活性大於碳。(C-IC-ICP-C)

No10(E): 我知道鎂帶放入二氧化碳中會燃燒一下子。(D-C-CP-C)

No11(D): 依據活性序列的特性/原理定義，得知鎂大於碳，我同意/贊成 A 的想法。(W-C-ICP-C)

No12(B): 我曾經做過做過鎂放入二氧化碳實驗，證明鎂放入二氧化碳中會燃燒一陣子，所以我支持 E 的想法/論點。(B-C-CP-C)

主題 5-1 的論證內容顯示此組學習者發表了事實(D) 1 次, 平均每個人發表了事實(D) 0.17 次大於整體平均 0.11 次(表 4-2-9)。宣稱(C) 3 次, 平均 0.5 次小於整體平均值 1.06 次(表 4-2-10)。依據(W) 6 次, 平均 1 次大於整體平均 0.53 次(表 4-2-11)。而相較於主題一, 則顯示不論在宣稱(C) (主題一: 主題五=0.17:0.5)和依據(W) ((主題一: 主題五=0.17:1)均有成長。支持(B)2 次, 平均 0.33 次略大於整體平均 0.12 次(表 4-2-12), 反駁(R) 0 次, 平均 0 次小於整體平均 0.20 次(表 4-2-13)。共 12 次, 平均 2 次約稍低於整體平均 2.02 次(表 4-2-6)。學生在實驗前多認為「二氧化碳不助燃所以會熄滅」, 在實驗後

概念建構認為「鎂活性大會燃燒」，此部分內容生活相關經驗較少看到，因此僅能就實驗中概念論述。在論證要素分類正確性的部分，分類正確(C)的有 8 次，佔 67%較整體平均 40.94%(表 4-2-7)大。論證要素完整性部分，完整(CP)的有 7 次，佔 58%較整體平均 42.17%(表 4-2-8)高。完整(CP)的比率幾乎沒有增加，但完整(CP)的次數增加。就此可以了解，學習者的論證的品質已有成長。概念正確性部份，顯示正確(C) 12 次，沒有部分正確概念(PC)與不正確(IC)的概念，正確(C)平均 2 次較整體平均 1.64 次高，部分正確(PC)平均 0 次較整體平均 0.19 次低，不正確(IC)平均 0 次，較整體平均 0.28 低。在論證內容中，學生可以確實進行概念的討論，從觀察形成宣稱再連接理論依據，如:No1(C): 因為我看到燃燒的鎂帶放入乾冰盒會繼續燃燒所以我認為鎂會把二氧化碳的氧搶走,所以鎂的活性大於碳。並試圖解釋原因，如:No5(A): 依據金屬對氧的特性/原理定義，得知鎂帶的活性大於碳，我同意/贊成 A 的想法。這些都再一次顯示數位論證學習課程可促使學生針對課程概念進行深入的論證與概念建構。

**主題 7-1: 舊球鞋易滑、下雨天車子轉彎容易打滑、踩到香蕉皮容易滑倒，請問上述事件原因為何?**

- No1(A): 我知道因為摩擦力小。(C-IC-CP-C)
- No2(C): 因為我看到表面越光滑，越容易滑倒所以我認為接觸面愈光滑摩擦力越小  
(C-C-CP-C)
- No3(F): 我知道因為表面變光滑 所以摩擦力小。(C-IC-ICP-C)
- No4(A): 我知道表面越粗糙，摩擦力愈大。(C-IC-ICP-C)
- No5(D): 我知道舊球鞋紋路會漸漸消失，所以容易打滑。(C-IC-ICP-C)
- No6(C): 我知道摩擦力越小，需要的力也越小。(C-IC-ICP-PC)
- No7(F): 我知道摩擦力大 所需的利就越大。(C-IC-ICP-PC)
- No8(C): 我曾經有買球鞋的經驗，得知買新鞋是因為舊鞋的紋路被磨掉，而那些紋路的功能是增加摩擦力，所以我支持 D 的想法/論點。(B-C-ICP-C)
- No9(F): 因為我沒看到實驗結果，所以我認為表面越光滑 所需的力越小  
(C-C-ICP-C)
- No10(A): 我知道表面的粗糙度及物體的重量會影響摩擦力。(C-IC-ICP-PC) \*2
- No11(E): 我曾經有舊鞋子的經驗，得知長期的摩擦使紋路漸漸磨平所以容易打滑，所以我支持 D 的想法/論點。(B-C-ICP-C)
- No12(C): 我不同意/贊成 F 的想法/論點，因為不符合既然沒有實驗得依據，不可以擅自下定論的原理/論點。(R-C-ICP-PC)
- No13(D): 我曾經有騎腳踏車的經驗，得知在有水的地方比在無水的地方更容易滑倒，所以我支持 F 的想法/論點。(B-C-CP-C)
- No14(A): 我曾經有在雨天穿雨鞋的經驗，得知下雨天摩擦力小，所以我支持我的想法/-論點。(B-C-ICP-C)
- No15(F): 我曾經有做過木板在砂紙上滑動的實驗的經驗，得知物體表面越粗糙 摩擦力越大，所以我支持大家的想法/論點。(B-C-ICP-C)
- No16(A): 我曾經有下雨天容易出車禍的經驗，得知下雨天摩擦力小，所以我支持我

的想法/論點。(B-C-ICP-C)

No17(D)：我曾經有踩過香蕉皮的經驗，得知有踩到香蕉皮會滑倒是因為香蕉皮是光滑的，所以摩擦力小，所以我支持每個人的想法/論點。(B-C-CP-C)

No18(C)：我曾經做過木塊在不同介面上測量摩擦力實驗，證明表面越光滑，所需得力也越小，所以我支持我的想法/論點。(B-C-CP-C)

No19(E)：我曾有在綠島騎摩托車的經驗，得知有水的地方容易跌倒，所以我支持 D 的想法/論點。(B-C-CP-C)

主題七，此部份需注意「No10(A)：『我知道表面的粗糙度及物體的重量會影響摩擦力。』(C-IC-ICP-PC)」因包含兩個概念，因此計算為兩次。事實(D) 0 次，平均每個人發表了事實(D) 0 次小於整體平均 0.7 次(表 4-2-9)。宣稱(C) 9 次，平均 1.5 次接近整體平均值 1.43 次(表 4-2-10)，相較於主題一、五的 1 次和 3 次，有非常顯著地成長。依據(W) 0 次，平均 0 次小於整體平均 0.64 次(表 4-2-11)。支持(B) 9 次，平均 1.5 次大於整體平均 0.68 次(表 4-2-12)，相較於主題一、五的 4 次和 2 次，有明顯增加。反駁(R) 1 次，平均 0.17 次小於整體平均 0.28 次(表 4-2-13)；共 19 次，共平均 3.33 次比整體平均 3.08 次(表 4-2-6)提升更多尤以支持(B)表現優異，因生活中有許多相關的經驗。在論證要素分類正確性的部分，分類正確(C)的有 12 個，佔 57%較整體平均 34.98%高。論證要素完整性部分，完整(CP)的有 7 個，佔 33%較整體平均 27.07%(表 4-2-8)高。論證要素分類正確的次數是主題一的兩倍，但論證分要素分類正確率相較於主題五有下降的趨勢，與前述量化資料結果相同。論證要素完整(CP)的比率較主題五大幅降低，與量化統計資料相呼應。而之所以造成不完整(ICP)宣稱的次數高居不下可能是因摩擦力在生活中有許多相關經驗，因此學生多直接陳述而未就觀察的事實(D)來解釋。由此可知學習者的論證本質論證要素分類正確率與論證要素完整比率雖然降低，但此乃因論證次數提升的緣故，因此稀釋掉論證要素分類正確(C)與論證要素完整(CP)的比率，實際上正確(C)與完整(CP)的次數是提高的。概念正確性的部份，顯示正確(C) 15 次，部分正確概念(PC) 5 次，沒有不正確(IC)的概念，正確(C)平均 2.5 次較整體平均 1.67 次高，部分正確(PC)平均 0.83 次約等於整體平均 0.82 次高，不正確(IC)平均 0 次，較整體平均 0.39 低。論證內容顯示學生更積極參與論證，從題目的生活經驗(舊球鞋易滑、下雨天車子轉彎容易打滑、踩到香蕉皮容易滑倒)連接概念並以實驗支持，如：No15(F)：「我曾經有做過木板在砂紙上滑動的實驗的經驗，得知物體表面越粗糙 摩擦力越大，所以我支持大家的想法/論點。」。

此組由主題 1-1 參與論證的總次數較整體低 0.5 次，到主題 5-1 較整體稍低 0.2 次，到主題 7-1 時較整體高出 0.25 次，顯示此組成長趨勢較整體更為明顯。從正確(C)概念來看，主題 1-2 較整體平均低 0.15 次，主題 5-1 較整體平均高 0.36 次，主題 7-1 較整體平均 0.83 次。在三次論證中均沒有不正確(IC)概念，由主題 1-2 到 7-1 低於整體平均 0.09、0.28、0.39 次，顯示此組不正確(IC)概念低於整體平均越來越多。由上顯示此組概念建構較整體成長更多且未因論證發言次數多而產生更多的不正確概念。

但因量化資料為整體七十四人的平均，雖單組資料無法全面反映支持整體數據，但



卻可探知其中的發展趨勢。綜觀上述可以呼應前三部分，參與論證的次數越來越多，各論證要素頻率也越來越高，其中因概念屬性的關係而略有增減，基本上可看出由主題一到主題七學生論證成長的趨勢。

## 五、小結

論證概念正確性與個人問題概念正確性可得知學習者在教學前後概念的建構與改變情形，學習者可透過「數位論證學習課程」學習概念有顯著的成長，支持研究假設 4-1：「學生在數位論證學習課程中科學概念的建構達顯著差異」。分析論證要素分類正確性與論證要素完整性的次數與比率也發現從主題一到七有成長的趨勢，結果支持研究假設 5-2：「學生在數位論證學習課程中科學論證的品質達顯著差異」。而以學習者參與論證的次數與各論證要素進行重複量數分析，發現從主題一到主題七均有顯著的增加，即參與論證課程的次數一學期的數位論證課程不論是那一個要素或整體皆有顯著成長，結果支持研究假設 5-1：「學生在數位論證學習課程中科學論證的本質達顯著差異」。





## 第五章 結論與建議

### 第一節 結論與討論

本章共分為兩節，第一節主要就本研究之結果進行整理彙整以做出結論，第二節就本研究結論做出對教學與研究上的建議。

#### 一、數位論證學習課程測驗之成效分析

本節整理第四章研究結果與討論的部分，依序以理化二階層概念測驗、主題相依論證能力測驗與科學推理測驗，所得到之各項數據分析進行討論。最後再進行三份測驗的相關分析與迴歸分析以了解概念、論證能力與推理能力間的關係。

##### (一) 課程前後理化二階層概念測驗

理化二階層概念測驗結果呈現「數位論證學習課程」概念建構效果較「傳統學習課程」好，顯示數位論證學習課程在概念建構上有優異的成效。此研究結果支持Osborne (2006) 論證課程有助於學生對科學概念的理解。此乃因數位論證學習課程是促使學生經由同儕互動的社會建構過程建構概念，在此環境中可促使學習者主動建構知識，進而經由澄清、協商的歷程改變自己的概念，因此相較於傳統學習課可以更完整地建構概念。

##### (二) 課程前後主題相依論證能力測驗

主題相依論證能力測驗結果呈現在「數位論證學習課程」中主題相依論證能力成長較「傳統學習課程」大，顯示經由在數位論證課程之後學生對於論證要素的定義更清楚，因此增進論證能力。在一學期的論證活動中，教師並無實際參與學生論證，但學生依然可以透過數位論證學習課程內容，經由與同儕的論證過程對論證要素而有更清楚的認識，進而提升論證能力。由此可知學生具有論證的潛能只是缺少機會發展，因此給予合適的學習課程與環境即可以協助學生發展良好的論證能力。

##### (三) 課程前後科學推理測驗

科學推理測驗結果呈現「數位論證學習課程」概念建構效果較「傳統學習課程」佳，顯示數位論證學習課程有助於科學推理能力的培養。此研究結果支持 Osborne (2006) 論證課程有助於學生提昇批判推理的技巧以及 Zohar 與 Nemet (2002) 研究結果顯示將論證教學能使學生能將相關背景所學的推理能力應用至日常生活中解決問題以及 Kuhn、Shaw 與 Felton (1997) 欲使學生從事溝通性論證必須提升學生推理的練習。推論此因在課程中，論證活動與實驗中並無直接給予學習者答案，而要求學習者從實驗觀察與組員的討論中自行推測答案，因此可以有效增進科學推理能力。亦即教學中應避免直接給予學生正確答案，賦予學生主動思考的機會，經由設計得當的課程引導學生推理，能夠有效建構概念並培養學習者的科學推理能力。

#### (四) 相關

從理化二階層概念測驗、主題相依論證能力測驗與科學推理測驗的逐步迴歸分析，分析結果顯示概念前測對論證後測具有最佳的預測力，其次為論證前測。而推理前測成績的解釋力則未達顯著，所以在逐步分析中剔除此變項。此結果反映出概念與論證能力有極大的關係，影響甚至比論證前測成績還大，顯示論證能力必須有概念的支持得以運用，若缺乏概念即使有論證技巧但也無從發揮。呼應先前研究 (Zohar & Nemet, 2002; Nussbaum & Sinatra, 2003)，學生必須運用相關的概念才能參與論證活動。

### 二、數位論證學習歷程

#### (一) 課程前後的概念改變

比較課程前與後個人概念問題的正确性，結果呈現課程後概念優於課程前，即學習者在課程後概念建構較課程前更完整，其中多數學生的概念為進步與維持，維持的部份多為正確(C)到正確(C)與部分正確(PC)到部分正確(PC)，顯示學習者可透過「數位論證學習課程」學習概念並有顯著的成長。此乃因學習者可經由實驗的觀察與論證的過程主動建構概念使得提升概念的正确性與完整性。此部分呼應理化二階層概念測驗的研究結果—學習者在數位論證學習課程中概念建構有顯著的成長。

#### (二) 論證之概念正确性

從實驗前論證與實驗後論證中的概念正确性，結果呈現學習者在經實驗前論證與實驗後正確概念數增加同時減少不正確概念，顯示學習者可透過「數位論證學習課程」學習概念並有顯著的成長。結果支持 Driver 等人 (2000) 的研究欲使學生從事溝通性論證必須提升學生對挑戰概念的理解始為有強而有力的論證結構。

#### (三) 論證的品質

分析論證要素分類正确性與論證要素完整性的次數與比率，發現從主題一到主題七論證要素分類正確與論證要素完整的次數有顯著的增加，且論證要素分類正確率與論證要素完整率也有成長的趨勢，顯示主題一到主題七的課程中論證的品質提升。Zohar與 Nemet (2002) 研究結果顯示論證教學能增強學生論證的表現，提升論證品質，同時學生能將相關背景所學的推理能力應用至日常生活中解決問題。

#### (四) 論證的本質

分析學習者參與論證的次數，發現從主題一到主題七學習者參與論證的次數有顯著的增加，顯示主題一到主題七的課程中論證的本質提升。再依事實(D)、宣稱(C)、依據(W)、支持(B)、反駁(R)個別進行分析，結果發現從主題一到主題七學生使用論證各要素

均有顯著的增加，其中宣稱(C)占大部份，顯示在數位論證學習課程中科學論證的本質有顯著成長，且支持 Jimenez-Aleixandre、Rodriguez 與 Duschl (2000)的研究，學生論證對話中以宣稱為主，依據或辯護的頻率較少。

### 三、小結

綜合以上研究結果顯示，學習者經由本研究所採用數位論證學習課程可以有效促進學生建構的正確概念同時減少迷思概念，並有助於科學推理能力的提升。經由此課程培養學生參與的論證品質與論證本質，達到提升學習者論證能力的目的。以往傳統教師多認為學生的論證能力難以培養，且無法真正進行概念的討論並從中建構概念，此因其甚少受到鼓勵，缺乏說出自己的想法的機會，因此被認為缺少論證能力。Newton 等人 (1999)認為課堂中沒有論證的原因，是教師沒有看到學生討論的價值以及課程進度的壓力，對學生而言亦同，學生不了解論證的價值。但由此研究可以發現，經由適當設計的論證課程，學生可以提升論證能力與品質。乃因數位論證學習課程是以論證為基礎，即以社會建構理論為依據，把概念建構的過程交還給學生，因此可以建構更完整的科學概念，並提升論證能力與本質及科學推理能力。

## 第二節 建議

本節將針對數位論證課程設計，提出建議作為日後研究與教學的參考。

### 一、對於論證教學的建議

#### (一) 設計合適的論證範本

從研究中發現論證範本過於死板，以至於無法符合學生需求，學生的話常有套不進範本的情況。或是某些範本過於廣泛，如：我知道……，學生因此在許多情形下均套用此範本。因此建議應設計更多元且具體的論證範本以讓學生能夠在已有的離型中更從容的討論。

#### (二) 設計合宜的課程

課程除概念重建外，主要目的為培養論證能力。因此應視概念特性再選擇適合的單元進行論證活動，而非把所有課程均結合論證。

#### (三) 加強引導引起足夠的動機

學生在課程一開始還不太清楚課程內容，只覺得一反常態不能只是坐著聽課，而必須每個人參與討論，且有許多規定的範本，學生覺得很麻煩。課程應該先由生活化的例子，一走一走帶著學生看，實際在課堂上論證一次，然後直接把討論的話加以分類，讓學生了解各要素的定義與實例。另解釋論證的意義與重要性，引起學生興趣與動機，然後再進入電腦教室進行課程。

#### (四) 教師適時提供協助

在此課程進行中教師多扮演鼓勵發言與協助硬體設備的角色，對於實際論證活動少有提供協助。如此造成學習者在論證時有時討論方向與題意不合或有問題時卻無法解決，且論證後的內容並無再加以討論各別針對迷思概念破除，而是使用已經設計好的教材進行總結。若能配合學習者論證情況再加以協助，學習成效必事半功倍。教師扮演重要的角色，除了設計適當的論證活動以外，在活動之前讓學生了解論證以及其在科學的重要性，在活動中必須隨時注意學生的討論，可能需要複述、協調、監控、仲裁等狀況。論證把概念建構的過程交還給學生，但不代表把責任全交給學生，教師更需注意個別學生論證過程中概念建構的情形，以適時給予輔助。

## 二、對於研究的建議

### (一) 避免打字速度的差異

現在學生資訊素養普遍偏高，打字速度均有一定水準，但還是會有些為學生打字速度慢，造成參與論證頻率低，跟不上同組組員的速度，此因打字速度而非論證能力的關係，應排除之。

### (二) 加強論證前置訓練

本研究雖有施行論證前置訓練，但稍嫌不足，再研究之初為配合二年級下學期課程之故，一開始即進入反應速率與碰撞學說，此對學生而言是較難的概念，又還在熟悉論證的階段因此效果有限。

### (三) 未來可研究單次論證的影響

從研究結果顯示，部分學生可以從單次論證中即獲得概念的改變，不必經由實驗前論證、實驗、實驗後論證，因此建議未來可以研究從單次論證中學習者概念改變的情形。

### (四) 可進一步研究組間論證

本研究論證介於同組組員間的論證，看到的實驗現象多相同，若能在組內論證後進行組間論證，可能會有更不一樣的觀點，而擦出不一樣的火花。然此如何配對組間關係亦為研究課題之一。

### (五) 匿名性的影響

本研究為非匿名討論，唯此可能因學習者對組員先前成績的固有印象而造成論證影響力的不同，因此對於論證過程可能有影響。或是因為非匿名性而使學習者有所顧忌，不敢隨意發言，因此建議日後研究可以針對匿名性是否會影響論證來進行研究。

#### (六) 科學知識觀的影響

本研究只針對概念與論證內容進行分析，未討論科學知識觀與論證歷程的關係，未來建議可針對科學知識觀研究其對於論證歷程之論證能力、論證本質與論證品質的影響。

#### (七) 釐清論證與實驗的影響

本研究課程設計以論證為基礎，然而實驗課的設計上實驗組與對照組略有不同，實驗組傾向於探究式實驗，而對照組為食譜式實驗。因此建議未來若樣本數充足可研究「論證」與「探究實驗」的影響。將受試者分四組，分別為論證教學與探究式實驗、論證教學與食譜式實驗、傳統教學與探究式實驗以及傳統教學與食譜式實驗，共四組。以釐清論證與實驗對於學習者的影響。





## 參考文獻

### 中文部分

- 丁信中、洪振方、楊芳瑩 (2001)。科學理論形成與精煉過程對科學學習的意涵。  
*科學教育月刊*, 240, 2-13。
- 余曉清 (1997)。二十一世紀的科學教育-科技如何豐富科學教育。*教學科技與媒體*, 33, 12-19。
- 林奇賢 (1998)。網路學習環境的設計與應用。*資訊與教育雜誌*, 67, 34-49。
- 教育部 (2000)。國民中小學課程綱要-自然與生活科技學習領域。台北市：行政院教育部。
- 郭重吉 (1992)。從建構主義的觀點探討中小學數理教學的改進。*科學發展月刊*, 20(5), 548-570。
- 程樹德、傅大為、王道還、錢永祥(譯) (1994)。T. S. Kuhn. 著。科學革命的結構 (*The Structure of Scientific Revolutions*)。台北:遠流。
- 游文楓、余曉清 (2006)。網路化問題解決教學策略對學生生物學習成效的影響。*科學教育學刊*, 14(4), 381-400。

### 英文部分

- Brooks, J. G. & Brooks, M. G. (1993). *The case for constructivist classrooms*. VA: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Clark, D. B. & Sampson, V. D. (2007a). Personally-seeded discussions to scaffold online argumentation. *International Journal of Science Education*, 29(3), 253-277.
- Clark, D. B., Sampson, A. W., & Erkens, G. (2007b). Analytic frameworks for assessing dialogic argumentation in online learning environments. *Educational Psychology Review*, 19(3), 343-374.
- Corbel A., Girardot J.J. & Jaillon P. (2002) DREW: A Dialogical Reasoning Web Tool. ICTE 2002, *International Conference on ICT's in Education*.
- de Vries, E., Lund, K., & Baker, M. (2002). Computer-mediated epistemic dialogue: Explanation and argumentation as vehicles for understanding scientific notions. *The Journal of the Learning Sciences*, 11(1), 63-103.
- Driver, R., Newton, P., & Osborne, J. (2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. *Science Education*, 84, 287-312.
- Duschl, R. A., & Osborne, J. (2002). Support and promoting argumentation discourse in science education. *Studies in Science Education*, 38, 39-72.
- Engle, A. R., & Conant, R. C. (2002). Guiding principles for fostering productive disciplinary engagement: Explaining an emergent argument in a community of learners classroom. *Cognition and Instruction*, 20(4), 399-483.

- Geelan, D. R. (1997). Epistemological anarchy and the many forms of constructivism. *Science & education*, 6, 15-28.
- Glassner, A., Weinstock, M., & Neuman, Y. (2005). Pupils' evaluation and generation of evidence and explanation in argumentation. *British Journal of Educational Psychology*, 75, 105-118.
- Herrenkohl, L. R., Palincsar, A. S., DeWater, L. S., & Kawasaki, K. (1999). Developing scientific communities in classroom: A sociocognitive approach. *Journal of the Learning Sciences*, 8(3), 451-494.
- Hirsch, L., Saeedi, M., Cornillon, J., & Litosseliti, L., (2004). A structured dialogue tool for argumentative learning. *Journal of Computer Assisted Learning*, 20, 72-80.
- Jimenez-aleixandre M. P., Rodriguez A. B. & Duschl R. (2000). "Doing the lesson" or "doing science": argument in high school genetics. *Science Education*, 84, 757-792.
- Kuhn, D. (1991). *The skills of argument*. New York: Cambridge University Press.
- Kuhn D. (1992). Science as argument: Implications for teaching and learning scientific thinking. *Science education*, 77, 319-337.
- Kuhn, D. (1993). Science as argument – Implications for teaching and learning scientific thinking. *Science Education*, 77(3), 319-337.
- Kuhn, D., Shaw, V., & Felton, M. (1997). Effects of dyadic interaction on argumentative reasoning. *Cognition and Instruction*, 15(3), 287-315.
- Kuhn, D., & Udell, W. (2003). The development of argument skills. *Child Development*, 74(5), 1245-1260.
- Krummheuer, G. (1995) The ethnography of argumentation. In P. Cobb and H. Bauersfeld (eds) *Emergence of Mathematical Meaning* (Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum).
- Lawson, A. E. (1978). Development and validation of the classroom test of formal reasoning. *Journal of Research in Science Teaching*, 15(1), 11-24.
- Lawson, A. E. (1993). The nature and development of hypothetico-predictive argumentation with implications for science teaching . *International Journal of Science Education*, 25(11), 1387-1408.
- Linn, M. C., Clark, D. & Slotta, J. D.(2003). WISE design for knowledge intergration. *Instructional Science*, 31, 277-298.
- Mason, L. & Scirica, F. (2006). Prediction of students' argumentation skills about controversial topic by epistemological understanding. *Learning and Instruction*, 16, 492-509.
- Means, M. L., & Voss, J. F. (1996). Who reasons well? Two studies of informal reasoning among children of different grade, ability, and knowledge levels. *Cognition and Instruction*, 14(2), 139-178.

- Newton, P., Driver, R., & Osborne, J. (1999). The place of argument in the pedagogy of school science. *International Journal of Science Education*, 21, 553-576.
- Nicolaou, C. T., Nicolaidou, I., & Zacharia, Z. (2007). Enhancing fourth graders' ability to interpret graphical representations through the use of microcomputer-based labs implemented within an inquiry-based activity sequence. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 26(1), 75-99.
- Nussbaum, E. M., & Sinatra, G. M. (2003). Argument and conceptual engagement. *Contemporary Educational Psychology*, 28, 384-395.
- Osborne J., Erduran S., Simon S., & Monk M. (2001). Enhancing the quality of argument in school science. *School science review*, 82, 63-70.
- Osborne, J., Erduran, S., & Simon, S. (2004). Enhancing the quality of argumentation in school science. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(10), 994-1020.
- Osborne, J. (2006, July). The importance of argument in science education. In Science Education Center National Taiwan Normal University (Chair), *International workshop of argumentation in science teaching and learning*, Taipei, Taiwan.
- Owens, R. F., Hester, J.L., & Teale, W.H. (2002). Where do you want to go today? Inquiry-based learning and technology integration. *The Reading Teacher*, 55, 616-625.
- Perkins, D. (1991). Technology meets constructivism: Do they make a marriage? *Educational Researcher*, 24(7), 5-12.
- Quignard M. (2002) A collaborative model of argumentation in dyadic problem-solving interactions. In Proceedings of the Fifth International Conference of the *International Society for the Study of Argumentation*. Sic Sat Publications, Amsterdam.
- Quintana, Y. (1996). *Evaluating the value and effectiveness of Internet-based learning*. Retrived January 21, 2006, form [http://www.isoc.org/isoc/whatis/conferences/inet/96/proceedings/c1/c1\\_4.htm](http://www.isoc.org/isoc/whatis/conferences/inet/96/proceedings/c1/c1_4.htm)
- Sadler, T. D., & Fowler, S. (2006). A threshold model of content knowledge transfer for socioscientific argumentation. *Science Education*, 90(6),986-1004.
- Shaw, V. F. (1996). The cognitive process in informal reasoning. *Thinking and reasoning*, 2, 51-80.
- She, H. C. & Fisher, D. (2002). Teacher communication behavior and its association with students' cognitive and attitudinal outcomes in science in Taiwan. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(1), 63-78.
- She, H.C. (2004). Facilitating changes in ninth grade students' understanding of dissolution and diffusion through DSLM instruction. *Research in Science Education*, 34(4), 503-526.

- She, H.C. (2005). Enhancing eighth grade students' learning of buoyancy: The interaction of teachers' instructional approach and students' learning preference styles. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 3, 609-624.
- She, H. C. (2006, July 31). Keynote speech (in English): *Promoting students' Scientific reasoning ability and conceptual change through SCCR digital learning program*. Paper presented at International Workshop of Argumentation in Science Teaching and Learning. Taipei, NTNU, Science Education Center.
- She, H.C. & Lee, C.Q. (in press). SCCR Digital learning system for scientific conceptual change and scientific reasoning. *Computers & Education*.
- She, H.C. & Liao, Y.W. (2007, April 15-18). Fostering scientific conceptual change and scientific reasoning through a web learning program. Paper accepted by the *National Association for Research in Science Teaching 2006* Conference, New Orleans.
- Simon, S. , Erduran, S., & Osborne, J. (2006). Learning to teach argumentation: Research and development in the science classroom. *International Journal of science Education*, 28(2-3), 235-260.
- Toulmin, S. (1958 ; 2003). *The uses of argument*. Cambridge, Cambridge University Press.
- van Eemeren, F. H., Grootendorst, R. & Henkemans, F. S., et al. (1996). *Fundamentals of Argumentation Theory. A Handbook of Historical Backgrounds and Contemporary Developments*. Mahwah, NJ:Erlbaum.
- Vygosky, L. (1934). *Thought and Language*. Cambridge, MA: The MIT. Press.
- Yi, K. Z., She, H. C. & Lee, Y. M. (2006, April 1-5). Employing Web-based Dual Situated learning approach to facilitate elementary students: Construction of mold related concepts. Paper accepted by the *National Association for Research in Science Teaching 2006* Conference, San Francisco, CA.
- Yerrick, R. K. (2000). Lower track science students" argumentation and open inquiry instruction. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(8), 807-838.
- Zeidler, D. L. (1997). The central role of fallacious thinking in science education. *Science Education*, 81, 483-496.
- Zohar, A., & Nemet, F. (2002). Fostering students' knowledge and argumentation skills through dilemmas in humans genetics. *Journal of Research in Science Teaching*, 39, 35-62.

## 附錄一 論證要素範本

### 事實 Data:

- 1.我看到.....。
- 2.我知道.....。
- 3.自由輸入。

### 宣稱 Claims :

- 1、因為我看到.....所以我認為.....
- 2、因為我沒看到.....，所以我認為.....
- 3.自由輸入。

### 依據 Warrant :

- 1、依據.....的特性/原理定義，得知.....，我同意/贊成.....的想法。
- 2、如果在.....條件/情況下，我同意/贊成.....的想法。
- 3.自由輸入。

### 支持 Backing :

- 1、我曾經有.....的經驗，得知.....，所以我支持.....的想法/論點。
- 2、我曾經做過.....實驗，證明.....，所以我支持.....的想法/論點。
- 3.自由輸入。

### 反駁 Rebuttal :

- 1、我不同意/贊成.....的想法/論點，因為不符合.....的原理/論點。
- 2、我不確定.....的想法/論點，因為如果在.....條件/情況下，則.....。
- 3、我不同意/贊成.....的想法/論點，我會嘗試去做.....實驗來證明.....。
- 4.自由輸入。

### 其他 Others:

- 1.自由輸入。



## 附錄二 科學概念測驗

### (一)

1-1 廟會中燒紙錢時必須「摺紙錢」，摺過的紙錢燃燒較一疊未折過的紙錢更旺盛，影響其因素為何？

- (A) 反應物濃度
- (B) 溫度
- (C) 接觸面積
- (D) 催化劑

1-2 你的理由是？

- (A) 折過的紙錢密度較低，濃度較低。
- (B) 增加與空氣接觸表面積。
- (C) 提高反應溫度。
- (D) 減少與空氣的接觸面積。

2-1 欲點燃同質量的煤塊或煤粉，哪一個較容易？

- (A) 煤粉容易
- (B) 煤塊容易
- (C) 一樣容易
- (D) 不一定



2-2 你的理由是？

- (A) 因為都是煤，有效碰撞一樣。
- (B) 煤粉總表面積比較大，產生有效碰撞的機會較大。
- (C) 煤粉濃度比較高，單位體積中所含粒子較多，所以易產生有效碰撞。
- (D) 煤塊與空氣接觸面積較大，易產生有效碰撞。

3-1 將鐵釘分別置於甲、乙兩試管中，甲加入水與氧氣後封閉瓶口，乙加入水和空氣(內含約 1/5 的氧氣，4/5 的氮氣)後密閉，放置幾天後，請問哪個試管的鐵釘生鏽較多？

- (A) 甲試管較多
- (B) 乙試管較多
- (C) 甲乙試管一樣多
- (D) 不一定

3-2 你的理由是？

- (A) 因為空氣中還有氮氣，濃度比較高。
- (B) 因為兩者氣體體積一樣多。
- (C) 因為純氧濃度較高。

(D) 因為空氣接觸面積較大。

4-1 在  $\text{CaCO}_3 + 2\text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$  反應中，若將鹽酸稀釋後，對二氧化碳的產生速率會有什麼影響呢？

- (A) 沒有影響
- (B) 反應速率變快
- (C) 反應速率變慢
- (D) 無法判斷

4-2 你的理由是？

- (A) 濃度越低，單位體積所含的粒子越少，碰撞機會越少。
- (B) 同體積的溶液所含的粒子數一樣多。
- (C) 濃度越高，同體積粒子越多，則阻礙大，碰撞機率越低。
- (D) 反應物相同，碰撞機率一樣。

5-1 請比較下列四個試管中氣泡產生的速率，其關係何者正確？

	10.0 毫升鹽酸水溶液濃度	大理石
甲試管	2.0M	2 克的大理石粉末
乙試管	0.5M	2 克的大理石塊
丙試管	2.0M	2 克的大理石塊
丁試管	2.5M	2 克的大理石粉末

- (A) 乙 < 丙 < 甲 < 丁。
- (B) 乙 = 丙 < 甲 < 丁。
- (C) 甲 = 乙 = 丙 = 丁。
- (D) 甲 < 丁 < 乙 < 丙。

5-2 你的理由是？

- (A) 濃度高、粉末接觸面積大則反應快。
- (B) 粉末接觸面積大反應快，濃度大小影響就很大。石塊反應都很慢，所以濃度幾乎沒有影響。
- (C) 同樣的反應物成份反應速率當然相同。
- (D) 石塊較大所以反應快，濃度高反應快。

(二)

1-1 鋼絲絨在室溫下放置幾天後會生鏽，但若點火則會很快地生鏽，請問原因為何？

- (A) 溫度
- (B) 濃度
- (C) 接觸面積

(D) 催化劑

1-2 你的理由是?

- (A) 接觸面積比較大，反應比較慢。
- (B) 溫度高，反應比較快。
- (C) 瓦斯氣體是氧化反應的催化劑。
- (D) 濃度比較大，反應快。

2-1 實驗甲、乙，反應條件如下，請問反應速率關係為何?

實驗	溫度(°C)	硫代硫酸鈉 濃度(M)	硫代硫酸鈉 體積(mL)	鹽酸濃度 (M)	鹽酸體積 (mL)
甲	20	0.2	10	0.5	10
乙	60	0.2	10	0.5	10

- (A) 甲>乙。
- (B) 乙>甲。
- (C) 甲=乙。
- (D) 不一定。



2-2 你的理由是?

- (A) 同樣的反應物，反應速率相同。
- (B) 產生沉澱所需的時間甲>乙，所以反應速率乙>甲。
- (C) 產生沉澱所需的時間乙>甲，所以反應速率甲>乙。
- (D) 溫度低反應慢，所需的時間較短。

3-1 請問下列哪一個不是加油站嚴禁煙火的原因?

- (A) 濃度
- (B) 接觸面積
- (C) 溫度
- (D) 催化劑

3-2 你的理由是?

- (A) 濃度高，反應慢。
- (B) 油為液體，接觸面積小。
- (C) 加溫可以提高粒子能量而使反應容易發生。
- (D) 煙火中的硝是汽油燃燒的催化劑。

4-1 做實驗時，有時會因為時間的關係加熱反應物，請問這是為什麼？

- (A) 提供催化劑
- (B) 增加反應物的放熱
- (C) 增加反應物的濃度
- (D) 提高反應物粒子的能量

4-2 你的理由是？

- (A) 使反應物粒子增加，反應速率更快。
- (B) 提供能量，使具有高能量的粒子增加，有效碰撞增加。
- (C) 提供燃燒放熱的機會，使反應物粒子的碰撞次數減少。
- (D) 火源可以提供高能量的分子，促使反應發生。

5-1 最容易使非常穩定的化合物發生反應的化學方法為何？

- (A) 加壓力
- (B) 攪拌
- (C) 浸入水中
- (D) 加熱

5-2 你的理由是？

- (A) 加壓可使粒子受到壓力後移動速率加快，發生有效碰撞。
- (B) 攪拌可以增加碰撞機會。
- (C) 在水中容易自由移動，可以產生有效碰撞。
- (D) 加溫可使粒子能量提升，可以產生有效碰撞的機會較大。

(三)

指示劑	在酸中的顏色	pH 值變色範圍	在鹼中的顏色
石蕊	紅色	4.5~8.3	藍色
酚酞	無色	8.3~10.0	紅色
廣用試紙	紅、橙、黃		藍、靛、紫

1-1 實驗室中有四瓶藥品因為久置使得標籤脫落，比對後發現四瓶藥品應為 HCl、NaCl、NaOH、NH<sub>3</sub>，現在將四瓶溶液貼上甲、乙、丙、丁的標籤，各滴一酚酞試劑，結果發現甲、乙變桃紅色，丙、丁仍是無色。藍色石蕊試紙檢驗丁變紅色，丙不變色，請問丙是什麼溶液？

- (A) HCl
- (B) NaCl
- (C) NaOH
- (D) NH<sub>3</sub>

1-2 你的理由是?

- (A) 丙加酚酞成無色，藍色石蕊試紙不變色，所以是中性。
- (B) 丙加酚酞無色，藍色石蕊試紙不變色表示無法檢驗，為氣體。
- (C) 丙加酚酞成無色，為酸性溶液。
- (D) 藍色石蕊試紙檢驗丙不變色，表示丙為鹼性。

2-1 熱水瓶使用一段時間後常會產生含碳酸鈣的鍋垢，想去除鍋垢應倒入何種溶液呢?

- (A) 高粱酒
- (B) 食鹽水
- (C) 氨水
- (D) 白醋

2-2 你的理由是?

- (A) 碳酸鈣會與酸性溶液作用。
- (B) 鍋垢會在酒精中溶解。
- (C) 鍋垢在酸性溶液中會產生氫氣。
- (D) 碳酸鈣與鹼性溶液作用產生二氧化碳揮發。

3-1 試管中裝有稀鹽酸，放入鎂帶，可以觀察到什麼現象呢?

- (A) 產生氣泡。
- (B) 產生沉澱。
- (C) 燃燒。
- (D) 沒有反應。

3-2 你的理由是?

- (A) 生鏽產生沉澱。
- (B) 酸與鎂作用會產生氫氣。
- (C) 與鹼反應產生二氧化碳。
- (D) 反應物活性大，易燃燒。

4-1 酸與鹼有許多不同的地方，但也有共同的特性，請問下列哪個不是酸與鹼共同的特性?

- (A) 與貝殼反應會產生氣泡。
- (B) 溶於水可導電。
- (C) 溶於水溫度上升。
- (D) 有腐蝕性。



4-2 你的理由是?

- (A) 稀釋酸鹼是吸熱反應。
- (B) 只有氫氧化鈉有腐蝕性。
- (C) 鹼與貝殼不會反應。
- (D) 酸與貝殼反應產生氫氣。

5-1 小花測試甲、乙、丙、丁四種物質的酸鹼性及是否能導電，下表示他的實驗紀錄，請問何者有誤?

實驗	物質	廣用試紙測試	酸鹼性	水溶液是否導電
甲	酒精	藍	鹼	可
乙	食鹽	綠	中	可
丙	檸檬汁	黃	酸	可
丁	氨水	紅	鹼	否

- (A) 甲乙
- (B) 乙丙
- (C) 甲丁
- (D) 乙丁



5-2 你的理由是?

- (A) 酒精為弱酸性。
- (B) 廣用試紙呈現紅色為鹼。
- (C) 中性物質不可導電。
- (D) 氨水可以導電。

(四)

1-1 鹽酸與氫氧化鈉溶液混合，反應式如下： $\text{HCl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$ 。如上這種酸鹼中和反應時溫度會有何變化?

- (A) 溫度升高
- (B) 溫度降低
- (C) 溫度不變
- (D) 不一定

1-2 你的理由是?

- (A) 酸加鹼是吸熱反應。
- (B) 酸鹼中和是放熱反應。
- (C) 沒有熱源提供熱量。
- (D) 不同的溶質溶於水可能是吸熱也可能是放熱。

2-1 雨水因溶解二氧化碳而帶有酸性，所以多雨地區的土壤通常呈酸性，而不適於耕種，因此農夫會燒稻草以改善之。請問為什麼燒稻草可以改善酸性土壤呢？

- (A) 燃燒灰燼為中性物質。
- (B) 燃燒的過程酸性物質會被分解。
- (C) 稻草灰燼中含有鹼性物質。
- (D) 燃燒會產生弱酸性物質。

2-2 你的理由是？

- (A) 加入大量的中性物質可以稀釋土壤的酸性。
- (B) 燃燒分解成二氧化碳揮發。
- (C) 灰燼中含有鹼性的碳酸鉀 ( $K_2CO_3$ ) 。
- (D) 酸性物質會與酸性物質聚合。

3-1 胃痛時常服用胃散，請問胃散的成分為何？

- (A) 氯化鈉
- (B) 碳酸氫鈉
- (C) 氫氧化鈉
- (D) 以上皆可

3-2 你的理由是？

- (A) 胃酸為強酸，所以必須用強鹼來中和之。
- (B) 重點是服用胃散時會喝入大量的水，水會稀釋胃酸，所以都可以。
- (C) 強鹼會傷害食道，所以服用弱鹼性物中和胃酸。
- (D) 加入中性物質可以中和胃酸。

4-1 氫氧化鈉與鹽酸作用，主要因為哪些離子的形成而造成 pH 值改變？

- (A)  $Na^+$ 、 $Cl^-$
- (B)  $Na^+$ 、 $H^+$
- (C)  $OH^-$ 、 $Cl^-$
- (D)  $OH^-$ 、 $H^+$

4-2 你的理由是？

- (A) 因為反應會產生鹽類  $NaCl$ 。
- (B) 陽離子缺電子，易移動，才會發生反應。
- (C) 酸鹼中和， $H^+$ 與  $OH^-$ 反應生成水。
- (D) 陰離子有多的電子可以傳遞，所以主要由其反應。

5-1 氫氧化鉀加鹽酸，反應後將產物至於蒸發皿加熱，蒸發後所剩下的物質是什麼？

- (A)  $NaCl$

- (B) H<sub>2</sub>O
- (C) KCl
- (D) 沒有物質剩下。

5-2 你的理由是？

- (A) 加熱所有物質都會蒸發，不會剩下任何物質。
- (B) 酸鹼中和會產生鹽類，即 NaCl。
- (C) 酸鹼中和主要反應會產生水。
- (D) 反應會產生水與氯化鉀。

(五)

1-1 銅加熱一段時間後會變成綠色，但黃金加熱再久也不會改變，請問這是什麼原因呢？

- (A) 金硬度高
- (B) 金熔點高
- (C) 金活性小
- (D) 金純度高

1-2 你的理由是？

- (A) 熔點高不易達到熔點而燃燒。
- (B) 活性小，不易發生氧化反應。
- (C) 氧化物會保護內部使其不再反應。
- (D) 只要是純物質就不怕火煉。



2-1 鎂活性比碳大，將點燃的鎂帶放入裝滿二氧化碳的瓶中，會有什麼結果發生？

- (A) 熄滅。
- (B) 生成更多的二氧化碳。
- (C) 瓶壁上有黑點。
- (D) 產生氧氣。

2-2 你的理由是？

- (A) 玻璃被燒焦，因為玻璃成分含有碳。
- (B) 二氧化碳可以滅火，使點燃的鎂帶熄滅。
- (C) 鎂帶活性大，會搶走碳，使氧氣產生。
- (D) 二氧化碳的氧被鎂搶走，剩下碳。

3-1 碳+氧化鐵→二氧化碳+鐵。上列反應中，氧化劑是哪一個？

- (A) 碳

- (B) 氧化鐵
- (C) 鐵
- (D) 二氧化碳

3-2 你的理由是?

- (A) 二氧化碳所含的氧最多。
- (B) 氧化劑必須氧化能力強，活性大。
- (C) 碳可以冶煉金屬，所以是氧化劑。
- (D) 氧化劑本身必須還原，活性要小。

4-1 冶煉鐵時常加入碳，請問碳的作用是什麼?

- (A) 催化劑
- (B) 氧化劑
- (C) 還原劑
- (D) 吸附劑

4-2 你的理由是?

- (A) 碳活性小，易與氧結合。
- (B) 碳活性適中，可以氧化也可以還原。
- (C) 碳表面積大，可以吸附雜質。
- (D) 碳活性較鐵大，可以還原鐵。

5-1 已知 X、Y、Z 為三種不同的元素，XO、YO、ZO 為其氧化物， $X+ZO \rightarrow XO+Z$ ； $Y+ZO \rightarrow$ 無反應。請問關於活性的排列，下列何者正確?

- (A)  $X>Y>Z$
- (B)  $ZO>XO>YO$
- (C)  $Y>Z>X$
- (D)  $X>Z>Y$

5-2 你的理由是?

- (A)  $X+ZO \rightarrow XO+Z$  表示活性  $XO>Z$
- (B)  $Y+ZO \rightarrow$ 無反應表示活性  $Z>Y$
- (C)  $X+ZO \rightarrow XO+Z$  表示活性  $Z>X$
- (D)  $Y+ZO \rightarrow$ 無反應表示活性  $ZO=Y$

(六)

1-1 用蒸發皿分別裝 10 公克的砂糖、麵粉、精鹽，以酒精燈加熱?何者會全部成焦黑狀?

- (A) 砂糖、精鹽

- (B) 麵粉、砂糖
- (C) 精鹽、麵粉
- (D) 砂糖、精鹽、麵粉

1-2 你的理由是？

- (A) 晶體加熱後會變焦黑。
- (B) 含碳的化合物加熱後會變黑。
- (C) 所有物質加熱後都一樣會黑。
- (D) 含有氯的化合物加熱後會變黑。

2-1 竹筴乾餾時，最先看到的白煙並不臭，用打火機也點不燃。請問這白煙的主要成分是什麼？

- (A) 水
- (B) 氫氣
- (C) 焦油
- (D) 二氧化碳

2-2 你的理由是？

- (A) 不可燃不助燃應為二氧化碳。
- (B) 水蒸氣遇冷凝結成水滴即為白色煙霧。
- (C) 氫氣無色無味。
- (D) 與香菸成分相同。



3-1 如果要將下面這四種物質分成有機與無機兩類，你分類的結果為何？

(甲) 醋酸  $\text{CH}_3\text{COOH}$  (乙) 食鹽  $\text{NaCl}$  (丙) 二氧化硫  $\text{SO}_2$  (丁) 葡萄糖  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$

- (A) 甲丙一類，乙丁一類。
- (B) 甲丙丁一類，乙一類。
- (C) 甲乙一類，丙丁一類。
- (D) 甲丁一類，乙丙一類。

3-2 你的理由是？

- (A) 含碳的化合物稱為有機物。
- (B) 有機物必須包含碳或氫或氧。
- (C) 含金屬的化合物為無機物。
- (D) 二氧化硫為例外，因其特性接近有機物。

4-1 下列哪些不是有機物？

(甲) 氫氧化鈣  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  (乙) 乙烯  $\text{C}_2\text{H}_4$  (丙) 鹽酸  $\text{HCl}$  (丁) 蔗糖  $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$



- (A) 甲丙
- (B) 乙丙
- (C) 甲
- (D) 丁

4-2 你的理由是

- (A) 有機物中不得有金屬元素。
- (B) 含有碳就是有機物。
- (C) 分子過大，人體無法吸收，不屬於有機物。
- (D) 有機物必須包含碳、氫、氧。

5-1 下列物質:氧化鎂  $MgO$ 、硫酸  $H_2SO_4$ 、甲烷  $CH_4$ 、氯化鈉  $NaCl$ 、乙炔  $C_2H_2$ 、葡萄糖  $C_6H_{12}O_6$ 、酒精  $C_2H_5OH$ 。屬於有機物的有幾種?

- (A) 六種
- (B) 四種
- (C) 三種
- (D) 七種

5-2 你的理由是?

- (A) 食鹽、葡萄糖、酒精可從有機體中取得，為有機物。
- (B) 所有純物質都是有機物。
- (C) 有機物不包含金屬。
- (D) 除少數的特例以外，通常含碳的物質稱為有機物。

(七)

1-1 車輛在雪地上行駛時會在輪胎上加掛鐵鍊，其目的為何?

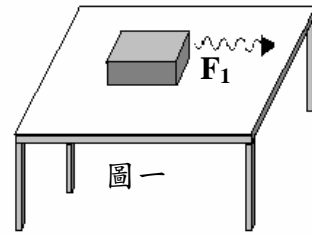
- (A) 減少摩擦力
- (B) 增加重量
- (C) 鐵鍊比輪胎堅固
- (D) 增加摩擦力

1-2 你的理由是?

- (A) 重量越重，摩擦力越大。
- (B) 鐵的表面光滑，可以避免雪塊堆積在鐵鏈上。
- (C) 可以使接觸面更粗糙。
- (D) 輪胎橡膠遇冷會失去彈性。

2-1 如圖一，施一力於桌面上的木塊，此時木塊仍保持靜止不動，下列敘述何者正確?

- (A) 木塊僅受一力作用
- (B) 木塊不受任何力作用
- (C) 木塊所受合力為 0
- (D) 摩擦力大於外界所施拉力

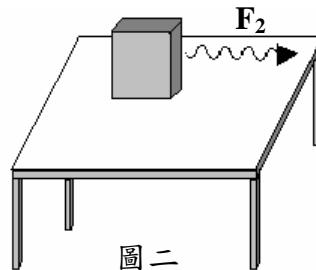


2-2 你的理由是?

- (A) 摩擦力較外力大，所以拉力無法移動木塊。
- (B) 靜止物體不受任何力作用。
- (C) 如圖一所示，木塊僅受  $F_1$  作用。
- (D) 木塊靜止表示所受合力為 0。

3-1 如圖一，木塊以最大面積接觸桌面時，假設拉動木塊所需要的外力為  $F_1$ ，如圖一。若以面積小面接觸桌面，拉動木塊所需外力為  $F_2$ ，如圖二。則  $F_1$  與  $F_2$  大小關係為何?

- (A)  $F_1 > F_2$
- (B)  $F_1 < F_2$
- (C)  $F_1 = F_2$
- (D) 無法比較



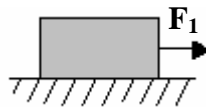
3-2 你的理由是?

- (A) 接觸面積越大，摩擦力越大，所需移動木塊的外力越大。
- (B) 摩擦力與接觸面積無關。
- (C) 接觸面積越小，壓力越大，摩擦力越大。
- (D) 視與接觸介面的材質而定。

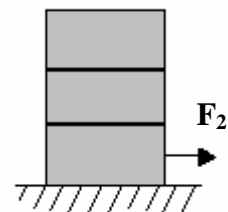
4-1 桌面上有一木塊，要使其移動必須施力  $F_1$ ，如圖三。若再增加兩木塊後，要使這三木塊移動必須施力  $F_2$ ，如圖四。請問  $F_1$  與  $F_2$  大小關係為何?

- (A)  $F_1 > F_2$
- (B)  $F_1 < F_2$
- (C)  $F_1 = F_2$
- (D) 無法比較

圖三



圖四



4-2 你的理由是?

- (A) 重量越重，摩擦力越大，所需的拉力越大。
- (B) 摩擦力只與接觸介面的材質有關。
- (C) 木塊越重，摩擦力越大，所需的拉力越小。
- (D) 視與接觸面積而定。

5-1 承上題(5-1)圖三，在桌上分別鋪上玻璃與砂紙，木塊在玻璃上欲移動必須施力  $F_3$ ，木塊在砂紙上欲移動必需施力  $F_4$ 。請問  $F_3$  與  $F_4$  大小關係為何？

- (A)  $F_3 > F_4$
- (B)  $F_3 < F_4$
- (C)  $F_3 = F_4$
- (D) 無法比較

5-2 你的理由是？

- (A) 接觸面越粗糙所受的摩擦力越小。
- (B) 砂紙上的砂就像滾輪，可以減少摩擦力。
- (C) 玻璃較光滑，摩擦力小。
- (D) 同樣的木塊摩擦力一樣。



## 主題相依論證能力測驗

這個測驗，主要是測驗你在科學的論證能力，論證包含五個元素：事實、宣稱、依據、支持、反駁，如下範例所示。

### 討論主題：雪屋中會冷嗎？

A: 愛斯基摩人住在雪屋中。

B: 雪屋可以阻隔屋外的冷空氣，所以在雪屋內比較不冷(感覺不冷)。

C: 因為雪的密度約為  $0.1\sim 0.5\text{ g/cm}^3$ ，表示雪的結構內含有大量的空氣，而空氣是熱的不良導體，所以雪屋可以防止熱的對流、傳導，因此雪屋內比較不冷。

D: 鬆軟的棉被保暖效果較佳，因為棉被中含有大量的空氣，阻隔熱的傳導、對流。

E: 屋內會比較冷，因為屋內因為四周仍為冰雪，當冰雪融化時，會吸收四周的熱量所以人在裡面會覺得很冷。

  A   1. 你認為哪句話是屬於正確的事實(data)?

說明：此題必須符合論證元素中的「事實」且科學知識內容正確才符合要求。

  B   2. 你認為哪句話是屬於正確的宣稱(claim)?

說明：此題必須符合論證元素中的「宣稱」且科學知識內容正確才符合要求。

  C   3. 你認為哪句話是屬於正確的依據(warrant)?

說明：此題必須符合論證元素中的「依據」且科學知識內容正確才符合要求。

  D   4. 你認為哪句話是屬於正確的支持(backing)?

說明：此題必須符合論證元素中的「支持」且科學知識內容正確才符合要求。

  E   5. 你認為哪句話是屬於正確的反駁(rebuttal)?

說明：此題必須符合論證元素中的「反駁」且科學知識內容正確才符合要求。

請在每一大題中，選一個你認為最佳的答案，作答於最後的答案頁。

一、老師拿出一團鋼絲絨，放在室溫下，數天後，看到此鋼絲絨變成紅褐色。此時，再拿出另一團鋼絲絨點火，迅速起火燃燒，燃燒後剩下一堆的紅褐色的粉末。

A:我看到老師加熱一下子鋼絲絨就燒起來了。

B:我看到靜置數天的鋼絲絨還是有著金屬光澤。

C:因為鋼絲絨起火燃燒後變成紅褐色粉末，而另一個則靜置室溫數天後變紅褐色，所以我認為兩者的產物應該不一樣。

D:我看到兩邊所剩下的物質都是紅褐色的，所以我認為兩邊所剩下的物質一樣。

E:依據碰撞學說，溫度升高可以增加有效碰撞，使反應速率上升。所以鋼絲絨點火與放置室溫中數日的差別只在於反應速率，產物是一樣的。

F:我不同意E的說法，我認為加熱與否會影響反應的產物，所以兩者的產物是不一樣的。

G:根據碰撞學說，溫度高會提供反應物另外一條途徑，使反應快速發生，所以加熱只是讓氧化快速發生，產物是一樣的。

H:我曾經做過大理石和鹽酸的實驗，加熱反應物至 40°C 和 60°C，60°C 產生氣體速率較快，所以我認為加熱可以加速反應速率。

I:我認為加熱不只是加速，有些反應如果不加熱就不會發生。像是哈伯法合成氨，如果沒有給予高溫高壓的環境，就無法合成。

J:我不同意I的說法，鋼絲絨燃燒變成紅褐色氧化鐵，放在室溫下數日一樣會變成紅褐色氧化鐵，所以我認為加熱只是影響反應時間的快慢，沒有加熱反應一樣會發生。

\_\_\_\_\_ 1-1)你認為哪句話是屬於正確的事實(data)?

\_\_\_\_\_ 1-2)你的理由是 (A) 能陳述現象、事實 (B) 能從所看到的現象提出自己的主張 (C) 能提出原理為自己的主張辯護 (D) 能提出過去的經驗支持自己或別人的論點 (E) 能提出理由指出別人的看法是不正確的

\_\_\_\_\_ 2-1)你認為哪句話是屬於正確的宣稱(claim)?

\_\_\_\_\_ 2-2)你的理由是 (A) 能陳述現象、事實 (B) 能從所看到的現象提出自己的主張 (C) 能提出原理為自己的主張辯護 (D) 能提出過去的經驗支持自己或別人的論點 (E) 能提出理由指出別人的看法是不正確的

\_\_\_\_\_ 3-1) 你認為哪句話是屬於正確的依據(warrant)?

\_\_\_\_\_ 3-2)你的理由是 (A) 能陳述現象、事實 (B) 能從所看到的現象提出自己的主張 (C) 能提出原理為自己的主張辯護 (D) 能提出過去的經驗支持自己或別人的論點 (E) 能提出理由指出別人的看法是不正確的

\_\_\_\_\_ 4-1) 你認為哪句話是屬於正確的支持(backing)?

\_\_\_\_\_ 4-2)你的理由是 (A) 能陳述現象、事實 (B) 能從所看到的現象提出自己的主張

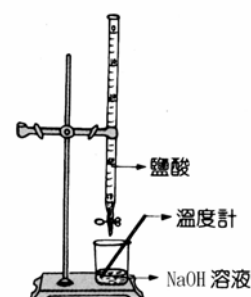


(C) 能提出原理為自己的主張辯護 (D) 能提出過去的經驗支持自己或別人的論點 (E) 能提出理由指出別人的看法是不正確的

\_\_\_\_\_ 5-1) 你認為哪句話是屬於正確的反駁(rebuttal)?

\_\_\_\_\_ 5-2) 你的理由是 (A) 能陳述現象、事實 (B) 能從所看到的現象提出自己的主張 (C) 能提出原理為自己的主張辯護 (D) 能提出過去的經驗支持自己或別人的論點 (E) 能提出理由指出別人的看法是不正確的

二、燒杯中裝有 1M 氫氧化鈉 30 毫升，滴入酚酞(酸性呈無色，鹼性呈紅色)數滴，插入溫度計。再取 1M 鹽酸 50 毫升，置入滴定管中，隨著鹽酸的滴入，錐形瓶溶液會從紅色變成無色，當溶液恰好變色時，此時溫度計的讀數由一開始的 28°C 變成 30°C。將反應後的溶液加熱，會看到蒸發皿中有白色的固體析出(如右圖)。



A: 我看到燒杯一開始呈無色。

B: 我曾經用酚酞檢驗氨水，應該是呈現無色的。

C: 我看到溶液中和後溫度計的讀數有微微的上升。

D: 因為我看到溶液變成無色，所以我認為此時溶液由鹼性變成酸性。

E: 根據酸鹼中和的原理(原則)，適量的酸與鹼反應後溶液會成中性，因此在此反應中指示劑恰好變色時，溶液接近中性。

F: 因為酸鹼中和會產生的鹽類和水，所以反應後的溶液會看到白色的氯化鈉固體沉澱。

G: 因為反應後的水溶液加熱有白色固體產生，所以當反應有白色固體產生，該反應就是酸鹼中和反應。

H: 我不同意 G 的說法，碳酸鈉加氯化鈣反應也是產生白色沉澱，但不是酸鹼中和。

I: 我支持 E 的說法，就像昆蟲會分泌酸性物質，所以急救箱中常備有氨水。

J: 我不同意 I 的說法，塗抹氨水是為了隔絕空氣，只要塗點東西都可以。

\_\_\_\_\_ 1-1) 你認為哪句話是屬於正確的事實(data)?

\_\_\_\_\_ 1-2) 你的理由是 (A) 能陳述現象、事實 (B) 能從所看到的現象提出自己的主張 (C) 能提出原理為自己的主張辯護 (D) 能提出過去的經驗支持自己或別人的論點 (E) 能提出理由指出別人的看法是不正確的

\_\_\_\_\_ 2-1) 你認為哪句話是屬於正確的宣稱(claim)?

\_\_\_\_\_ 2-2) 你的理由是 (A) 能陳述現象、事實 (B) 能從所看到的現象提出自己的主張 (C) 能提出原理為自己的主張辯護 (D) 能提出過去的經驗支持自己或別人的論點 (E) 能提出理由指出別人的看法是不正確的

\_\_\_\_\_ 3-1) 你認為哪句話是屬於正確的依據(warrant)?

\_\_\_\_\_ 3-2)你的理由是 (A) 能陳述現象、事實 (B) 能從所看到的現象提出自己的主張 (C) 能提出原理為自己的主張辯護 (D) 能提出過去的經驗支持自己或別人的論點 (E) 能提出理由指出別人的看法是不正確的

\_\_\_\_\_ 4-1) 你認為哪句話是屬於正確的支持(backing)?

\_\_\_\_\_ 4-2)你的理由是 (A) 能陳述現象、事實 (B) 能從所看到的現象提出自己的主張 (C) 能提出原理為自己的主張辯護 (D) 能提出過去的經驗支持自己或別人的論點 (E) 能提出理由指出別人的看法是不正確的

\_\_\_\_\_ 5-1) 你認為哪句話是屬於正確的反駁(rebuttal)?

\_\_\_\_\_ 5-2)你的理由是 (A) 能陳述現象、事實 (B) 能從所看到的現象提出自己的主張 (C) 能提出原理為自己的主張辯護 (D) 能提出過去的經驗支持自己或別人的論點 (E) 能提出理由指出別人的看法是不正確的

三、將適量的黑色氧化銅和碳粉均勻混合後，倒入試管中進行加熱。反應後，將試管內物質倒出，會看到有紅棕色的固體和黑色的固體。

A: 氧化銅是銅和氧氣的結合，所以我認為只要加熱氧化銅，就會分解出氧氣，剩下銅，不需要碳粉。

B: 我覺得 A 的作法應該不行，因為氧化銅非常安定，因此需要一個對氧活性比銅大的元素混合加熱，才能析出銅。

C: 加熱後，我看到反應後有黑色的固體析出。

D: 碳是催化劑，依據催化劑的特性，反應前後催化劑的本質與量不會改變，所以反應後仍有黑色的固體。而紅棕色固體是氧化銅自行分解而成的。

E: 根據氧化還原的原理(原則)，活性大的元素容易與氧結合，而碳的活性比銅大，所以氧化銅和碳反應產生了二氧化碳和紅棕色的銅。

F: 加熱後，我看到反應後有紅棕色的固體析出。

G: 因為我看到紅棕色的固體析出，所以我認為氧化銅與碳粉發生了氧化還原反應產生了紅棕色的銅。

H: 我同意 E 的說法，這跟煉鐵時除了鐵礦以外還要加入煤焦(主要成分是碳)是一樣的道理。

I: 我不同意 H 的說法，加煤焦是只是當作燃料，燃燒提高反應溫度。

J: 我懂了，這就是為什麼鐵匠打鐵時都將鐵放入燒紅的木炭中，是為了碳要參與反應使鐵變更純，除去鐵礦中的雜質。

\_\_\_\_\_ 1-1)你認為哪句話是屬於正確的事實(data)?

\_\_\_\_\_ 1-2)你的理由是 (A) 能陳述現象、事實 (B) 能從所看到的現象提出自己的主張

(C) 能提出原理為自己的主張辯護 (D) 能提出過去的經驗支持自己或別人的論點 (E) 能提出理由指出別人的看法是不正確的

\_\_\_\_\_ 2-1) 你認為哪句話是屬於正確的宣稱(claim)?

\_\_\_\_\_ 2-2) 你的理由是 (A) 能陳述現象、事實 (B) 能從所看到的現象提出自己的主張 (C) 能提出原理為自己的主張辯護 (D) 能提出過去的經驗支持自己或別人的論點 (E) 能提出理由指出別人的看法是不正確的

\_\_\_\_\_ 3-1) 你認為哪句話是屬於正確的依據(warrant)?

\_\_\_\_\_ 3-2) 你的理由是 (A) 能陳述現象、事實 (B) 能從所看到的現象提出自己的主張 (C) 能提出原理為自己的主張辯護 (D) 能提出過去的經驗支持自己或別人的論點 (E) 能提出理由指出別人的看法是不正確的

\_\_\_\_\_ 4-1) 你認為哪句話是屬於正確的支持(backing)?

\_\_\_\_\_ 4-2) 你的理由是 (A) 能陳述現象、事實 (B) 能從所看到的現象提出自己的主張 (C) 能提出原理為自己的主張辯護 (D) 能提出過去的經驗支持自己或別人的論點 (E) 能提出理由指出別人的看法是不正確的

\_\_\_\_\_ 5-1) 你認為哪句話是屬於正確的反駁(rebuttal)?

\_\_\_\_\_ 5-2) 你的理由是 (A) 能陳述現象、事實 (B) 能從所看到的現象提出自己的主張 (C) 能提出原理為自己的主張辯護 (D) 能提出過去的經驗支持自己或別人的論點 (E) 能提出理由指出別人的看法是不正確的

四、老師拿出一個塑膠袋，這個塑膠袋組成成分是乙烯，燃燒一小片塑膠袋，看到塑膠袋捲曲便成焦黑一團。

A: 我認為塑膠袋是無機物。

B: 我同意 A，因為塑膠袋是人類合成的，不是自然生成的。

C: 我不同意 A、B，應從物質的組成成分來判別是否為有機物，而不是由合成的方式判斷。

D: 根據有機物的判斷依據，應該視其是否含有碳而決定是否為有機物。而塑膠袋是由乙烯所組成，所以塑膠袋應該為有機物。

E: 現在有些塑膠袋可以被生物自然分解，所以應該是有機物。

F: 我以前不小心燒到塑膠袋，後來塑膠袋變成一團焦黑，所以塑膠袋應該含有碳。

G: 我看到老師加熱一小片塑膠袋，塑膠袋變黑色的。

H: 因為我看到焦黑的碳，所以我認為塑膠袋含有碳，應為有機物。

I: 我不同意 F、G 的看法，所以物質燃燒都會燒焦，產生黑色物質，如此說來所有物質

都是有機物，觀察其燃燒後的情形應該不是判斷的依據。

\_\_\_\_\_ 1-1)你認為哪句話是屬於正確的事實(data)?

\_\_\_\_\_ 1-2)你的理由是 (A) 能陳述現象、事實 (B) 能從所看到的現象提出自己的主張 (C) 能提出原理為自己的主張辯護 (D) 能提出過去的經驗支持自己或別人的論點 (E) 能提出理由指出別人的看法是不正確的

\_\_\_\_\_ 2-1)你認為哪句話是屬於正確的宣稱(claim)?

\_\_\_\_\_ 2-2)你的理由是 (A) 能陳述現象、事實 (B) 能從所看到的現象提出自己的主張 (C) 能提出原理為自己的主張辯護 (D) 能提出過去的經驗支持自己或別人的論點 (E) 能提出理由指出別人的看法是不正確的

\_\_\_\_\_ 3-1) 你認為哪句話是屬於正確的依據(warrant)?

\_\_\_\_\_ 3-2)你的理由是 (A) 能陳述現象、事實 (B) 能從所看到的現象提出自己的主張 (C) 能提出原理為自己的主張辯護 (D) 能提出過去的經驗支持自己或別人的論點 (E) 能提出理由指出別人的看法是不正確的

\_\_\_\_\_ 4-1) 你認為哪句話是屬於正確的支持(backing)?

\_\_\_\_\_ 4-2)你的理由是 (A) 能陳述現象、事實 (B) 能從所看到的現象提出自己的主張 (C) 能提出原理為自己的主張辯護 (D) 能提出過去的經驗支持自己或別人的論點 (E) 能提出理由指出別人的看法是不正確的

C \_\_\_\_\_ 5-1) 你認為哪句話是屬於正確的反駁(rebuttal)?

E \_\_\_\_\_ 5-2)你的理由是 (A) 能陳述現象、事實 (B) 能從所看到的現象提出自己的主張 (C) 能提出原理為自己的主張辯護 (D) 能提出過去的經驗支持自己或別人的論點 (E) 能提出理由指出別人的看法是不正確的

五、合歡山下雪了，小英的爸媽帶全家上山賞雪，但到了山上，路上都結冰了，許多車子都上不去。明明沒有車，大家卻都停在路邊，只看到一台吉普車穩穩地往上開，這是為什麼呢？

A:到了結冰的路段，明明沒塞車，卻幾乎所有的車都停了下來，我想是路太滑了。

B:我認為是因為摩擦力太大，才使車子無法前進。

C:我的想法與B相反，我認為是因為摩擦力太小所以才無法前進。因為車子必須藉由輪胎與地面的摩擦力而前進，所以無法前進是因為摩擦力不夠。

D:那台吉普車開上去了，他的輪胎看起來刻紋很深。

E:根據接觸面越粗糙，摩擦力越大的原理，所以輪胎刻紋深摩擦力大，因此可以提供吉



普車在冰地上前進的力量。

F:我不贊成 E 的說法，與輪胎無關，我認為是因為吉普車馬力比較大，所以比較容易移動。

G:我曾經看過電視，在雪地中輪胎會綁上鐵鍊，我想應該是為了增加摩擦力，所以我贊成 E。

H:吉普車的輪胎比較寬，我認為跟接觸面積有關。

I:我支持 H 的說法，接觸面積越大，摩擦力越大，所以車子可以前進。

J:我也有上山結果車子爬不上去的經驗，後來其他人先下來步行，車子就開上去了。所以我覺得與接觸面、摩擦力都無關，是因為太重了。

\_\_\_\_\_ 1-1)你認為哪句話是屬於正確的事實(data)?

\_\_\_\_\_ 1-2)你的理由是 (A) 能陳述現象、事實 (B) 能從所看到的現象提出自己的主張 (C) 能提出原理為自己的主張辯護 (D) 能提出過去的經驗支持自己或別人的論點 (E) 能提出理由指出別人的看法是不正確的

\_\_\_\_\_ 2-1)你認為哪句話是屬於正確的宣稱(claim)?

\_\_\_\_\_ 2-2)你的理由是 (A) 能陳述現象、事實 (B) 能從所看到的現象提出自己的主張 (C) 能提出原理為自己的主張辯護 (D) 能提出過去的經驗支持自己或別人的論點 (E) 能提出理由指出別人的看法是不正確的

\_\_\_\_\_ 3-1) 你認為哪句話是屬於正確的依據(warrant)?

\_\_\_\_\_ 3-2)你的理由是 (A) 能陳述現象、事實 (B) 能從所看到的現象提出自己的主張 (C) 能提出原理為自己的主張辯護 (D) 能提出過去的經驗支持自己或別人的論點 (E) 能提出理由指出別人的看法是不正確的

\_\_\_\_\_ 4-1) 你認為哪句話是屬於正確的支持(backing)?

\_\_\_\_\_ 4-2)你的理由是 (A) 能陳述現象、事實 (B) 能從所看到的現象提出自己的主張 (C) 能提出原理為自己的主張辯護 (D) 能提出過去的經驗支持自己或別人的論點 (E) 能提出理由指出別人的看法是不正確的

\_\_\_\_\_ 5-1) 你認為哪句話是屬於正確的反駁(rebuttal)?

\_\_\_\_\_ 5-2)你的理由是 (A) 能陳述現象、事實 (B) 能從所看到的現象提出自己的主張 (C) 能提出原理為自己的主張辯護 (D) 能提出過去的經驗支持自己或別人的論點 (E) 能提出理由指出別人的看法是不正確的



# 科學推理測驗

## 單一選擇題版本

### 學生的指引

這個能力測驗，主要是測驗你在科學或數學方面的推理能力，判斷你是否能進行情境的分析，並做出預測或解決問題。在每一題中，選一個最佳的答案，並在答案紙作答。

**在測驗開始之前，請勿翻開此測驗本！**

1. 假設給你兩個相同形狀、重量與大小的黏土球。其中一個球將它壓平成薄煎餅形狀，下列哪一個情況是對的？

- A. 薄餅形的黏土重量比另一個球狀黏土的重量還重。
- B. 兩個黏土不管形狀如何，它們的重量還是相同。
- C. 球狀黏土的重量比薄煎餅狀的黏土重量還要重。

2. 你所根據的理由是：

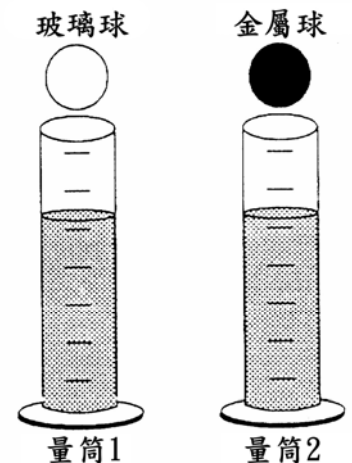
- A. 因為薄煎餅狀的黏土面積比較大。
- B. 因為同一點往下壓，壓的越平，其重量就會越大。
- C. 因為當物體弄成薄餅狀時，會失去一些重量。
- D. 因為黏土沒有增加或減少。
- E. 因為當物體被弄成平版狀的時候，重量會增加。

3. 在右圖中有兩個量筒注滿了相同高度的水，兩個量筒的形狀與大小皆相同。

在右圖中，有兩個小球，一個是玻璃製的，另一個是鐵製的。兩個球體形狀相同，但是鐵球的重量比玻璃球還要重。

把玻璃球放入量筒 1 後，發現玻璃球沈到量筒的底部，然後發現量筒的水位上升到刻度 6 的位置。假如我們將鐵球放入量筒 2 後，請問水面會上升到哪個刻度？

- A. 與量筒 1 的水位高度相同(刻度都是 6)。
- B. 比量筒 1 的水位還要高(比刻度 6 還要高)。
- C. 比量筒 1 的水位還要低(比刻度 6 還要低)。



4. 你所根據的理由是：

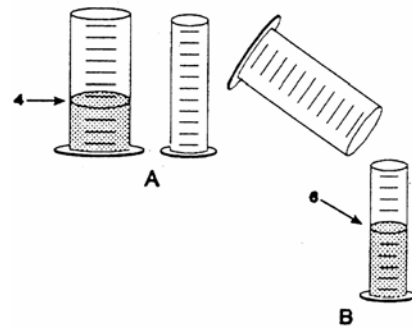
- A. 因為鐵球沈到量筒底部的速度較快。
- B. 因為兩個球狀物是不同的材質所製成的。
- C. 因為鐵球的重量比玻璃球的重量還要重。
- D. 因為玻璃球所造成的壓力比較小。
- E. 兩個球的體積相同。

5. 右圖有兩個量筒，一個口徑比較寬，一個口徑比較窄。兩個量筒具有相同的刻度。在寬口徑的量筒中倒入水，讓水位上升到刻度 4 的位置（圖 A）。然後將寬口徑量筒中的水，倒入窄口徑的量筒，發現水位上升到刻度 6 的位置。

假設兩個量筒都是空的，然後將水加入寬口徑的量筒中，直到水位上升到刻度

6 的位置。那麼如果將這些水倒入窄口徑的量筒中，請問水位的高度是多少？

- A.大約刻度 8 的位置。
- B.大約刻度 9 的位置。
- C.大約刻度 10 的位置。
- D.大約刻度 12 的位置。
- E.以上皆非。



6.你所根據的理由是：

- A.給的相關資訊不足，因此無法判斷答案。
- B.因為之前寬口徑量筒的水倒入窄口徑的量筒中，水位上升 2 個刻度，因此後來的刻度也應該上升 2 個刻度。
- C.因為寬口徑量筒上升 2 個刻度，對於窄口徑的量筒而言，會上升 3 個刻度。
- D.因為第二個窄口徑的量筒更窄了。
- E.我們必須實際地將寬口徑量筒的水倒入窄口徑的量筒中，並加以觀察，才可以做出正確的結論。

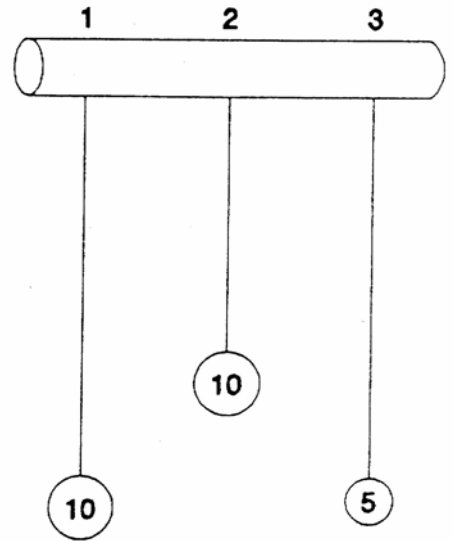
7.現在如果將水倒入窄口徑量筒中（在題目 5 中的描述相同），使水位上升到刻度 11 的位置。那麼如果將這些水倒入空的寬口徑量筒中，請你預測水位會上升到哪一個刻度？

- A.大約刻度 7.5 的位置。
- B.大約刻度 9 的位置。
- C.大約刻度 8 的位置。
- D.大約刻度 7 又  $\frac{1}{3}$  的位置。
- E.以上皆非。

8.你所根據的理由是：

- A.寬口徑量筒與窄口徑量筒水位上升的比例應該會相同。
- B.我們必須實際地進行操作與觀察，才能得到正確答案。
- C.提供的資料不足，使我們無法決定正確答案是哪一個。
- D.因為上一題水位差 2 個刻度，所以這一題的狀況中，也應該差 2 個刻度。
- E.窄口徑量筒水位上升 3 個刻度，倒入寬口徑量筒時，將窄口徑量筒刻度減去 2 就是寬口徑量筒水位的高度。

9. 在右圖中，木棍上繫著三條線。在每條線的末端都繫著金屬重物，線條 1 與線條 3 的長度相同，線條 2 短一點。線條 1 與 2 末端繫著重量為 10 單位的重物，線條 3 末端繫著重量為 5 單位的重物。繩子(包括末端的重物)可以前後擺動，而且擺動的時間是可以被測量的。



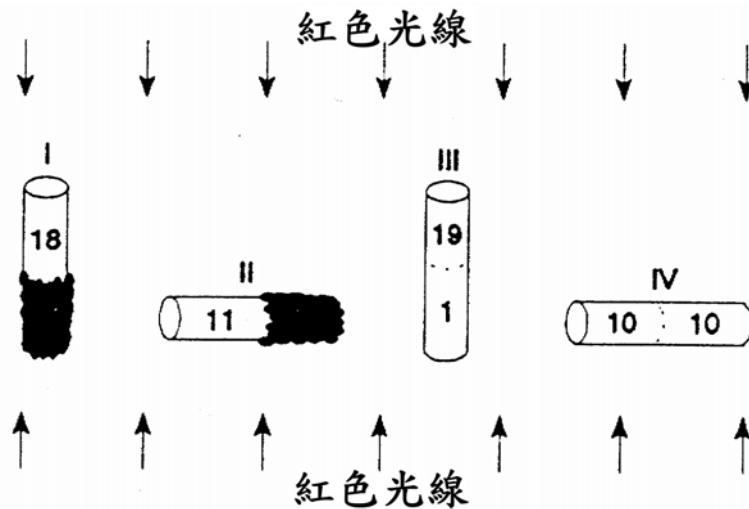
假設你想要找出長度與擺動時間的關係，哪些線可以讓你找出這個關係？

- A. 只有 1 條線就夠了。
- B. 三條線都可以
- C. 線條 2 與 3
- D. 線條 1 與 3
- E. 線條 1 與 2

10. 你所根據的理由是：

- A. 你必須使用最長的線條。
- B. 你必須要比較末端繫著 5 單位重量與 10 單位重量的線條。
- C. 只有長度上的不同。
- D. 必須去嘗試所有可能的比較。
- E. 重量的不同。

11. 四個玻璃管中，都放入 20 隻果蠅，且每個玻璃管的兩端都是封住的。玻璃管 1 與玻璃管 2 有某部分被黑色的紙包起來，玻璃管 3 與 4 則沒有被黑色紙包住。這些玻璃管放置的方式如圖所示，然後把這些玻璃管放置在紅色光線下五分鐘。下圖顯示了沒有被黑色紙包住的果蠅數目。



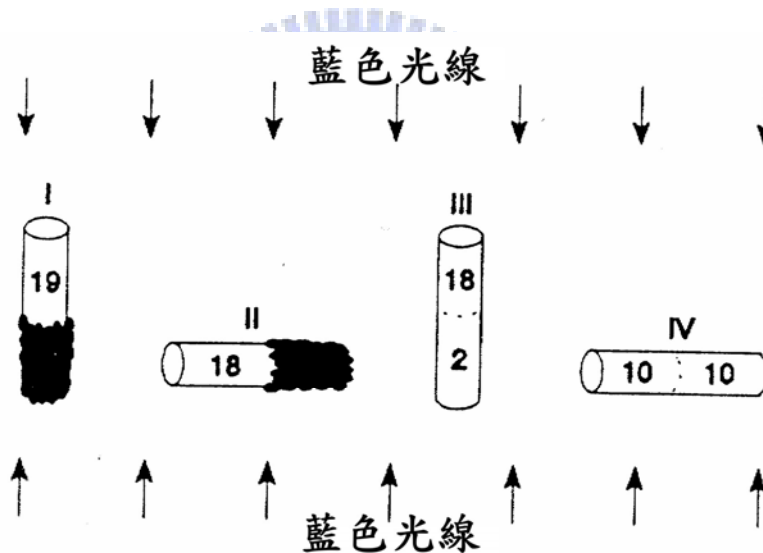
這個實驗顯示出果蠅的反應是？（這些反應是指果蠅靠近或遠離）

- A. 對紅色光線有反應，但對重力沒反應。
- B. 對重力有反應，但對紅色光線沒反應。
- C. 對重力與紅色光線都有反應。
- D. 對重力與紅色光線都沒反應。

12. 你所根據的理由是：

- A. 大多數的果蠅分佈在玻璃管 3 的頂端，但卻平均散佈在玻璃管 2 中。
- B. 在玻璃管 1 與玻璃管 3 中，大多數的果蠅都不在管子底部。
- C. 果蠅需要光線才看的見，而且果蠅飛行必須反抗重力。
- D. 大部分的果蠅都分佈在管子的頂端，以及被照亮的管子端。
- E. 每一個玻璃管的兩端均有一些果蠅的分佈。

13. 在第二個實驗中，使用不同品種的蒼蠅跟藍色的光線。而實驗的結果表示於下列圖示中：



這些資料顯示出這些果蠅的反應是？（這裡的反應是指果蠅靠近或遠離）

- A. 對藍色光現有反應，但對重力沒有反應。
- B. 對重力有反應，但對藍色光線沒反應。
- C. 對重力與藍色光線都有反應。
- D. 對重力與藍色光線都沒反應。

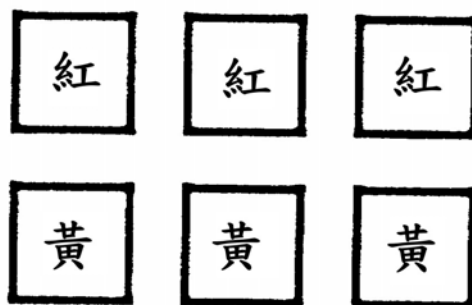
14. 你所根據的理由是：

- A. 每一個玻璃管的兩端均有一些果蠅的分佈。
- B. 果蠅需要光線才看的見，而且果蠅飛行必須反抗重力。
- C. 因為果蠅平均分佈在玻璃管 4 中，但是玻璃管 3 中的果蠅大多分佈在頂端。
- D. 大多數的果蠅分佈在玻璃管 2 的亮端，但沒有分佈玻璃管 1 與 3 的底端。
- E. 大多數的果蠅在玻璃管 1 的頂端，以及在玻璃管 2 的亮端。



15. 六個正方形的木塊被放進布袋中，並均勻的混合。這六塊木塊大小與形狀都相同，但是有三塊木塊是黃色，其他三塊是紅色。假設某人伸手進入布袋中（沒往內看），並拿出一塊木塊。拿到紅色的機率有多少？

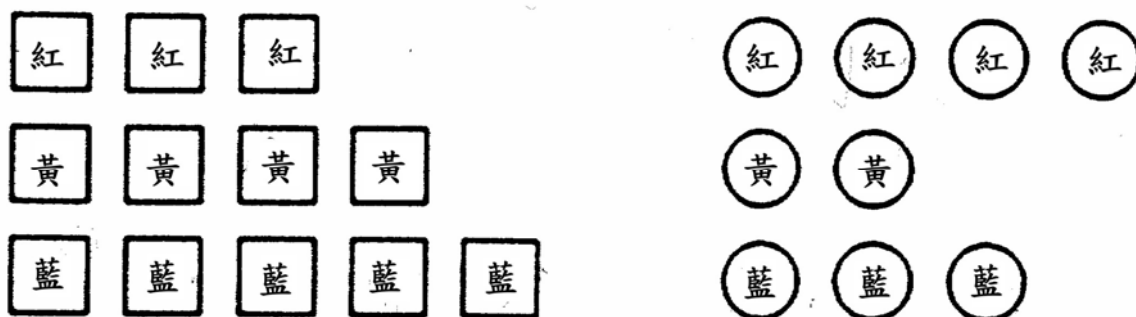
- A. 1/6 的機率
- B. 1/3 的機率
- C. 1/2 的機率
- D. 100% 的機率。
- E. 無法決定



16. 你所根據的理由是：

- A. 因為六塊木塊中，有三個是紅色的。
- B. 沒有辦法說明那一塊木塊會被拿出來。
- C. 六塊木塊中，只有一塊紅色的會被拿出來。
- D. 六塊木塊中，形狀與大小都相同。
- E. 三塊紅色的木板中，只有一個會被拿出來。

17. 布袋中，放入方形的木塊，其中紅色 3 個、黃色 4 個以及藍色 5 個，另外再放入圓形木塊，其中紅色 4 個、黃色 2 個以及藍色 3 個。所有的木塊都被放入布袋中，並均勻的混合（不可以觀看，也不可以用手感覺形狀）。然後從布袋中拿出一個木塊。



請問拿到紅色圓木塊或藍色圓木塊的機率為多少？

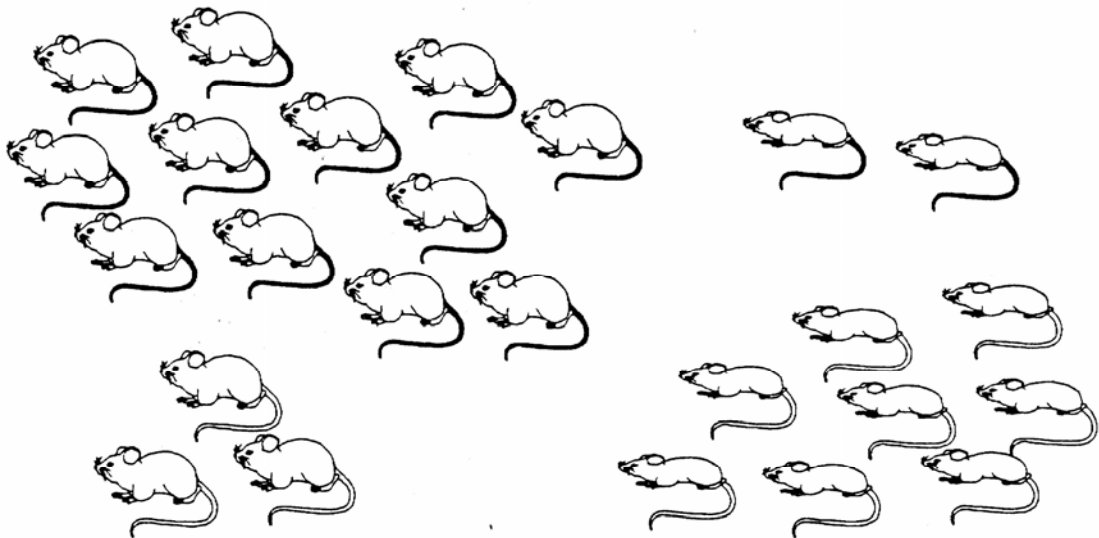
- A. 資料不足，無法決定。
- B. 1/3 的機率。
- C. 1/21 的機率。
- D. 15/21 的機率。
- E. 1/2 的機率。

18. 你所根據的理由是：

- A. 兩個形狀中，有一種是圓的。
- B. 21 各木塊中，有 15 個藍色與紅色的。

- C.沒有辦法知道拿出來的木塊會是哪一種。
- D.21 個木塊中，只有一個會被拿出來。
- E.3 個中木塊中，就有一個會是紅色的木塊或藍色的木塊。

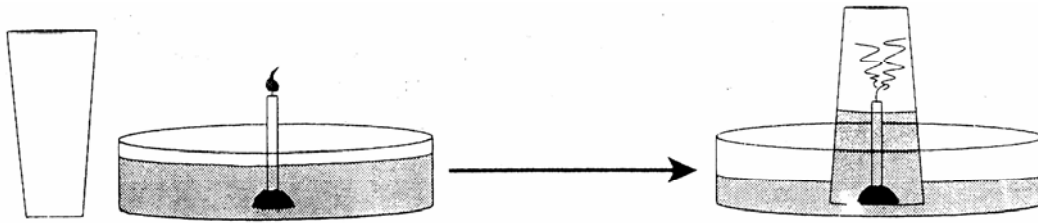
19. 布朗農夫在他的農田中發現老鼠，而且這些老鼠有瘦有肥，它們的尾巴的顏色有黑色也有白色。因為這樣的觀察，讓布朗農夫想要知道老鼠的體型與老鼠尾巴的顏色是否有相關連。所以他捕捉了農田某部分土地的所有老鼠，並且觀察它們。下圖中的老鼠就是他抓到的：



你認為老鼠的體型與老鼠尾巴的顏色是否有某些關連？

- A. 似乎有某些關連。
  - B. 沒有關連。
  - C. 無法進行合理的推理。
20. 你所根據的理由是：
- A. 因為每一種類型的老鼠都有抓到一些。
  - B. 在老鼠尺寸與老鼠尾巴顏色可能有基因上的關連。
  - C. 這裡所抓到的老鼠數量不足，無法進行判斷。
  - D. 大多數肥胖的老鼠，它們的尾巴都是黑色，而且大多數瘦的老鼠都有白色尾巴。
  - E. 當老鼠越來越肥胖，它們的尾巴也會越來越黑。

21. 下圖中，左圖裡有玻璃杯，以及點燃的生日蠟燭，而生日蠟燭被小塊的黏土固定在水盤底端。右圖中，將玻璃杯蓋住燃燒且放在水盤中的蠟燭。此時，蠟燭會快速的熄滅，玻璃杯的水位也會上升。



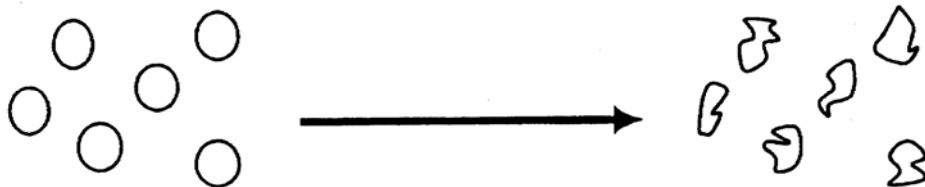
這個觀察的結果引發出一個有趣的問題：為什麼玻璃杯中的水位會上升呢？

可能的解釋是：燃燒的過程中，蠟燭與氧氣燃燒後，產生二氧化碳，因為氧氣無法快速溶解在水中，但二氧化碳可以，因此燃燒產生的二氧化碳快速的溶解在水中，導致玻璃杯的壓力變小，玻璃杯內的水位因此而上升。

假設提供你上述的所有的實驗器材與材料，並額外供給你一些火柴與乾冰，你要怎樣驗證上述敘述之可能性？

- A.讓水中充滿了二氧化碳，並重做上面的實驗，注意水位上升的高度。
  - B.水位的上升是因為氧氣被消耗了，所以精確的重做實驗來證明水位的上升是因為氧氣的消耗。
  - C.設計一個對照組，變更蠟燭的數目，然後看看實驗結果是否有何不同。
  - D.水位上升的可能原因是因為吸力，所以製作一個通管，並在通管的頂端放一個氣球，並將燃燒的蠟燭放置於此裝置內。
  - E.重做實驗，並確定控制住所有的依變項，然後再進行水位上升的測量。
- 22.哪一個實驗的結果（第 21 題中所提到的）將會顯示出你的解釋可能是錯的？
- A.水位上升的高度與之前的實驗相同。
  - B.水位上升的高度與之前的實驗低。
  - C.氣球膨脹了。
  - D.氣球收縮了。

- 23.一個學生將一滴血液放在顯微鏡下觀察，所看到的結果如下圖所示，紅血球在顯微鏡下看起來像是一個圓球。但是在一滴血中滴入幾滴鹽水後，學生經由顯微鏡觀察後發現，紅血球的形狀似乎變小了。



血液中紅血球的形狀

加了鹽水後的紅血球

這個觀察結果引起了一個很有趣的問題：為什麼紅血球的形狀會變小？

這裡有兩個可能的解釋：第一個解釋，鹽離子（鈉離子與氯離子）推擠細胞膜，因此讓細胞變小了。第二個解釋，水分子受到鹽離子的吸引，因此細胞內的水分子就被吸引出來，因此血球的尺寸就變小了。

為了驗證這些解釋，這學生使用配置好的鹽水（有很正確的重量百分濃度），以及一些裝有水的塑膠袋，並且假裝塑膠袋就像血球的細胞膜。此實驗中所使用的塑膠袋水球，事先經過精確的重量測量，然後放入鹽水中十分鐘，再拿出來測量水袋的重量。

下列哪一個敘述可以證明第一個解釋是錯誤的？

- A. 水袋的重量減少。
- B. 水袋的重量相同。
- C. 水袋變小了。

24. 下列哪一個敘述可以證明第二個解釋是錯誤的？

- A. 水袋的重量減少。
- B. 水袋的重量相同。
- C. 水袋變小了。



附錄五 數位論證學習課程活動設計

主題一 接觸面積、濃度對反應速率的影響	
接觸面積對反應速率的影響	
課程流程	課程內容
教學(網頁)	顆粒越小，接觸面積越大。
問題(個人/網路)	請問接觸面積大小與反應速率的關係為何?請解釋你的理由。
論證(組/網路)	請問接觸面積大小與反應速率的關係為何?請解釋你的理由。
論證-假設(組/網路)	問題:有三杯溶液均為 3M 的鹽酸 5 毫升，分別丟入顆粒大小不同(大顆粒、小顆粒及粉末)的大理石 5 克，請問反應速率快慢與顆粒大小的關係為何? (請依照問題與同學討論，形成該組的「假設」，並針對該假設形成實驗設計-「自變數(操縱變因)」、「應變數(應變變因)」、「常數(控制變因)」，全組達成共識後始可進入下一頁。)
問題-假設(個人/網路)	經過剛剛的討論，請問: 有三杯溶液均為 3M 的鹽酸 5 毫升，分別丟入顆粒大小不同(大顆粒、小顆粒及粉末)的大理石 5 克，請問反應速率快慢與顆粒大小的關係為何? 你的假設是:_____
論證-設計實驗(組/網路)	自變數(操縱變因): 應變數(應變變因): 常數(控制變因):
問題-實驗設計(個人/網路)	自變數(操縱變因): 應變數(應變變因): 常數(控制變因):
實驗(組/實驗室)	學習單(問題、器材、實驗設計(變數)、結果記錄、引導問題、結論)
教學-碰撞學說(網頁)	1.物質由粒子所組成，化學反應的發生必須由反應的粒子(原子、分子或離子)互相接近發生碰撞，改變原來的排列組合而形成新的化合物，這種說法叫做碰撞學說。 2.化學反應中，如果反應物碰撞的機會增加，則反應速率會加快。
論證(組/網路)	請問為何顆粒越小，反應速率越快?請用碰撞學說解釋。
問題(個人/網路)	請問為何顆粒越小，反應速率越快?請用碰撞學說解釋。
濃度對反應速率的影響	
課程流程	課程內容
問題(個人/網	請問濃度大小與反應速率的關係為何?請解釋你的理由。

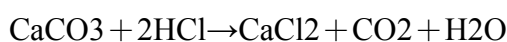


路)	
論證(組/網路)	請問濃度大小與反應速率的關係為何?請解釋你的理由。
論證-假設(組/網路)	問題: 問題:有兩杯濃度不同的鹽酸溶液,投入重量與顆粒大小均相同的大理石,請問反應速率快慢與鹽酸濃度大小的關係為何? (請依照問題與同學討論,形成該組的「假設」,並針對該假設形成實驗設計-「自變數(操縱變因)」、「應變數(應變變因)」、「常數(控制變因)」,全組達成共識後始可進入下一頁。)
問題-假設(個人/網路)	經過剛剛的討論,請問: 有三杯溶液均為 3M 的鹽酸 5 毫升,分別丟入顆粒大小不同(大顆粒、小顆粒及粉末)的大理石 5 克,請問反應速率快慢與顆粒大小的關係為何? 你的假設是:_____
論證-設計實驗(組/網路)	自變數(操縱變因): 應變數(應變變因): 常數(控制變因):
問題-實驗設計(個人/網路)	自變數(操縱變因): 應變數(應變變因): 常數(控制變因):
實驗(組/實驗室)	學習單(問題、器材、實驗設計(變數)、結果記錄、引導問題、結論)
教學-碰撞學說(網頁)	1.物質由粒子所組成,化學反應的發生必須由反應的粒子(原子、分子或離子)互相接近發生碰撞,改變原來的排列組合而形成新的化合物,這種說法叫做碰撞學說。 2.化學反應中,如果反應物碰撞的機會增加,則反應速率會加快。
論證(組/網路)	請問為何濃度越大,反應速率越快?請用碰撞學說解釋。
問題(個人/網路)	請問為何濃度越大,反應速率越快?請用碰撞學說解釋。
教學 結論(網頁)	接觸面積、濃度對反應速率的影響 何謂反應速率 <ul style="list-style-type: none"> <li>定義:在化學反應系中,單位時間內反應物的消耗或產物生成的變化量</li> </ul> 碰撞學說 <ul style="list-style-type: none"> <li>物質由粒子所組成,化學反應是不同的粒子與粒子互相碰撞後,改變原來的排列組合而形成新的化合物,這種說法叫做碰撞學說。</li> </ul>

- 化學反應中，如果反應物碰撞的機會增加，則反應速率會加快。
- 粒子互相碰撞，不一定會發生反應；但化學反應發生，粒子一定要發生碰撞。

#### 接觸面積與反應速率的關係

- 貝殼的主要成分是碳酸鈣，與鹽酸溶液接觸時會進行下列反應產生二氧化碳氣體。



- 貝殼顆粒越細，其總表面積越大，與溶液中氫離子在單位時間內碰撞的次數也就越多；因此氣泡產生與反應速率也就越快。
- 將正立方體邊長 2cm 畫八塊，分成每邊 1cm 八小塊 標題下寫大顆粒總表面積 24cm<sup>2</sup> 小顆粒總表面積 48cm<sup>2</sup>
- 將盛有鹽酸的燒杯與貝殼放在電子秤上觀察，由於反應中產生的二氧化碳會散失，使得燒杯的總質量會減少；當貝殼的顆粒越小，反應速率越快，相同時間內質量減少的就越多。

#### 生活中的例子

- 肉塊切成肉絲比較容易煮熟-肉絲總表面積比肉塊大，可增加接觸反應的機會，較容易煮熟。
- 生火時將竹篾削成火煤棒會比較容易點燃。
- 燒紙錢時要折一下，使一頁一頁散開燒會比整疊燒的快。

#### 濃度與反應速率的關係

- 當鹽酸濃度愈高，溶液中氫離子的粒子數愈多，與貝殼表面在單位時間內碰撞的次數也就增加；因此氣泡產生與反應速率也就越快。
- 將盛有鹽酸的燒杯放在電子秤上，當鹽酸的濃度越大，反應速率越快，相同時間內質量減少的就越多。
- 鎂帶在純氧中燃燒較在空氣中劇烈，也就是濃度影響反應速率的結果。

#### 生活中的例子

- 喝烈酒比喝啤酒容易醉-因為烈酒的酒精濃度比啤酒高，所以較容易醉。如台灣啤酒酒精度約 5%，高粱酒約 40%。
- 有些人登山易得高山症-因為高山上大氣較平地稀薄，會使人血氧濃度降低，而出現高山症。

#### 結論

	<ul style="list-style-type: none"> <li>反應物濃度愈高，總碰撞次數增多，因此有效碰撞的機會愈多，故速率愈大。</li> <li>顆粒越細，其總表面積越大，在單位時間內碰撞的次數也就越多，故速率愈大。</li> </ul>
<b>主題二 溫度與反應快慢</b>	
<b>課程流程</b>	<b>課程內容</b>
問題(個人/網路)	請問溫度高低與反應速率的關係為何?請解釋你的理由。
論證(組/網路)	請問溫度高低與反應速率的關係為何?請解釋你的理由。
論證-假設(組/網路)	問題: 在硫代硫酸鈉加入鹽酸的實驗中，分別在 30°C、40°C、50°C 的環境下反應，請問反應速率快慢與溫度高低的關係為何?(請依照問題與同學討論，形成該組的「假設」，並針對該假設形成實驗設計-「自變數(操縱變因)」、「應變數(應變變因)」、「常數(控制變因)」，全組達成共識後始可進入下一頁。)
問題-假設(個人/網路)	經過剛剛的討論，請問: 問題: 在硫代硫酸鈉加入鹽酸的實驗中，分別在 30°C、40°C、50°C 的環境下反應，請問反應速率快慢與溫度高低的關係為何? 你的假設是: _____
論證-設計實驗(組/網路)	自變數(操縱變因): 應變數(應變變因): 常數(控制變因):
問題-實驗設計(個人/網路)	自變數(操縱變因): 應變數(應變變因): 常數(控制變因):
實驗(組/實驗室)	學習單(問題、器材、實驗設計(變數)、結果記錄、引導問題、結論)
教學-碰撞學說(網頁)	1. 粒子互相碰撞，不一定會發生反應；但化學反應發生，粒子一定要發生碰撞。 2. 因此依照碰撞學說的說法，反應物的粒子要能產生化學反應，粒子必須互相碰撞。然而反應物的粒子互相碰撞不一定會發生反應，必須要有足夠的能量。 3. 具有足夠能量的碰撞，稱為有效碰撞。反應速率的快慢決定於有效碰撞的多寡。
論證(組/網路)	請問為何溫度越高，反應速率越快?請用碰撞學說解釋。
問題(個人/網路)	請問為何溫度越高，反應速率越快?請用碰撞學說解釋。
教學 結論(網頁)	溫度與反應快慢 溫度與反應速率的關係

- 許多物質通常透過加熱後，會產生變化以及進行化學反應。

- 例如：高溫下紅熱的鋼絲絨在空氣中燃燒，與室溫下鋼絲絨緩慢的生鏽，兩者都進行著鐵的氧化反應，但是其反應速率卻相差很大。

- 硫代硫酸鈉水溶液與鹽酸作用會產生黃色的硫沉澱，因此會遮住燒杯下方的「+」字，其反應式如下：



- 不同溫度下但是要遮住「+」所需要硫的沉澱卻是相同的。只不過溫度愈高，反應速率愈快，產生一定的硫沉澱所需時間就愈短了。

#### 碰撞學說

- 1.物質由粒子所組成，化學反應的發生必須由反應的粒子(原子、分子或離子)互相接近發生碰撞，改變原來的排列組合而形成新的化合物，這種說法叫做碰撞學說。
- 2.粒子互相碰撞，不一定會發生反應；但化學反應發生，粒子一定要發生碰撞。
- 3.化學反應中，如果反應物碰撞的機會增加，則反應速率會加快。
- 因此依照碰撞學說的說法，反應物的粒子要能產生化學反應，粒子必須互相碰撞。然而反應物的粒子互相碰撞不一定會發生反應，必須要有足夠的能量。
- 就正如一個石頭打到玻璃不一定會使玻璃破裂，它必須要飛行的夠快，才有機會打破玻璃。
- 具有足夠能量的碰撞，稱為有效碰撞。反應速率的快慢決定於有效碰撞的多寡。

#### 溫度升高,反應速率增加的原因

- a 能量因素：溫度升高具有高動能的分子數增加(動能分布曲線右移)超過低限能的分子數增加,造成有效碰撞的頻率增加,反應速率增大(此因素為主因)
- b 碰撞頻率因素：溫度升高,分子平均運動速率增加,碰撞頻率增大,有效碰撞粒子數增多,故反應速率增大(此因素為次因)

#### 如何利用碰撞學說解釋溫度對反應速率的影響

隨著溫度的上升，燒杯中水溶液的反應物(硫代硫酸鈉與鹽酸)粒子具有較高的能量，而且運動速度也較快，使得粒子碰撞的頻率較高，故會加速反應的速率，使得遮住「+」字所需時間變短。

	<p>生活中的例子</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 食物放進冰箱較不易腐敗。</li> <li>• 加油站或瓦斯行都有“嚴禁煙火”的標語-汽油可以燃燒，但將其暴露在空氣中，不經點燃並不會燃燒，這是因為溫度太低沒有達到燃點。所以必須嚴禁煙火以免溫度升高而引起劇烈燃燒造成危險。</li> <li>• 實驗室中，為了使物質反應快速，成使用酒精燈加熱。</li> </ul> <p>結論</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 溫度升高具有高動能的分子數增加 (動能分布曲線右移)超過低限能的分子數增加,且高溫分子運動速率較快，造成有效碰撞的頻率增加,反應速率增大。</li> </ul>
--	---

### 主題三 酸鹼的特性

課程流程	課程內容
問題(個人/網路)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 酸性和鹼性物質有哪些特性?</li> <li>2. 請問           <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 酸性和鹼性物質溶於水後其溫度是否會有變化?</li> <li>(2) 酸性和鹼性物質在水中導電度是否有差異?</li> <li>(3) 酸性和鹼性物質加大理石會有何變化?</li> <li>(4) 酸性和鹼性物質加鎂帶會何有變化?</li> <li>(5) 酸性和鹼性物質運用各種試紙(紅色石蕊試紙、藍色石蕊試紙、廣用試紙)後會有何變化?</li> </ol> </li> <li>3.你認為哪些方法可以區分出酸和鹼性溶液?</li> </ol>
論證-假設(組/網路)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 酸性和鹼性物質有哪些特性?</li> <li>2. 請問           <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 酸性和鹼性物質溶於水後其溫度是否會有變化?</li> <li>(2) 酸性和鹼性物質在水中導電度是否有差異?</li> <li>(3) 酸性和鹼性物質加大理石會有何變化?</li> <li>(4) 酸性和鹼性物質加鎂帶會何有變化?</li> <li>(5) 酸性和鹼性物質運用各種試紙(紅色石蕊試紙、藍色石蕊試紙、廣用試紙)後會有何變化?</li> </ol> </li> <li>3.你認為哪些方法可以區分出酸和鹼性溶液? (請依照問題與同學討論，形成該組的「假設」，全組達成共識後始可進入下一頁。)</li> </ol>
問題-假設(個人/網路)	<p>經過剛剛的討論，請問:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 酸性和鹼性物質有哪些特性?</li> <li>2. 請問           <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 酸性和鹼性物質溶於水後其溫度是否會有變化?</li> <li>(2) 酸性和鹼性物質在水中導電度是否有差異?</li> </ol> </li> </ol>



	<p>(3) 酸性和鹼性物質加大理石會有何變化?</p> <p>(4) 酸性和鹼性物質加鎂帶會有何變化?</p> <p>(5) 酸性和鹼性物質運用各種試紙(紅色石蕊試紙、藍色石蕊試紙、廣用試紙)後會有何變化?</p> <p>3. 你認為哪些方法可以區分出酸和鹼性溶液? 你的假設是:_____</p>
實驗(組/實驗室)	學習單(問題、器材、實驗設計(變數)、結果記錄、引導問題、結論)
論證(組/網路)	<p>1. 酸性和鹼性物質由以上實驗可以整理出哪些特性?</p> <p>2. 以上方法有哪幾樣是可以區分出酸鹼物質的特性呢?</p>
問題(個人/網路)	<p>1. 酸性和鹼性物質由以上實驗可以整理出哪些特性?</p> <p>2. 以上方法有哪幾樣是可以區分出酸鹼物質的特性呢?</p>
教學 結論(網頁)	<p>酸的通性:</p> <p>(1)酸在水溶液中解離出共同的陽離子為 <math>H^+</math>。</p> <p>(2)酸是電解質，須在水中才能解離。</p> <p>(3)酸的水溶液具有腐蝕性。</p> <p>(4)酸溶液嚐起來有酸味。(酸有危險性，勿輕易嘗試!)</p> <p>(5)濃酸稀釋時會放出熱量，其中以硫酸放出熱量最多。</p> <p>(6)能使石蕊試紙呈紅色，廣用試紙呈黃或紅色。</p> <p>(7)多數稀酸溶液與鋅或鎂等活性大的金屬反應，可產生氫氣。</p> <p style="text-align: center;">稀酸 + 活潑金屬 <math>\rightarrow</math> 鹽 + 氫氣</p> <p>例如: <math>2HCl + Mg \rightarrow MgCl_2 + H_2</math></p> <p>(8)多數稀酸溶液與碳酸鈣反應，可產生二氧化碳氣體。</p> <p style="text-align: center;">稀酸 + 碳酸鹽 <math>\rightarrow</math> 鹽 + 二氧化碳 + 水</p> <p>例如: <math>2HCl + CaCO_3 \rightarrow CaCl_2 + CO_2 + H_2O</math></p> <p>鹼的通性:</p> <p>(1)解離出共同的陰離子為氫氧根離子(<math>OH^-</math>)。</p> <p>(2)鹼都是電解質，在水中會解離。</p> <p>(3)鹼的水溶液具有腐蝕性，摸起來具有滑膩。</p> <p>(4)鹼嚐起來有澀味(勿輕易嘗試，有些具毒性)。</p> <p>(5)濃鹼稀釋時會放出熱量。</p> <p>(6)鹼性水溶液可使石蕊試紙呈藍色，廣用試紙呈藍色或紫色。</p> <p>感。</p> <p>(7)可溶解油或脂肪，故常用來製作清潔劑。</p> <p>(8)alkali (鹼) 這個字來自阿拉伯文，意思是「植物的灰燼」。</p>

	過去用燒木材或其他植物的方法製造鹼。
<b>主題四 酸鹼反應與鹽類</b>	
<b>課程流程</b>	<b>課程內容</b>
問題(個人/網路)	有兩杯溶液(A、B)，以廣用試紙檢驗，分別呈現橘色與藍色。請問你認為兩杯加在一起後，可以觀察到哪些變化/現象?
論證-假設(組/網路)	有兩杯溶液(A、B)，以廣用試紙檢驗，分別呈現橘色與藍色。請問你認為兩杯加在一起後，可以觀察到哪些變化/現象? (請依照問題與同學討論，形成該組的「假設」，全組達成共識後始可進入下一頁。)
問題-假設(個人/網路)	經過剛剛的討論，請問： 有兩杯溶液(A、B)，以廣用試紙檢驗，分別呈現橘色與藍色。請問你認為兩杯加在一起後，可以觀察到哪些變化/現象? 你的假設是：_____
實驗(組/實驗室)	學習單(問題、器材、實驗設計(變數)、結果記錄、引導問題、結論)
論證(組/網路)	有兩杯溶液(A、B)，以廣用試紙檢驗，分別呈現橘色與藍色。請問你認為兩杯加在一起後，可以觀察到哪些變化/現象?
問題(個人/網路)	有兩杯溶液(A、B)，以廣用試紙檢驗，分別呈現橘色與藍色。請問你認為兩杯加在一起後，可以觀察到哪些變化/現象?
教學 結論(網頁)	<p>酸鹼中和的性質</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.酸鹼中和實際上是酸中的 <math>H^+</math> 與鹼中的 <math>OH^-</math> 作用而生成 <math>H_2O</math> 的反應。</li> <li>2.酸鹼中和為一種放熱反應，其反應熱為 <math>\Delta H = -13.6KCal/mol</math>。</li> <li>3.酸鹼中和為一種可逆反應，所產生的鹽類往往會發生水解，故中和後的溶液不一定呈中性。</li> <li>4.酸鹼中和：酸中 <math>H^+</math> 的莫耳數 = 鹼中 <math>OH^-</math> 的莫耳數。</li> </ol> <p>酸鹼中和的通式：</p> <p>酸 + 鹼 → 鹽 + 水 (+ 熱量)</p> <p>例如：</p> $HCl + NaOH \rightarrow NaCl + H_2O$ $HCl + KOH \rightarrow KCl + H_2O$ $2CH_3COOH + Ca(OH)_2 \rightarrow Ca(CH_3COO)_2 + 2H_2O。$ <p>酸鹼中和的離子反應式：</p> <p>原理：酸中的 <math>H^+</math> 與鹼中的 <math>OH^-</math> 作用，生成水分子。</p>

離子反應式： $H^+ + OH^- \rightarrow H_2O$

例如：鹽酸與氫氧化鈉生成氯化鈉溶液： $HCl + NaOH \rightarrow NaCl + H_2O$

解離情形： $H^+ + Cl^- + Na^+ + OH^- \rightarrow Na^+ + Cl^- + H_2O$ 。

生成 NaCl 溶於水，呈解離狀態  $Na^+ + Cl^-$ 。

箭號左右兩側  $Na^+$  與  $Cl^-$  均不發生變化，可互相抵消。

故任何中和反應的離子式，均可寫為： $H^+ + OH^- \rightarrow H_2O$ 。

酸鹼中和，鹽類的生成：

酸鹼中和時，酸中的負離子與鹼中的正離子仍然存在溶液中，若將溶液蒸乾後，則正負離子兩者結合成鹽類晶體。

例如：鹽酸與氫氧化鈉中和時，若把水分蒸乾，就得氯化鈉 ( $Na^+ + Cl^-$ ) 晶體。

反應式： $Na^+ + Cl^- \rightarrow NaCl$

中和時相伴發生的現象：

放熱，使溶液溫度上升。

中和後所生的鹽往往又發生水解，所以水溶液不一定呈中性。

例如： $NaCl$  中性； $K_2CO_3$  鹼性； $(NH_4)_2SO_4$  酸性。

中和後所得溶液，因有鹽類的正、負離子存在，故仍能導電。

酸鹼中和反應的實例：

1. 雨水因溶解二氧化碳而帶有酸性 (pH 值約為 5.7)，所以多雨地區的土壤通常呈酸性，而不適於耕種。但是，農夫燒稻草的灰燼中含有碳酸鉀 ( $K_2CO_3$ )，可中和土壤中因酸雨所造成的酸化現象，使土地適合耕種，同時也為土壤添加鉀肥。

2. 工廠、汽機車排放的廢氣中，含二氧化硫、氮氧化物和二氧化碳等非金屬氧化物，溶在雨中會形成更嚴重的酸雨 (pH 值約 2.1~5.0)。不但侵蝕大理石建築物，並酸化土壤與湖泊，卻不易中和，對生態影響極大。

3. 胃液中含有鹽酸，若分泌過量，稱為胃酸過多，會使人感到不舒服，需要服用胃藥。胃藥中含有俗名為小蘇打，學名為碳酸氫鈉 ( $NaHCO_3$ ) 等鹼性物質，可與胃酸發生中和反應。

4. 被蜜蜂或螞蟻螫到，用肥皂洗一洗患處，就比較不會痛了。為什麼呢？

因為蜜蜂刺裏分泌物含有酸性物質，因此我們用鹼性物質碳酸氫鈉之類的鹼 (如：肥皂) 可以中和這種酸性物質，而使得痛感得以減緩。相同的被蚊子咬到，用肥皂洗一洗患處，

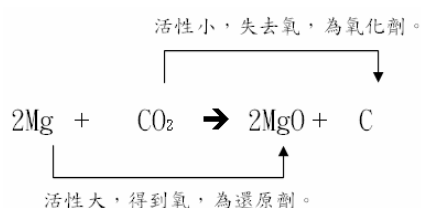
	<p>就比較不癢了，也是相同的道理。一般的蜜蜂的刺都是含有酸性物質的，但黃蜂的刺卻是帶有鹼性物質的，因此若是被黃蜂的刺刺到，必須用檸檬汁或醋之類的酸性物質來中和。在野外常會看見一種植物『蕁麻』，它的刺裏也是含有酸性的物質，被刺到時，會有發癢的感覺，此時我們可以找含有鹼性的羊蹄葉摩擦傷口就可止癢了。</p>
<b>主題五 酸鹼反應與鹽類</b>	
<b>課程流程</b>	<b>課程內容</b>
問題(個人/網路)	<p>1.乾冰是固態的二氧化碳，二氧化碳沒有助燃性，請問燃燒的鎂帶放入乾冰盒會繼續燃燒還是熄滅呢?為什麼會有這些現象發生，你認為是什麼原因呢?</p> <p>2.可以使物體清潔乾淨的用品稱為清潔劑，在有些化學反應中，我們經常會提到氧化劑與還原劑，那麼你認為氧化劑與還原劑在氧化還原反應中所扮演的角色是什麼(定義)?</p>
論證(組/網路)	<p>1.乾冰是固態的二氧化碳，二氧化碳沒有助燃性，請問燃燒的鎂帶放入乾冰盒會繼續燃燒還是熄滅呢?為什麼會有這些現象發生，你認為是什麼原因呢?</p> <p>2.可以使物體清潔乾淨的用品稱為清潔劑，在有些化學反應中，我們經常會提到氧化劑與還原劑，那麼你認為氧化劑與還原劑在氧化還原反應中所扮演的角色是什麼(定義)?</p> <p>(請依照問題與同學討論，形成該組的「假設」，全組達成共識後始可進入下一頁。)</p>
論證-假設(組/網路)	<p>問題:甲:<math>C+CuO</math> 乙:<math>Mg+CO_2</math> 丙:<math>Mg+C</math> 丁:<math>CuO+PbO</math> 戊:<math>Zn+CuO</math> 己:<math>C+Zn</math></p> <p>請預測甲~己何者可以發生反應?何者不能發生反應?請解釋你的原因。</p> <p>如果有反應何者是氧化劑?何者是還原劑?</p> <p>請依照問題與同學討論，形成該組的「假設」。</p>
問題-假設(個人/網路)	<p>問題:甲:<math>C+CuO</math> 乙:<math>Mg+CO_2</math> 丙:<math>Mg+C</math> 丁:<math>CuO+PbO</math> 戊:<math>Zn+CuO</math> 己:<math>C+Zn</math></p> <p>請預測甲~己何者可以發生反應?何者不能發生反應?請解釋你的原因。</p> <p>如果有反應何者是氧化劑?何者是還原劑?</p> <p>請依照問題與同學討論，形成該組的「假設」。</p>
實驗(組/實驗室)	學習單(問題、器材、實驗設計(變數)、結果記錄、引導問題、結論)
論證(組/網路)	1.乾冰是固態的二氧化碳，二氧化碳沒有助燃性，請問燃燒的

	<p>鎂帶放入乾冰盒會繼續燃燒還是熄滅呢?為什麼會有這些現象發生,你認為是什麼原因呢?</p> <p>2.可以使物體清潔乾淨的用品稱為清潔劑,在有些化學反應中,我們經常會提到氧化劑與還原劑,那麼你認為氧化劑與還原劑在氧化還原反應中所扮演的角色是什麼(定義)?</p>
<p>問題(個人/網路)</p>	<p>1.乾冰是固態的二氧化碳,二氧化碳沒有助燃性,請問燃燒的鎂帶放入乾冰盒會繼續燃燒還是熄滅呢?為什麼會有這些現象發生,你認為是什麼原因呢?</p> <p>2.可以使物體清潔乾淨的用品稱為清潔劑,在有些化學反應中,我們經常會提到氧化劑與還原劑,那麼你認為氧化劑與還原劑在氧化還原反應中所扮演的角色是什麼(定義)?</p>
<p>教學 結論(網頁)</p>	<p>何謂氧化與還原</p> <p>1.碳粉能與氧化銅粉末作用產生紅色的銅,並生成二氧化碳氣體,表示碳的活性大於銅。</p> $C + 2CuO \rightarrow CO_2 + 2Cu$ <p>2.鎂能與二氧化碳作用產生黑色的碳,並生成氧化鎂,表示鎂的活性大於碳。</p> $2Mg + CO_2 \rightarrow 2MgO + C$ <p>3.對氧活性大的元素能將活性小的元素從其氧化物中置換出來。</p> <p>(A)物質與氧化合的反應,稱為氧化。相反的,氧化物失去氧的反應,稱為還原。</p> <p>(B)在化學反應中,若有一種物質被氧化,同時必有另一物質被還原。</p> <p>例 1:碳粉和氧化銅粉末作用產生銅與二氧化碳;其中碳發生氧化,而氧化銅發生還原。</p> <div style="text-align: center;"> <p style="text-align: center;">CuO 被還原</p> <math display="block">C + 2CuO \rightarrow CO_2 + 2Cu</math> <p style="text-align: center;">C 被氧化</p> </div> <p>例 2. 有和碳的反應及八一氧化... 結果鎂帶會繼續燃燒,生成碳和氧化鎂;其中鎂發生氧化,而二氧化碳發生還原。</p> <p>氧化還原反應</p>



- 1.有涉及氧的得失之化學反應時，氧化與還原一定是互相伴隨發生的，這類的反應稱為氧化還原反應。
- 2.在氧化還原反應中，某物質若使另一物質發生氧化的作用，而自身卻發生還原，這種物質稱為氧化劑。
- 3.某物質若使另一物質發生還原的作用，而自身卻發生氧化，這種物質稱為還原劑。

例如：將點燃的鎂帶放入二氧化碳的反應，因鎂使二氧化碳發生還原，自身卻發生氧化，所以鎂帶稱為還原劑；二氧化碳失去氧使鎂帶氧化，自身卻發生還原，所以二氧化碳稱為氧化劑。




#### 生活中的氧化與還原

- 1.洗滌衣服用的漂白水含有次氯酸鈉，它是一種很強的氧化劑，除了可以漂白紙漿、棉麻纖維以外，加水稀釋後，還可用來殺菌或消除病毒；在民國 92 年，嚴重急性呼吸道症候群(SARS)流行期間，各級學校與公共場所都大量的使用漂白水作為環境消毒用。
- 2.在藥物化學或食品化學中，類胡蘿蔔素、維他命 C 和維他命 E 等，被作為還原劑來防止食物氧化或人體細胞老化，故又稱為抗氧化劑。
- 3.市售的金針、南瓜子、中藥材等，被報導有二氧化硫殘留過量的報導，這是不肖商人利用二氧化硫作為還原劑，來漂白食品或藥材。如果二氧化硫隨著食物進入人體，刺激呼吸系統...造成哮喘病人的不適或哮喘病發。

### 主題六 有機物與無機物的判斷

課程流程	課程內容
教學(網頁)	有機物與無機物的定義 <ul style="list-style-type: none"> <li>● 昔日化學家以為有機化合物是從有機體中得來，並且認為一定要靠有生命的細胞才能產生。不過現代化學家已能從無生物中用人工方法製出很多種有機化合物。</li> <li>● 現在有機物是指含碳的化合物，例如:醋酸(CH<sub>3</sub>COOH)、酒精(C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH)。不含碳的化合物為無機物，例如:硫酸(H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)、氫氧化鈉(NaOH)。</li> </ul>

<p>問題(個人/網路)</p>	 <p>1.在宜蘭或苗栗可以看昔日鄉下的村民利用炭窯，將採集來的相思樹，拿來悶燒三天三夜製成木炭。</p> <p>(1)想一想相思樹在什麼條件下才能做成木炭？木炭的主要成分為何？</p> <p>(2)你認為相思樹裡面是否含有有機物？</p> <p>(3)承上，請設計一個實驗證明來驗證你的想法。</p> <p>2.如何知道 麵粉、糖、食鹽、硫酸銅等中是否為有機物，如何證明之？</p>
<p>論證-假設(組/網路)</p>	<p>1.在宜蘭或苗栗可以看昔日鄉下的村民利用炭窯，將採集來的相思樹，拿來悶燒三天三夜製成木炭。</p> <p>(1)想一想相思樹在什麼條件下才能做成木炭？木炭的主要成分為何？</p> <p>(2)你認為相思樹裡面是否含有有機物？</p> <p>(3)承上，請設計一個實驗證明來驗證你的想法。</p> <p>2.如何知道 麵粉、糖、食鹽、硫酸銅等中是否為有機物，如何證明之？</p> <p>(請依照問題與同學討論，形成該組的「假設」，全組達成共識後始可進入下一頁。)</p>
<p>問題-假設(個人/網路)</p>	<p>經過剛剛的討論，請問：</p> <p>1.在宜蘭或苗栗可以看昔日鄉下的村民利用炭窯，將採集來的相思樹，拿來悶燒三天三夜製成木炭。</p> <p>(1)想一想相思樹在什麼條件下才能做成木炭？木炭的主要成分為何？</p> <p>(2)你認為相思樹裡面是否含有有機物？</p> <p>(3)承上，請設計一個實驗證明來驗證你的想法。</p> <p>2.如何知道 麵粉、糖、食鹽、硫酸銅等中是否為有機物，如何證明之？</p>
<p>論證-設計實驗(組/網路)</p>	<p>自變數(操縱變因):</p> <p>應變數(應變變因):</p> <p>常數(控制變因):</p>
<p>問題-實驗設計(個人/網路)</p>	<p>自變數(操縱變因):</p> <p>應變數(應變變因):</p> <p>常數(控制變因):</p>

實驗(組/實驗室)	學習單(問題、器材、實驗設計(變數)、結果記錄、引導問題、結論)
論證(組/網路)	<p>1.在宜蘭或苗栗可以看昔日鄉下的村民利用炭窯，將採集來的相思樹，拿來悶燒三天三夜製成木炭。</p> <p>(1)想一想相思樹在什麼條件下才能做成木炭？木炭的主要成分為何？</p> <p>(2)你認為相思樹裡面是否含有有機物？</p> <p>(3)承上，請設計一個實驗證明來驗證你的想法。</p> <p>2.如何知道 麵粉、糖、食鹽、硫酸銅等中是否為有機物，如何證明之？</p>
問題(個人/網路)	<p>1.在宜蘭或苗栗可以看昔日鄉下的村民利用炭窯，將採集來的相思樹，拿來悶燒三天三夜製成木炭。</p> <p>(1)想一想相思樹在什麼條件下才能做成木炭？木炭的主要成分為何？</p> <p>(2)你認為相思樹裡面是否含有有機物？</p> <p>(3)承上，請設計一個實驗證明來驗證你的想法。</p> <p>2.如何知道 麵粉、糖、食鹽、硫酸銅等中是否為有機物，如何證明之？</p>
教學 結論(網頁)	<p>有機化合物</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>●昔日化學家以為有機化合物是從有機體中得來，並且認為一定要靠有生命的細胞才能產生。1828年，德國科學家烏拉在合成氰酸銨時意外製得尿素，從此人們知道有機物也可以從無機物取得。現代化學家已能從無生物中用人工方法製出很多種有機化合物。</li> <li>●現代有機物的定義： <ul style="list-style-type: none"> <li>(1) 含有碳元素的化合物，例如：醋酸(<math>\text{CH}_3\text{COOH}</math>)、酒精(<math>\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}</math>)。</li> <li>(2) <math>\text{CO}</math>、<math>\text{CO}_2</math>、碳酸鹽(<math>-\text{CO}_3</math>)、氰化物(<math>-\text{CN}</math>)、硫氰化物(<math>-\text{SCN}</math>)、氰酸鹽(<math>-\text{CNO}</math>)等除外，雖其含碳，但因其性質與無機物相近，因此歸類為無機物。</li> </ul> </li> </ul> <p>無機化合物</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>●現代有機物的定義： <ul style="list-style-type: none"> <li>(1) 不含有碳元素，而由其他元素所形成的化合物，例如：硫酸(<math>\text{H}_2\text{SO}_4</math>)、氫氧化鈉(<math>\text{NaOH}</math>)。</li> <li>(2) <math>\text{CO}</math>、<math>\text{CO}_2</math>、碳酸鹽(<math>-\text{CO}_3</math>)、氰化物(<math>-\text{CN}</math>)、硫氰化物(<math>-\text{SCN}</math>)、氰酸鹽(<math>-\text{CNO}</math>)等除外，雖其含碳，但因其性質與無機物相近，</li> </ul> </li> </ul>

因此歸類為無機物。

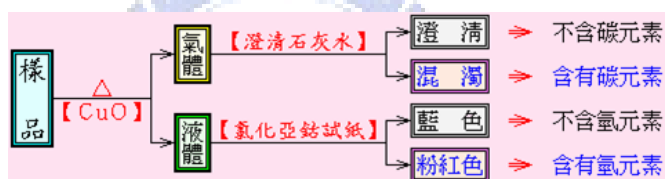
- 無機化合物在自然界的種類不多，約僅十萬種左右。
- 酸、鹼、鹽、氧化物、……等不含有碳元素的化合物均屬於無機化合物。

### 有機化合物的性質

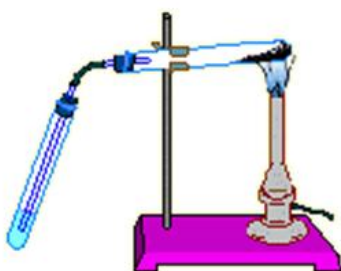
- 有機化合物的最主要成分元素為碳，其次是氫，此外可能尚有氧、氮、硫、磷、鹵素、……等其他元素。
- 有機化合物較無機化合物不安定，易起變化，多數能燃燒，強熱即行分解。
- 大多數的有機化合物為非電解質，其化學反應速率甚慢，常需加熱或加入催化劑，以增快反應速率。

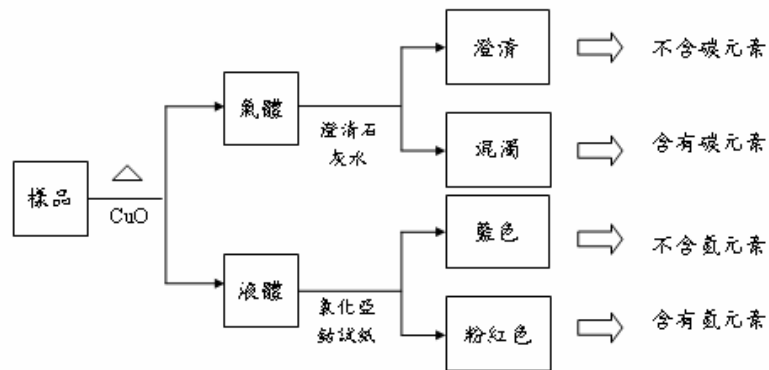
### 有機化合物的檢驗

#### 1. 燃燒法



- 有機化合物中的碳會與氧化合而生成二氧化碳，可使澄清石灰水變混濁。
- 有機化合物中的氫會與氧化合而生成水，可使氯化亞鈷試紙變粉紅色。
- 有機化合物與氧化銅共熱時，氧化銅的功能有二：
  - ◎主要是作為氧化劑，提供燃燒時所需要的氧。
  - ◎其次是當作催化劑，可使反應速率增快。
- 黑色的氧化銅於反應後會被還原成紅色的銅。
- 有機化合物中的氧無法直接由燃燒法檢驗出來。





## 2. 乾餾法

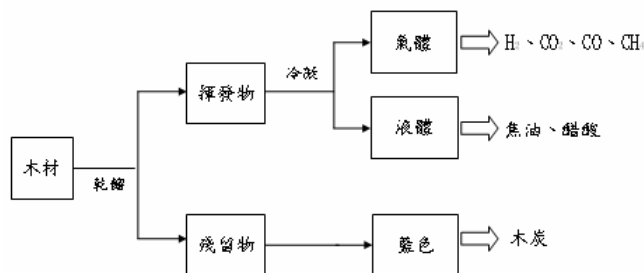
將物質隔絕空氣加熱而使之分解的過程，如木材乾餾必須以鋁箔緊密包覆之。

●木材乾餾的產物：

(1) 早期產生的白煙為  $H_2O$ ，而後產生的濃煙含有一氧化碳  $CO$ 、氫氣  $H_2$ 、甲烷  $CH_4$ 、碳粒  $C$ ，上述氣體均具有可燃性。

(2) 鋁箔上殘留黏稠的深色液體為焦油及少量的醋酸，醋酸以石蕊試紙檢驗呈現酸性。

(3) 乾餾後變成黑色的木炭，木炭可以燃燒並且產生二氧化碳氣體。



## 主題七 摩擦力

### 課程流程

### 課程內容

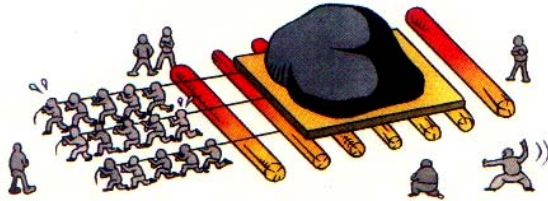
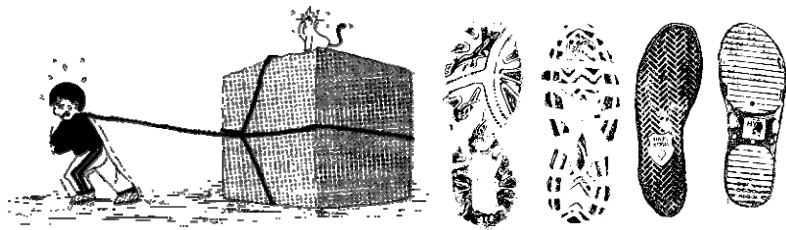
教學(網頁)

1. 摩擦力發生的原因:物體表面與接觸面之間不完全光滑，使得物體會受到接觸面之阻礙抵抗而減速，不易移動。
2. 摩擦力的定義:若施加一外力於物體上，但物體靜止，依力平衡的概念，必有一阻力發生在接觸面處，與所施外力大小



	<p>箱等、方向相反，此阻力為靜摩擦力。當外力增加達某一值時，物體開始移動，在此瞬間物體所受之摩擦力稱為最大靜摩擦力。</p>
<p>問題(個人/網路)</p>	<p>1. 舊球鞋易滑、下雨天車子轉彎容易打滑、踩到香蕉皮容易滑倒，請問上述事件原因為何?</p>  <p>2.</p>   <p>你認為有哪些因素會影響摩擦力呢?這些因素會如何影響摩擦力呢?</p> <p>3.</p>  <p>小花想移動書櫃，用力推，書櫃卻不動如山。請幫他想想有什麼方法可以推動書櫃，並試著從「摩擦力」來解釋你的方法。</p> <p>4. 日常生活中有什麼事件是與摩擦力有關的?摩擦力有什麼優點或缺點呢?</p>
<p>論證(組/網路)</p>	<p>1. 舊球鞋易滑、下雨天車子轉彎容易打滑、踩到香蕉皮容易滑倒，請問上述事件原因為何?</p>

2.



你認為有哪些因素會影響摩擦力呢?這些因素會如何影響摩擦力呢?

3.



小花想移動書櫃，用力推，書櫃卻不動如山。請幫他想想有什麼方法可以推動書櫃，並試著從「摩擦力」來解釋你的方法。

4. 日常生活中有什麼事件是與摩擦力有關的?摩擦力有什麼優點或缺點呢?

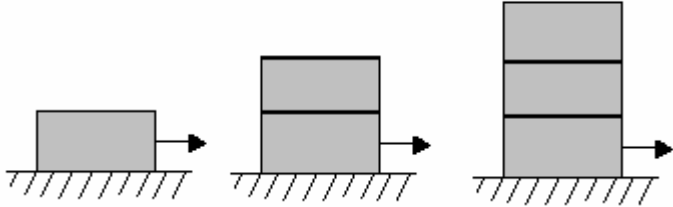
摩擦力與接觸面性質的關係

論證-假設(組/網路)

問題:一木塊放在砂紙、玻璃、報紙上所受到的摩擦力大小關係為何?要推動此木塊所需力的大小關係為何?  
(請依照問題與同學討論，形成該組的「假設」，並針對該假設形成實驗設計-「自變數(操縱變因)」、「應變數(應變變因)」、「常數(控制變因)」，全組達成共識後始可進入下一頁。)

問題-假設(個人/網路)

經過剛剛的討論，請問:  
一木塊放在砂紙、玻璃、報紙上所受到的摩擦力大小關係為何?  
要推動此木塊所需力的大小關係為何?  
你的假設是:\_\_\_\_\_

論證-設計實驗 (組/網路)	自變數(操縱變因): 應變數(應變變因): 常數(控制變因):
問題-實驗設計 (個人/網路)	自變數(操縱變因): 應變數(應變變因): 常數(控制變因):
實驗(組/實驗室)	學習單(問題、器材、實驗設計(變數)、結果記錄、引導問題、結論)
摩擦力與重量的關係	
論證-假設(組/網路)	<p>(1) 問題: 一木塊平放(如圖左)所受到的摩擦力, 與堆疊兩個木塊(如圖中)及三個木塊(如圖右)所受到的摩擦力大小關係為何?</p>  <p>(請依照問題與同學討論, 形成該組的「假設」, 並針對該假設形成實驗設計-「自變數(操縱變因)」、「應變數(應變變因)」、「常數(控制變因)」, 全組達成共識後始可進入下一頁。)</p>
問題-假設(個人/網路)	<p>經過剛剛的討論, 請問: 一木塊平放(如圖左)所受到的摩擦力, 與堆疊兩個木塊(如圖中)及三個木塊(如圖右)所受到的摩擦力大小關係為何? 你的假設是: _____</p>
論證-設計實驗 (組/網路)	自變數(操縱變因): 應變數(應變變因): 常數(控制變因):
問題-實驗設計 (個人/網路)	自變數(操縱變因): 應變數(應變變因): 常數(控制變因):
實驗(組/實驗室)	學習單(問題、器材、實驗設計(變數)、結果記錄、引導問題、結論)
摩擦力與接觸面積的關係	
論證-假設(組/網路)	問題: 一木塊橫放(如圖左)與直立(如圖右)所受到的摩擦力大小關係為何?

	<p>(請依照問題與同學討論，形成該組的「假設」，並針對該假設形成實驗設計-「自變數(操縱變因)」、「應變數(應變變因)」、「常數(控制變因)」，全組達成共識後始可進入下一頁。)</p>
<p>問題-假設 (個人/網路)</p>	<p>經過剛剛的討論，請問：          問題：一木塊橫放(如圖左)與直立(如圖右)所受到的摩擦力大小關係為何?          你的假設是：_____</p>
<p>論證-設計實驗 (組/網路)</p>	<p>自變數(操縱變因):          應變數(應變變因):          常數(控制變因):</p>
<p>問題-實驗設計 (個人/網路)</p>	<p>自變數(操縱變因):          應變數(應變變因):          常數(控制變因):</p>
<p>實驗(組/實驗室)</p>	<p>學習單(問題、器材、實驗設計(變數)、結果記錄、引導問題、結論)</p>
<p>論證(組/網路)</p>	<p>1. 舊球鞋易滑、下雨天車子轉彎容易打滑、踩到香蕉皮容易滑倒，請問上述事件原因為何?          2.</p> <p>你認為有哪些因素會影響摩擦力呢?這些因素會如何影響摩擦力呢?          3.</p>





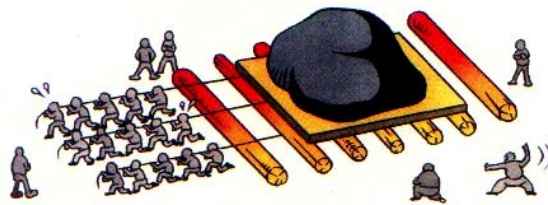
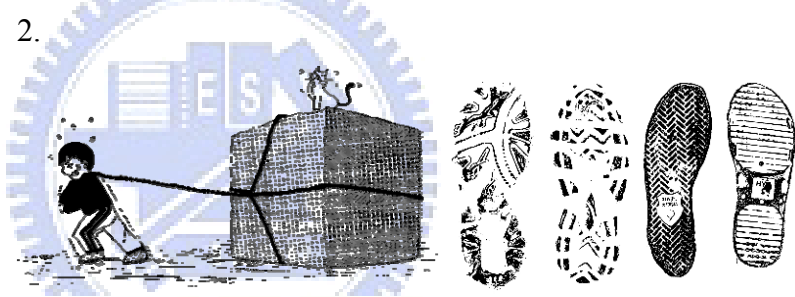
小花想移動書櫃，用力推，書櫃卻不動如山。請幫他想想有什麼方法可以推動書櫃，並試著從「摩擦力」來解釋你的方法。

4. 日常生活中有什麼事件是與摩擦力有關的？摩擦力有什麼優點或缺點呢？

問題(個人/網路)

1. 舊球鞋易滑、下雨天車子轉彎容易打滑、踩到香蕉皮容易滑倒，請問上述事件原因為何？

2.

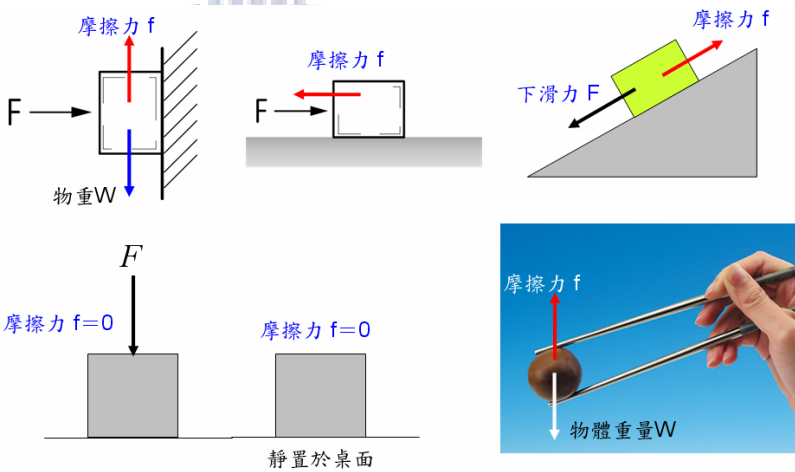



你認為有哪些因素會影響摩擦力呢？這些因素會如何影響摩擦力呢？

3.





	<p>小花想移動書櫃，用力推，書櫃卻不動如山。請幫他想想有什麼方法可以推動書櫃，並試著從「摩擦力」來解釋你的方法。</p> <p>4. 日常生活中有什麼事件是與摩擦力有關的？摩擦力有什麼優點或缺點呢？</p>
<p>教學 結論(網頁)</p>	<p>摩擦力的定義</p> <p>摩擦力：存在於兩接觸面間阻止運動的作用力</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 摩擦力的方向恆與運動方向相反</li> <li>2. 單位：gw、Kgw</li> <li>3. 符號：f</li> <li>4. 例如：             <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 朝水平方向推桌子，桌子仍然不動。</li> <li>(2) 靜止於斜面上的物體 → 此例中，靜止的物體有摩擦力。</li> <li>(3) 在草地上滾動的球，不久就停下來 → 運動中的物體受摩擦力</li> </ol> </li> </ol>  <p>水平施力的摩擦力計算：二力平衡觀點</p>  <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 當無施力時 (<math>F=0</math>)，表示合力為 0，則摩擦力 <math>f = 0</math></li> <li>(2) 當施力時 (<math>F=10</math>) 仍靜止，表示合力為 0，則摩擦力 <math>f = 10</math> gw</li> <li>(3) 當施力時 (<math>F=20</math>) 仍靜止，表示合力為 0，則摩擦力 <math>f = 20</math> gw</li> <li>(4) 當施力時 (<math>F=30</math>) 仍靜止，表示合力為 0，則摩擦力 <math>f = 30</math> gw</li> </ol>

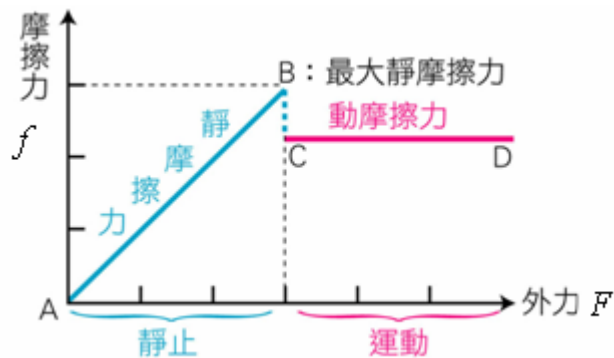
(5) 當施力時 ( $F=40$ ) 恰運動，表示合力為 0，則摩擦力  $f = 40 \text{ gw}$

### 摩擦力的種類

1. 靜摩擦力: 指當施一外力  $F$  於一靜止物體時，若該物體仍保持靜止，表示物體與地面之接觸面間存在另一作用力，阻止其運動(移動)，此力即稱為「靜摩擦力」。

2. 最大靜摩擦力: 當物體受外力  $F$  作用時，一直增加  $F$  之大小，若物體由靜止開始運動之瞬間，阻止物體運動之摩擦力達到最大，此時稱為「最大靜摩擦力」。

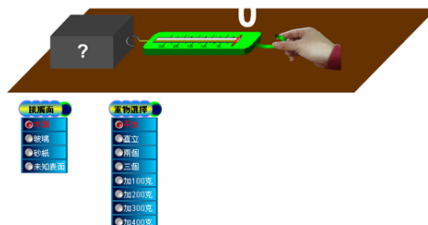
3. 外力與摩擦力關係圖如下



- (1) 水平施力物體仍靜止時，靜摩擦力與外力成正比。
- (2) 最大靜摩擦力：物體恰運動剎那間所受之摩擦力，最大靜摩擦力 = 外力。
- (3) 動摩擦力：物體運動時所受的摩擦力，動摩擦力為一定值，動摩擦力 < 最大靜摩擦力。

### 影響最大靜摩擦力的因素

#### 靜摩擦力



- (1) 與接觸面的粗糙程度有關，愈粗糙，摩擦力愈大（愈難拉動）。如木塊在砂紙上所產生的最大靜摩擦力大於木塊在玻璃面上所生的最大靜摩擦力。

(2) 與正向力成正比，下壓重量愈大，摩擦力愈大(愈難拉動)。如同質量的木塊數愈多，欲使木塊移動，所需施加的拉力或推力便愈大。

(3) 與接觸面積無關。如木塊直立或平放在桌面時，使木塊移動時的施力大小，不會改變。

#### 摩擦力存在的缺點

1. 摩擦力的存在常會造成施力的負擔，若能減少摩擦力則可增加施力的效率。

2. 減少摩擦力的方法:

- (1) 使接觸面光滑，如在接觸面間加潤滑劑。
- (2) 以滾動代替滑動。

#### 摩擦力存在的優點

1. 摩擦力的存在並非只是缺點。例如:

- (1) 如果沒有摩擦力我們將完全不能走路。
- (2) 在溼滑地面摩擦力小，走路容易造成跌倒受傷，車子輪胎會空轉而無法前進。
- (3) 車速快時，將無法降低車速或停下車子，產生危險。

2. 增加摩擦力的方法:增加接觸面的粗糙程度。例如:

- (1) 在浴室地面鋪上顆粒塑膠地板。
- (2) 在車子輪胎上製成許多紋路、顆粒或加掛鐵鍊。
- (3) 加裝煞車器，使輪胎減慢。