國立台東大學教育研究所

碩士論文

指導教授：熊同鑫先生

國中生對「酸、鹼」另有概念之研究
-以台東縣關山區策略聯盟國中為例

研究生：石鎮寰 撰

中華民國九十五年七月

國立台東大學
學位論文考試委員審定書

系所別：教育研究所（課程與教學碩士班）

本班 石　鎮　寰 君

所提之論文 國中生對「酸、鹼」另有概念之研究－以台東縣關山區策略聯盟國中為例

業經本委員會通過合於 ■碩士學位論文 □博士學位論文 條件

論文學位考試委員會：

李暉

（學位考試委員會主席）

林永吉

熊同鑫

（指導教授）

論文學位考試日期：95年6月16日

國立台東大學

附註：1. 一式二份經學位考試委員會簽後，送交系所辦公室及註冊組或進修部存查。

2. 本表為日夜學制通用，請依個人學制分送教務處或進修部辦理。

博碩士論文電子檔案上網授權書

（提供授權人裝訂於紙本論文書名頁之次頁用）

本授權書所授權之論文為授權人在 國立臺東大學 教育研究所 _____組 94 學年度第 二 學期取得 碩士 學位之論文。

論文題目： 國中生對「酸、鹼」另有概念之研究－以台東縣關山區策略聯盟國中為例

指導教授： 熊同鑫

茲同意將授權人擁有著作權之上列論文全文（含摘要），非專屬、無償授權國家圖書館及本人畢業學校圖書館，不限地域、時間與次數，以微縮、光碟或其他各種數位化方式將上列論文重製，並得將數位化之上列論文及論文電子檔以上載網路方式，提供讀者基於個人非營利性質之線上檢索、閱覽、下載或列印。

- 讀者基非營利性質之線上檢索、閱覽、下載或列印上列論文，應依著作權法相關規定辦理。

授權人： 石鎮寰

簽　名： 石鎮寰　　中華民國 95 年 07 月 07 日

博碩士論文授權書

本授權書所授權之論文爲本人在 國立台東大學 教育[redacted]系(所)

課程與教學 組 94 學年度第 2 學期取得 碩 士學位之論文。

論文名稱：國中生對「酸、鹼」另有概念之研究－以台東縣關山區策略聯盟國中爲例

本人具有著作財產權之論文全文資料，授予下列單位：

同意	不同意	單　位
☑	□	國家圖書館
☑	□	本人畢業學校圖書館

得不限地域、時間與次數以微縮、光碟或其他各種數位化方式重製後散布發行或上載網站，藉由網路傳輸，提供讀者基於個人非營利性質之線上檢索、閱覽、下載或列印。

本論文爲本人向經濟部智慧財產局申請專利(未申請者本條款請不予理會)的附件之一，申請文號爲：＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿，請將全文資料延後半年再公開。

公開時程

立即公開	一年後公開	二年後公開	三年後公開
	v		

上述授權內容均無須訂立讓與及授權契約書。依本授權之發行權爲非專屬性發行權利。依本授權所爲之收錄、重製、發行及學術研發利用均爲無償。上述同意與不同意之欄位若未鉤選，本人同意視同授權。

指導教授姓名：熊同鑫　　(親筆簽名)

研究生簽名：石鎮寰　　(親筆正楷)

學　　號：1792012　　(務必填寫)

日　　期：中華民國 95 年 7 月 5 日

1.本授權書 (得自 http: //www.lib.nttu.edu.tw/theses/ 下載) 請以黑筆撰寫並影印裝訂於書名頁之次頁。

2.依據 91 學年度第一學期一次教務會議決議:研究生畢業論文「至少需授權學校圖書館數位化，並至遲於三年後上載網路供各界使用及校內瀏覽。」

授權書版本:2005/06/09

謝 誌

想起三年前考上研究所，心情百味雜陳、忐忑不安，心想我是否能和班上大部分年輕的老師一起完成這三年的課業；當口試通過一剎那，喜悅之心情，點滴在心頭。首先我要感謝指導教授熊同鑫博士，在我在寫論文的過程中悉心的指導，使我在論文架構、用辭、寫作技巧上獲益匪淺；並感謝李暉博士、林家慶博士在我口試時給予寶貴的意見與建議，使這本論文的內容更加周詳、完善。

其次我要感謝三姊在論文、期刊的蒐集、影印過程中給我最大的協助與幫忙；Matt 老師與農工賴育萱老師在英文摘要翻譯上的修飾；馬蘭國小林俊賢老師在統計上全力的幫忙，使我困惑的統計問題迎刃而解。在此也謝謝關山區策略聯盟國中各輔導主任提供我晤談時安靜的空間及協助，使我晤談過程非常順利。在讀書期間，承蒙梁忠銘博士、熊同鑫博士、潘玉樹博士、何俊青博士、鄭耀男博士、王前龍博士等教授在教育研究法、行動研究、教育統計、課程教學理論、調查研究等課程的引導，在此一併獻上由衷的感謝。另外，班上同學在撰寫論文期間的互相聯絡、加油打氣，是我在東大求學期間最美好的回憶。

最後，在研究所進修這段日子，特別感謝父母親、妻子及兩位小孩在我進修期間給我精神上的鼓勵與支持，使我無後顧之憂地完成研究所學業。

石鎮寰謹誌

95.07.05

國中生對「酸、鹼」另有概念之研究
－以台東縣關山區策略聯盟國中爲例

石鎮寰

國立台東大學教育系（所）

中文摘要

本研究在探討國中三年級學生對於酸鹼概念的想法，從中分析國三學生有關酸鹼的另有概念，和可能造成另有概念的原因，並比較原、漢族學生對酸鹼概念理解的差異情形。

本研究資料收集方式，以台東縣關山區策略聯盟國三學生 136 名爲研究對象，進行開放式紙筆測驗，以百分率統計分析了解學生認知情形，並從中挑選 20 名具有另有概念的學生進行事例晤談。

綜合開放式紙筆測驗及事例晤談結果得到結論如下：

一、 比較原、漢族學生在開放式紙筆測驗上的表現無顯著差異。

二、 原住民學生在紙筆測驗答對率普遍高於漢族學生。

三、 原、漢族學生另有概念的來源有：受到日常生活和觀察直覺；學科背景的不足；學習誤解或過度推論等因素影響。

四、 原、漢族學生存在較多的另有概念有：

（一）電解質的定義及分類。

（二）電解質水溶液呈電中性原因。

（三）常用的酸鹼指示劑和檢驗。

（四）酸鹼濃度與 pH 值。

（五）酸與鹼的中和反應現象和產物。

關鍵詞：另有概念、事例晤談、酸鹼概念

Junior High School Students' Alternative Conceptions about Acids and Bases: A Case Study on Junior High Schools in a Strategic Alliance in the Guan-shan District of Taitung County

Chen-Huan Shih

Department of Education National Taitung University

Abstract

This research aims to study junior high school , 9th grade students' alternative conceptions about acids and bases by analyzing their understanding and comparing the different conceptions between aboriginal and Han students.

The data is collected from the paper-and-pencil test of 136 junior high school 9th grade students in the Guan-shan District. Statistical analysis was used in assessing the students' understanding. Additionally, 20 students with alternative conceptions were selected for individual interviews about instances.

The major results are as follows:

1. On the written test, there is no significant difference between the two groups on the conception of "acids and bases".
2. The overall performance of the aboriginal students on the written test is better than that of the Han students.
3. The formation of alternative conceptions of aboriginal and Han students is influenced by living experiences, intuitive observation, insufficient academic knowledge, misunderstanding and over generalization.
4. The alternative conceptions aboriginal and Han students mostly have are:

（1）The definition and classification of electrolytes.
（2）The reason why electrolytes have electricity neutral while immersed in a solution.
（3）The acid-base indicator and examination method commonly used.
（4）Acid/base concentration and pH values.
（5）The acid-base neutralization reaction and product.

Keywords: alternative conception, interviews about instances ,concepts of acids and bases

目次

第一章 緒論

第一節 研究背景與動機----------1

第二節 研究目的與待答問題----------4

第三節 名詞界定----------4

第四節 研究基本假定、範圍與限制----------5

第二章 文獻探討

第一節 科學概念及其相關研究----------7

第二節 酸鹼概念的相關研究----------12

第三節 概念研究的方法----------20

第三章 研究方法與步驟

第一節 研究樣本----------24

第二節 研究工具----------25

第三節 研究流程----------34

第四節 資料整理與分析----------37

第四章 結果與討論

第一節 開放式紙筆測驗結果與討論----------38

第二節 晤談結果的分析與討論----------68

第三節 綜合討論----------89

第五章 結論與建議

第一節 研究發現與結論----------99

第二節 建議----------102

NTTU Library

參考文獻

中文部分----------104

英文部分----------108

附錄

附錄 一　開放式測驗預試另有概念統計表----------111

附錄 二　酸鹼科學概念試卷----------112

附錄 三　酸鹼晤談題組----------115

附錄 四　晤談用圖卡----------118

附錄 四　晤談用字卡----------123

附錄 五　晤談評分者一致性表----------124

NTTU Library

表次

表　2-2-1　酸、鹼另有概念產生的原因及類型----------14
表　2-2-2　國內酸、鹼研究常見另有概念分析----------15
表　2-2-3　國外酸、鹼研究常見另有概念分析----------17
表　2-3-1　概念研究的類型----------20
表　2-3-2　認知結構的評估與描述----------20
表　2-3-3　另有概念研究的方法----------21
表　2-3-4　各項概念評測工具特性比較表----------22
表　3-1-1　預試樣本資料----------24
表　3-1-2　正式試卷施測樣本資料----------25
表　3-2-1　國中生「酸、鹼」概念分析表----------26
表　3-2-2　開放式紙筆試卷修正表----------29
表　3-2-3　正式開放式試卷與概念主題與命題敘述之細目表----------30
表　4-1-1　第 1 題原、漢族學生選項結果交叉統計表----------39
表　4-1-2　第 1 題學生回答理由----------39
表　4-1-3　第 2-1 題原、漢族學生選項結果交叉統計表----------40
表　4-1-4　第 2-1 題學生回答理由----------41
表　4-1-5　第 2-2 題原、漢族學生選項結果交叉統計表----------42
表　4-1-6　第 2-2 題學生回答理由----------43
表　4-1-7　第 2-3 題原、漢族學生選項結果交叉統計表----------44
表　4-1-8　第 2-3 題學生回答理由----------44
表　4-1-9　第 3-1 題原、漢族學生選項結果交叉統計表----------45
表　4-1-10　第 3-2 題原、漢族學生選項結果交叉統計表----------46
表　4-1-11　第 3-3 題原、漢族學生選項結果交叉統計表----------47

表　4-1-12 第 3-1、3-2、3-3 題學生回答理由----------47
表　4-1-13 第 4-1 題原、漢族學生選項結果交叉統計表----------48
表　4-1-14 第 4-1 題學生回答理由----------49
表　4-1-15 第 4-2 題原、漢族學生選項結果交叉統計表----------50
表　4-1-16 第 4-2 題學生回答理由----------50
表　4-1-17 第 5-1 題原、漢族學生選項結果交叉統計表----------51
表　4-1-18 第 5-1 題學生回答理由----------52
表　4-1-19 第 5-2 題原、漢族學生選項結果交叉統計表----------53
表　4-1-20 第 5-2 題學生回答理由----------53
表　4-1-21　第 6-1 題原、漢族學生選項結果交叉統計表----------54
表　4-1-22 第 6-2 題原、漢族學生選項結果交叉統計表----------55
表　4-1-23 第 6-3 題原、漢族學生選項結果交叉統計表----------56
表　4-1-24 第 6-1、6-2、6-3 題學生回答理由----------56
表　4-1-25 第 7-1 題原、漢族學生選項結果交叉統計表----------58
表　4-1-26 第 7- 1 題學生回答理由----------58
表　4-1-27 第 7-2 題原、漢族學生選項結果交叉統計表----------59
表　4-1-28 第 7-2 題學生回答理由----------60
表　4-1-29 第 7-3 題原、漢族學生選項結果交叉統計表----------61
表　4-1-30 第 7-3 題學生回答理由----------61
表　4-1-31 第 7-4 題原、漢族學生選項結果交叉統計表----------62
表　4-1-32 第 7-4 題學生回答理由----------63
表　4-1-33 第 8 題原、漢族學生選項結果交叉統計表----------64
表　4-1-34 第 8 題學生回答理由----------64
表　4-1-35 第 9-1 題原、漢族學生選項結果交叉統計表----------65
表　4-1-36 第 9-1 題學生回答理由----------66
表　4-1-37 第 9-2 題原、漢族學生選項結果交叉統計表----------67

表　4-1-38 第 9-2 題學生回答理由----------67
表　4-3-1　受測學生百分比一致性卡方考驗及試題答對百分比統計表------89
表　4-3-2　紙筆測驗學生回答理由的另有概念----------92
表　4-3-3　晤談學生回答理由的另有概念----------94
表　4-3-4　酸鹼另有概念與國內外文獻比較----------98

NTTU Library

圖次

圖　3-1 「酸、鹼」專家概念圖----------27
圖　3-2　研究流程圖----------35

NTTU Library

第一章 緒論

第一節 研究背景與動機

因爲世界急遽的科技化，所有學生都應具備基本科學能力。中小學科學教師有責任培養學生去面對二十一世紀高科技的世界。教師和學生應該主動地組織、整理解釋知識，不能只重複記憶而已。學生應能用他自己的語言去解釋概念，而不是用教科書作者的語言去回答概念（熊召弟、王美芬、段曉林、熊同鑫譯，1996，P.23）。歐陽鍾仁（1987）指出當前我國中小學科學教育，因在升學主義的氣氛籠罩下，教師都忽略了學生的學習能力與學習興趣，而在傳統教師的權威主義盛行下，恐怕一半以上的科學教師都無法說明我們到底爲什麼要學習科學。

Driver 和 Oldham（1986）認爲學生原來知識、學生主動學習與建構知識及概念轉變的理念皆是科學教學上必須重視的。陳珊珊（1993）指出科學結構的研究最主要爲探究科學知識的歷程與概念化的組織科學知識，在傳遞科學知識的學科中，概念是極爲重要的學習單位，經由有意義的學習而獲得的概念，可對更多知識做有機的連鎖反應，才能使人類具有深入思考的能力，並作爲繼續研究科學的根據。

研究者在偏遠地區任教十幾年，深感學生在學習理化時對於抽象的科學名詞及定義，只憑舊有的經驗及原有知識去理解，時常就會產生錯誤的想法。如科學概念無法正確的釐清，甚至學生因碰到困難而放棄該科目，是每位老師不樂於見到的。現今教育局推動小校策略聯盟，最主要的就是能藉助各領域的研習討論，了解各科老師在現場教學上有何難處，來共同討論解決問題，以提升學生的學習意願更能達到基本的能力。在五所策略聯盟的學校中又有兩所是屬於原住民山地國中，原住民族群長久以來居住偏遠地區或山區生活的背景、環境、風俗習慣、語言等，皆與主流文化有差異，再加上學校教育所傳授的，不論是語言或授課內

容皆是以主流文化來傳遞，更導致原住民學生在學習上遭遇困難。

傅麗玉（1999）認爲原住民中小學科學課程與教學必須提供機會，讓原住民中小學生在其生長所在的社會與地理環境中學習科學，以其原有的世界觀對於科學單元相關的自然現象去詮釋，同時導入相關科學理論中的自然現象，透過教學單元中的科學概念知覺，而轉成世界觀，達成科學學習。Novak（1988）曾提出，多數的認知心理學者對於學生的學習都認同：1.概念獲得很早就發生；2.錯誤概念不易修正；3.先備知識會影響新知識的學習；4.處理資訊的容量是有限的。所以，現場老師要知道學生學習的困難，就必須先了解學生原有的先備知識，改變自己的教學方法，才能達到有效的教學。

根據熊召弟等譯（1996，P.189）指出，學生常將個人對化學的理解，沒有發展出統整性的理解，對有些學生而言，背誦方式幫助他們考高分；但是，背誦並不能引導學生應用化學概念的學習。科學教育的主要目標是讓學生親近自然，加強他們對事物及現象的關心，且能進一步認識自然與生活的關係，以培養他們用科學方法及科學態度去觀察處理或解決問題的能力（許丹瓊、王澄霞，1984）。九年一貫「自然生活科技學習領域」課程之精神－即科學概念的學習能在探討中獲得瞭解，並在實用中得到體會，此研究主題兼具生活化、實用化及趣味化之意義。

我國中學理化教科書歷屆的版本內容，包含科學概念及科學技能方面的知識。這些內容是科學教育目標所要達成的項目，也是理化教學目標的重要成分。歷年來有許多學者，針對這些科學知識及科學過程技能做過詳細的研究。其目的想了解，理化教科書中有哪些概念是比較難理解的？有哪些概念是比較容易產生迷思的？經由收集到的資料分析結果發現，這些主題包括酸鹼及氧化還原。有關酸鹼概念理解方面，學生對酸鹼定義，大都集中在日常生活現象描述；對酸鹼強弱的差別，認爲是腐蝕性或濃度不同所致。pH 值概念是國中生較難理解的部份，pH 值大小存有不同類型的迷思，較易發生問題的酸鹼概念是電解質的解離及酸鹼中和的問題，特別是中和產物及反應式的表示法（廖焜熙，2001）。

另外國內研究方面（陳珊珊，1993；宋志雄，1993；李詩閔，2001；邱煥文，2001；姚錦棟，2002；蘇景進，2004）用不同方式進行研究，發現在國中階段，

學生所學習範圍內的物質酸鹼概念，均與國小階段學習過較基礎的酸鹼概念相關；因此按常理推測，國中的學生應比小學生具備較完整的酸鹼性質之知識。但事實上卻不然，許多國中生和國小學生一樣，仍然存在許多的概念上的迷思，值得我們深思，因爲迷思概念若無法去除，將會影響學生有關科學方面的學習（黃萬居，2005）。因此對學生「酸鹼」概念理解程度的研究，值得再深入研究探討。

國內外的一些科學學者在探究學生酸鹼之迷思概念（misconception）、另有概念（alternative conception）、另有架構（alternative frameworks）等，一般研究者常用概念圖、晤談法與紙筆測驗來探究。晤談法能深入瞭解學生解釋自然現象的理由，更進而探索他們的思考模式（王美芬，1991）。另外探究學生原有知識、和迷思概念的研究方法，以心理學與社會學的傳統而言，有解說的（erklaren）和理解的（verstenhen）兩大派點：解說派點著重在量的分析，是屬於傳統式的研究方法；理解性的爲臨床晤談法（clinical interview），是以面對面直接訪談學生的方式，來瞭解學生心中真正的想法。此法的優點是能深入、詳盡、整體的描述，使研究具有深厚的實證基礎（引自陳啓民，1991）。近年來，在原住民科學概念方面研究，偏向於國中小學生數學及生物方面，在理化方面只有葉芙姣（2002）屏東縣「漢、原族群國小學童蒸發與凝結概念之比較研究」。但在國中理化方面研究甚少，原、漢族國中生對酸、鹼另有概念，因此有其研究之空間。

爲了瞭解學生對酸鹼的理解程度，先對學生實施開放式紙筆測驗施測，了解其另有概念之所在，在對學生更深入晤談，本研究採用事例晤談方式進行晤談，以不同的圖卡、字卡或實驗器材來探究學生對酸鹼概念所持有之另有概念及認知程度；其研究成果，可提供教師依據學生對酸鹼之另有概念及概念形成之原因，針對原、漢族不同類型學校進行教材之編寫，及教學策略上的參考。

第二節 研究目的與待答問題

一、研究目的

基於上述研究背景與動機，本研究在於分析國三學生對「酸鹼」之另有概念及形成原因、類型，並擬探討原、漢族國中生對「酸鹼」概念是否存有差異？研究目的有三點：

（一）探討策略聯盟學校國三學生在「酸鹼」概念的認識及理解程度。

（二）探究策略聯盟學校國三學生形成「酸鹼」另有概念的原因。

（三）比較國三原、漢族學生在「酸鹼」之另有概念之差異性。

二、待答問題

針對本研究的研究目的，提出以下待答問題：

（一）策略聯盟學校國三學生在「酸鹼」存在的另有概念有哪些？

（二）策略聯盟學校國三學生對「酸鹼」另有概念形成的原因爲何？

（三）探究國三原、漢族學生在「酸鹼」另有概念是否存有差異性？

第三節 名詞界定

本研究所涉及的重要名詞，分述如下：

一、關山區策略聯盟學校學生

本研究中所指就讀於台東縣境卑南鄉、鹿野鄉、延平鄉、海端鄉五所國中的原、漢族三年級學生。

二、策略聯盟（strategic alliance）

一個以上學校主體，經正式契約方式，發揮結盟各校優點，達到互補互

利的目的，在聯盟內進行資源分享，共同研究、師生的交流、組織的學習等合作的策略，以增進聯盟整體的成長，達成聯盟學校長期的理想目標，對外能因應競爭的關係（施佑吉，2004）。

三、另有概念（alternative conception）

是指學生從本來就存在的知識、對周遭自然界的現象有獨特的想法，這些想法可以引導學生去認識生活中所遭遇的事物，在某些情況下，學生對不同的現象持有不同的信念和看法，這些想法通常和科學家的科學知識不同，因此稱爲「另有概念」（鄭湧涇，1998）。

四、事例晤談（interviews about instances）

晤談者利用實物、文字或圖卡要求學生對圖卡中的內容說出心中的想法，晤談者在整個晤談過程中強調沒有正確和標準的答案，不論學生答對或答錯均重視學生的回答，直到了解學生可能的想法爲止。

五、「酸、鹼」概念

國中自然與生活科技（康軒版）第四冊第二章爲主，包括溶液與離子、認識電解質、酸鹼的定義、酸鹼濃度表示法和 pH 值、酸鹼指示劑的意義和用途、酸鹼中和與鹽的關係等。

第四節 研究基本假定、範圍與限制

一、研究的基本假定

（一）受試者在回答試題時，能充份了解選項內容，並能認真作答，即回答的答案要和他心中的想法要一致。

（二）由晤談及開放式紙筆測驗得到的資料大致能反應出學生對酸鹼概念的認

知，研究者根據分析結果，可推知學生對酸鹼概念的理解及另有概念類型。

（三）國中學生在酸鹼概念上，原、漢族群間沒有顯著差異。

二、由於受到時間、人力、經費、受試者等因素的影響，本研究範圍與限制如下：

（一）本研究研究範圍是依據民國八十六年公佈的國中理化科課程標準及九十年九年一貫自然與科技領域課程綱要七到八年級部分的課程內容爲主，對較深澀的概念，均不包括在內。

（二）本研究在於探討國中三年級學生對「酸鹼」的另有概念，不涉及學生學習的相關教材前、後概念改變的情形。

（三）本研究的對象非隨機抽樣，只限於台東縣關山區策略聯盟學校國三學生爲樣本，樣本屬性較不適建立廣泛的常模。

第二章 文獻探討

本章共分成三節來敘述不同的相關文獻，了解有關國中生對酸鹼概念之研究，以作爲理論基礎。第一節爲科學概念及相關研究，探討概念的意義、特性及來源；第二節爲酸鹼概念的相關研究，分析國內外文獻或論文有關酸鹼之研究；第三節概念的研究方法，探討不同概念診斷的方法以及本研究所用的方法。

第一節 科學概念及其相關研究

一、概念的意涵

概念一詞在英文有兩種表達方式，一爲 conception，一爲 concept。根據韋氏大字典說明，conception 雖然經常與 concept 一字混合使用，但卻不太相同。Concept 是指我們對一串特殊事例思考過後形成的想法（idea），它可能是抽象的，也可能是模糊的感覺。Conception 則強調想像（imaging）的過程或概念形成的過程而非結果（鍾聖校，1994）。什麼是概念（concept）呢？從概念的屬性、特徵來看，概念是包括重要屬性（attributes）或特徵（features）的同類事物之總稱。根據某些事物共有的重要屬性或特徵，將其歸爲一類，就形成一概念。藉著概念的形成（或概念學習），我們將訊息按概念分類處理，不需每一事物給一名稱，可節省許多字彙及記憶上的負擔，因此可據以進行推理、決策或問題解決等思考活動，故概念形成可說是思考的基礎(鄭麗玉，1993)。另鄭昭明（1993）也認爲「概念」是一個象徵的建構（symbolic construction），用來代表外界事物（object）或事件（events）的共有屬性（common attributes）或特徵。

學者從心智模式、先備知識觀點來看，他們認爲概念是讓個體了解、解釋或預測事件或系統的心智表現，並將概念視爲思想的工具。進一步把概念動態 化，強調概念是學習者接受外來訊息後，再統整於先備知識、或先期概念

（preconception）而建構發展出來的結果（Linder,1993；郭重吉，1992）。賈馥茗（1992）具體的指出概念代表整個一類或同類事物，其本質就是事物和事件是可靠的、有根據的意義，而且應是確定的意義，因爲人們使用這個概念時便不再將它視爲不確定的和有條件的，是把它當成可靠的手段，去理解和解釋那些仍然不確定的疑惑事物，而它深具類化的能力可以幫助我去認識未知的事物。認爲概念是理智的工具，運用它可以把感覺和回憶的材料集中起來，以便澄清含糊的事實，使看起來似乎是混亂的東西變得有秩序，使不連貫的東西統一起來。

歐陽鍾仁（1987）綜括概念是指一種認知過程的形成階層，在認知階層中，以思想的本質、觀點以及物體間的關係爲其特徵，使其個體能夠比較、概括、抽象及理解的活動，並以語言爲其主要表達工具。

黃台珠（1984）提出概念所具有的主要特性，首先是概念的共同性：他認爲一個概念在物體、事件或其他概念之中有其共同性，所了解一個概念，是指知道其分類的規則，能分辨出何者屬於此概念範圍，何者則非，同時能找出此一概念與其他概念之關係及其差異性；第二個是有關概念的符號化：概念本身是存在於人類的心智中，並須經過語言或其它的符號化方式才能與他人溝通或傳達，但是語言等將人類心智轉譯的符號對於確實的認知上是有限制的；最後則是概念在文化上的差異性：是依使用者的認知不同而異，概念是依使用者文化背景來表達實體，每個人都在建構自己的實體，因此對概念的認知、了解及詮釋會有差異。

二、另有概念的定義

所使用的「概念」一詞所含的特質、定義亦有所差異，因此出現相當多的名詞，研究者的稱呼不一致，例如：前期概念（preconceptions）、私人概念（private conception）、學生架構（student frameworks）、天真理論（native theories）、另有概念、迷思概念等（鄭麗玉，1998）。Gauld（1978）認爲當他們被用來描述學童對自然界現象所作合理化的解釋時，有些研究者必未注意到其間之差異性而常加以交互使用。

張川木（1995）指出另有概念是學童的心靈並非是被動的接受外來的刺激；然而，在某些情況下，他們所建構出來的意義是不同於科學家的想法，學童在接受正式的學校教育之前，以發展出他們自己對自然界現象的看法。Abimbola（1988）對於另有架構和另有概念的解釋，他認爲架構一詞似乎蘊含著學生對自然界現象的推理結果皆具有某種聯結關係，但是，事實上並非如此，所以另有架構之應用範圍乃有其侷限性。因此建議另有概念描述學童自創概念之較佳術語。

鄭麗玉（1998）提出在過去，許多研究者喜用 misconceptions，但 Wandersee 等人認爲另有概念要勝於 misconceptions、另類架構、或其他的詞。因爲另有概念暗示這些概念是脈絡上合理的，而且可以導致較有利的概念（如：科學概念）；而 misconceptions 則意指模糊、不完全、錯誤的理解事務，如此不僅和知識的建構觀相矛盾，而且暗示這樣的概念有負面價值，對學習者的認知目的沒有用，應該趕快根除。「學習者說出他們所想的」是他們的另有概念。

綜合上述對於另有概念之意義定爲：學童使用某科學概念時，其想法是不同於正統的科學概念，本文以另有概念取代迷思概念。

（一）另有概念的特性

根據學者 Fisher（1985）；鍾聖校（1995）；張川木（1995）對另有概念特性的看法，歸納出不同的層面，如下所述：

1. 從科學社群的觀點：它和同領域的專家概念是不同的或是在相同領域中早期就被接受的，不是僅存於特定學科領域，而是普遍存在自然學科。
2. 由個體概念觀點：它會存在於不同文化背景、不同年齡層、不同國家的個體中。
3. 是頑強不易改變：可能受到生活環境、生活經驗、生理現象（基因、神經）等因素影響，加上外在所得的訊息內化，故個體的另有概念是特殊具有個別性的。
4. 受個人思考邏輯的影響：產生推理、類比上的錯誤，或是直覺上的認知不正確。
5. 過程性的階段：會在不同的科學學習階段不斷出現，另有概念的出現的增

減情形可得知哪些概念普遍性較高。

6. 從科學歷史發展淵源：有類似的先例產生，所以在同領域中類似的概念在早期是被接受的。

由以上敘述得知，另有概念是受先備知識，及生活自然環境的影響，在傳統式的教學中大多數很難將另有概念扭轉，即使費許多口舌講解，仍一再出現，讓學者不得不承認其深根蒂固的存在事實。所以教師必須了解另有概念的特性及來源，再加上要有正確的教學方式，才能將學生導向正統的科學概念。

（二）另有概念的來源

先期概念進入學習環境，這些概念可能不是課程編者和教師所認爲的科學家可接受的「正確」概念；但先不論老師的科學概念是甚麼樣？事實上，我們發現學生持著錯誤世界觀，直至成人時期卻仍然一樣（王美芬、熊召弟，1998）。根據不同的研究者的研究，可歸納學生爲什麼持有另有概念的可能來源列述於下（Fisher,1985；Head,1986；Wandersee etal.,1994；王美芬、熊召弟，1998；Pardhan＆Bano,2001；Pozo,2001）：

1. 教師方面：在上課時教師缺乏對學生的察覺及興趣，自認爲只要教學生馬上就學會的心態、過份強調傳統的講述法。另有概念非常頑強且不易消失、教師和學生可能同樣持有另有概念，當學生時的經驗，缺乏動手做和新智思考的經驗、術語與隱喻的概念不清楚，受日常生活語言和文化背景的影響、教科書的影響。
2. 日常生活方面：日常生活的觀察與經驗、來自同儕之間的學習。
3. 科學知識：對於名詞錯誤的聯想、熟悉不熟悉的概念產生對字義模糊產生的混淆、學生缺乏科學知識的來源、類比產生的混淆。
4. 一組多樣個人經驗：出自個體本能性的意念、語言和隱喻、來自同儕之間的學習、源自教師的解釋和教材、同儕文化。
5. 外在環境：教室外個人和社會經驗、大眾媒體的影響。

（三）另有概念的改變及教學

Posner, Strike, Hewson 和 Gertzog（1982，引自劉俊庚 2002）認爲概念的學習並不是單純的加入新的片段訊息，而是涉及新舊知識之間互動的關係，概念改變的形式可分大範圍及小範圍，稱之爲「同化」（assimilation）及「調適」（accommodation）。學習者僅是將新知識加入原有知識中，而新舊知識二者並未重新組織，稱之爲同化，這種學習方式並未使原有的概念體系發生重大改變。若學習者的現有概念不適當，無法掌握新情況時，學生必須取代或重新組織他們概念，稱爲調適，這種學習方式需要大規模的概念改變。他們並提出概念改變四個條件：1.對自己現有概念不滿意；2.學生對新的概念可理解的；3.新的概念是合理的；4.新概念可預測自然現象。Linder（1993）指出概念改變三個條件：1.內部結構能得到新的知識；2.能重組內部結構現有知識；3.不認爲內部結構知識均有用，會放棄一些。概念改變則來自新知識與舊有的內在結構相遇而產生結果，新的現象或想法與舊有概念有所接觸時，概念改變隨即發生（洪文東、楊志強，2002）。

謝青龍（1995）指出從教育教學的觀點而言，探討學生另有概念的研究，其最後的目的係在於能供教師有關學生各種另有概念的參考資料，以便改進教學，使學生發生概念的改變。Hasweh（1988）則認爲概念改變，是學生先備知識與所學的新知識，在認知上的交互作用，使新的知識被先備知識含攝的過程中，學生的認知結構會出現逐漸分化，和統整的現象，學習就是此一連串的認知、重組、成長與改變的過程。鄭麗玉（1998）則認爲有關另有概念的研究發現，爲要有效教學，教師必須先了解學生對將要教的主題知道什麼？然後據此幫助學生發展或改變概念。概念改變不是個容易的過程，傳統的教學法可能不易真正改變學生的另有概念，而新的教學策略，雖可能成功，但也必須考慮許多因素的配合，如：學生反應、學生的知識基礎、成熟度、動機、信心以及問題類別等（鄭麗玉，2000）。

張靜儀（2002）歸納出有五種教學策略已被其他研究證明是有效的：學習環（learning）、類比教學（analogy teaching）、概念衝突（concept conflict）、後設認知（metacognition）、群體討論（group discussion）。不論是任何一種教學策略，都必須先知道學生心中的想法，進而使學生產生概念衝突而有認知調適的需要，教

師以適當的教學策略去進行概念改變教學，對促進概念改變是可行的。

（四）原住民科學教育及另有概念

國內有關原住民教育改革的研究，大多偏重原住民教育政策、學制、母語教學、鄉土教育等，原住民中小學科學教育方面研究較少，原住民科學教育關係著原住民族群在社會中謀生的競爭力，達到「適應現代生活，並維護傳統文化」的原住民教育目標，了解原住民科學教育是迫切需要的（傅麗玉，1999）。陳世輝（1996）研究指出原住民的分類架構與教材的分類架構不同，迷失概念大多來自語言與認知因素影響（引自許誌庭，2000）。郭玉婷、譚光鼎（2002）研究發現泰雅族青少年對理化科之學習，偏好具體性與經驗性的教材，當教材比較簡單，學生會有興趣，教材具有抽象性質則會排斥，並且偏好實驗操作。葉芙妏（2002）針對原、漢族群國小學生在蒸發與凝結概念比較研究發現，原住民學生的另有概念來源多爲對專有名詞的定義了解不夠清楚，及受到題目情境中室內外環境的影響，在晤談時對於已學過的科學概念專有名詞也無法流利說出。

從上述不同研究可得知原住民學生對於較難和抽象的自然科教材在學習上會產生困難和排斥，在語言表達方面也不順暢。所以國中小科學教師必須以原住民學生的生活文化經驗爲基礎，整合學生生活世界中傳統及鄉土知識與西方科學知識，從不同角度發展科學教材教法，強調經由觀察與實驗得到科學知識（傅麗玉，2004）。

第二節　酸鹼概念的相關研究

在許多國內外的文獻中指出，酸鹼迷思概念在化學科方面鑑定學童的迷思概念的研究中是一個極爲重要的部分，值得深入研究；而在國內外有多位學者針對此概念作深入研究，更有許多寶貴的研究發現（黃萬居，2005）。

一、國內研究方面

研究者於 2005 年 8 月 26 日用關鍵字「酸鹼概念」進入搜尋引擎「博碩士論

文資訊網」共得到 10 篇近年來有關酸鹼鹽概念之研究論文。並查閱碩士論文紙本、學報及期刊得到有關酸鹼概念之文獻。經研究者整理如下：

1. 針對不同研究對象：國小學童（黃萬居，1994；黃萬居，1996a；余淑君，2002；趙素敏，2003；陳景期，2003）。國中學生（宋志雄，1992；陳姍姍 1993；施朱娟，1997；李詩閔，2001；邱喚文，2001，姚錦棟，2002）。高中學生（蘇景進，2004）。大學學生（張靜宜，1994）。教師方面（黃萬居，1996b）。
2. 所關切的面向：（1）有針對酸鹼迷思概念研究爲主（宋志雄，1992；陳姍姍 1993；黃萬居，1994；黃萬居，1996a；黃萬居，1996b；姚錦棟，2002；趙素敏，2003；蘇景進，2004）。（2）針對酸鹼概念教學之研究（施朱娟，1997）。（3）針對學生對酸鹼概念學習情況（張靜宜，1994；李詩閔，2001；陳景期，2003）。（4）針對酸鹼概念改變機制之研究（余淑君，2002）。
3. 研究工具方面：利用概念圖、晤談法、紙筆測驗方法（宋志雄，1992；陳姍姍 1993；黃萬居，1994；黃萬居，1996a；黃萬居，1996b；姚錦棟，2002；趙素敏，2003；陳景期，2003；蘇景進，2004）。利用概念圖、晤談法（邱喚文，2001）。以精通學習的酸鹼概念教學策略、紙筆測驗（施朱娟，1997）。以微量實驗裝置的教學策略紙筆測驗（李詩閔，2001）。以動態評量探究酸鹼概念改變機制、紙筆測驗（余淑君，2002）。
4. 研究樣本分佈的地區：高雄市、彰化市、桃園縣（宋志雄，1992）。台北市、台中縣、彰化縣（李詩閔，2001）。北部、南部（蘇景進，2004）。台北縣市（陳姍姍，1993；黃萬居，1994；黃萬居，1996a；黃萬居，1996b；邱喚文，2001；姚錦棟，2002；趙素敏，2003；陳景期，2003）。

綜合以上所述，研究主題方面以酸鹼迷思概念研究爲主；研究對象是以國小、國中爲主，高中、大學則少；研究工具方面是以概念圖、紙筆測驗及晤談法爲主；樣本分佈的地區是以台北縣市及中部爲主；針對酸鹼概念的相關研究，東部地區至今尚無相關研究。

（一） 國內文獻研究結果整理分析如下：

1.針對不同研究對象，酸、鹼另有概念產生的原因及類型。如表 2-2-1：

表 2-2-1 酸、鹼另有概念產生的原因及類型

研究對象	另有概念產生原因及類型	綜合分析討論
國小學生	黃萬居（1994）： 1. 由日常生活經驗和觀察直覺而得。 2. 日常用語及文字的混淆。 3. 科學術語與兒童觀之結合。 4. 學習的誤解。 5. 學校老師或父母親之誤導。 余淑君（2002）： 1. 受學科知識不足的影響。 2. 受先前經驗的影響。 3. 受教師教學的影響。 4. 受同儕的影響。 陳景期（2003）： 1. 學童與日常生活中環境的交互作用。 2. 科學知識不足。 3. 教師或父母本身的迷思概念教導。 4. 受同儕的影響。 趙素敏（2003）： 1. 學童本身建構而成。 2. 學校教學情境的影響。 3. 學習的誤解或過度推論。 4. 校外教學情境的影響。 5. 同儕本身的迷思概念及錯誤引導。 6. 學習者的性別影響。	整理國中小學生的酸鹼另有概念形成原因及來源共同點方面： 1. 學童建構而成：生活經驗影響、由直覺而得、受先前經驗的影響。 2. 受日常語言的影響：日常用語及文字的混淆、科學術語與兒童觀之結合。 3. 受教科書的影響：課本、參考書籍的誤導。 4. 受學校老師教學影響：學校自然老師未讓學生親自操作實驗，答題只憑個人經驗或想像而已、教師教學本身就有錯誤概念的影響、教學情境的影響、教師本身缺少動手做實驗習慣。 5. 受到家庭或同學影響：同儕本身或父母本身錯誤概念引導。
國中學生	陳姍姍（1993）： 1. 來自生活經驗影響。 2. 受到日常用語的影響。 3. 學科背景知識不足。 4. 課本、參考書籍或教師在教學上的誤導。	
國小教師	黃萬居（1996b）： 1. 以偏概全。 2. 由直覺而得。 3. 日常用語的混淆。 4. 過去錯誤的學習遷移。 5. 缺少動手做實驗習慣。 6. 受到有關自然科學參考書籍的影響。	

2.國內酸、鹼研究常見另有概念分析。如表 2-2-2：

表 2-2-2 國內酸、鹼研究另有概念分析

主要概念	研究對象	學生常見另有概念
電解質與解離說 主要學習內容： 1. 電解質與非電解質之定義。 2. 帶正、負電離子的行成原因。 3. 了解解離說之涵義。	國中學生	宋志雄（1992）： 1. 電解質溶液呈電中性時，陰離子與陽離子的濃度相等所以 pH 值等於 7。 2. 電解質溶液中，陰離子個數與陽離子個數必相等。 陳姍姍（1993）： 1. 酒精、純水皆爲電解質。 2. 電解質能導電和水溶液中電子有關。 3. 因爲純水是中性，所以難以導電。 施朱娟（1997）： 1. 無法分辨中性溶液與水溶液是電中性是無關的。
酸鹼定義及性質 主要學習內容： 1. 了解酸、鹼性物質的共通性。 2. 區別常見的酸鹼性物質。	國小學生	趙素敏（2003）： 1. 肥皂水可以去汙所以是酸性。 余淑君（2002）；趙素敏（2003）；陳景期（2003）： 1. 具有甜味的果汁、水都是中性物質。 2. 學童以爲喝起來鹹鹹的的溶液就是鹼性，發生在鹽水。
	國中學生	宋志雄（1992）： 1. 鹽酸與金屬反應激烈，而比醋酸釋放出更多的氫氣。 2. 鈣離子爲鹼性故易與酸作用。 3. NH^{+}_{4}在水溶液中呈鹼性反應。 陳姍姍（1993）： 1. 酸鹼都是危險物品，是令人難以接近可怕物質。 2. 硫酸具有強烈的腐蝕性及脫水性，所以是強酸。 3. 強酸溶液與鋅片無反應。 4. 稀硫酸、稀鹽酸、稀硝酸，都是弱酸物質。 5. 氫氧化鈉溶解於水中，溫度不可能升高。 6. 碳酸鈉與碳酸氫鈉水溶液呈酸性。 7. 氫元素之氧化物的水溶液、具有鹹味的食鹽水、洗衣粉，都是鹼性物質。 8. 具有甜味的果汁、水，都是中性物質。 施朱娟（1997）： 1.誤將NH_3當成中性。
	高中學生	蘇景進（2004）： 1. 氨含有氫可分解出離子，所以是弱酸。 2. 碳酸氫鈉是弱酸。
酸鹼濃度與 pH 值概念 主要學習內容：	國中學生	宋志雄（1992）： 1. H^{+}離子的濃度主要是與溶液的升數大小有關。 2. $〔H^{+}〕+〔OH^{-}〕=10^{-14}M$。

1. 了解莫耳濃度之意義。 2. 了解溶液中解離出離子的濃度。 3. 知道 pH 值的定義。		3.鹽酸在水中的 pH 值比醋酸來得大。 4.H_2O完全解離爲H^+、OH^-離子。 5. 一個硫酸分子遇水必可解離出二個H^+。 陳姍姍（1993）： 1. 氫離子只存在酸中。 2. 強酸中沒有氫氧根離子，弱酸中才存在氫氧根離子。 3. 氫氧根離子僅存在鹼中。
酸與鹼的中和滴定與酸鹼反應 主要學習內容： 1. 知道酸鹼反應爲放熱反應。 2. 知道酸鹼反應會改變溶液 pH 值。 3. 酸鹼指示劑的檢驗及顏色變化。 4. 知道常見的鹽類	國小學生	趙素敏（2003）： 1. 100 檸檬汁＋100cc 小蘇打水混合後，因爲量一樣多所以是中性。 陳景期（2003）；趙素敏（2003）： 1. 中性＝酸性＋鹼性。 余淑君（2003）： 1. 知道藍色指示劑碰到不同性質溶液時會出現黃色、綠色、藍色的顏色變化，但究竟什麼性質會變什麼顏色反而容易混淆。
	國中學生	宋志雄（1992）： 1. 滴入指示劑後，溶液便有顏色變化。 2. 鈣離子爲鹼性故易於酸作用。 陳姍姍（1993）： 1. 酸鹼中和反應產生的鹽類爲食鹽。 2. 酸鹼中和反應不一定產生鹽類。 3. 碳酸氫鈉與硫酸反應，產生白色沉澱。 4. 同濃度同體積的酸與鹼進行反應，中和後的溶液就是中性。 姚錦棟（2002）： 1. 酸加鹼混合時因陰陽離子電量相同呈電中性固爲中性 2. 酸鹼中和反應產生的溶液爲中性。
	高中學生	蘇景進（2004）： 1. 酸鹼中和反應產生的鹽類爲食鹽。 2. 酸鹼中和反應產生的溶液爲中性。
酸鹼與生活 主要學習內容： 1. 日常生活中常見物質的酸鹼性。 2. 酸與鹼反應的現象和產物。	國小學生	趙素敏（2003）： 1. 因爲臭氧層破洞才會有酸雨，性質應是酸性。 2. 日常生活中的鹽酸、清潔劑對人體有害所以酸鹼都有毒。 3. 因有鹼性電池，所以鹼性水溶液都有導電性。 陳景期（2003）： 1. 酸雨是鹼性的。
	國中學生	陳姍姍（1993）： 1. 酸雨的主要成分是二氧化碳或一氧化碳氣體。 2. 部分未順利自人體排出的二氧化碳若溶於血液中，會使血液的 pH 值升高。 施朱娟（1997）： 1. 誤認酸雨的主要原因是二氧化碳。 2. 不知蛋與檸檬之生成氣體。

二、國外研究方面

查閱國外期刊上的文獻：Journal of Research in Science Teaching、International Journal of Science Education、Science Education。經整理如下：

1. 針對不同研究對象：中學生（Schmidt,1991；Nakhleh 和 Krajcik,1994；Schmidt,1997）。高中學生（Ross 和 Munby,1991）。大學生（Cros,1986，1988）。
2. 所關切的面向：（1）有針對酸鹼迷思概念研究爲主（Ross 和 Munby,1991；Schmidt,1997）。（2）有探究學生對物質組成和酸鹼之先備概念和概念發展之情形研究（Cros,1986，1988）。（3）學生對酸鹼及中和概念的了解研究（Schmidt,1991，1997）。（4）探究學生酸鹼及 pH 值概念的了解（Nakhleh 和 Krajcik,1994）。（5）針對學生於不同時期－前具體操作期、後具體操作期、前形式操作期.、後形式操作期，對酸鹼概念所瞭解的程度研究（Shayer, M 和 Adey, P.，1987；引自黃萬居，1994）。

（一）國外文獻，酸、鹼研究結果整理分析，如表 2-2-3：

表 2-2-3　國外酸、鹼研究常見另有概念分析

主要概念	研究對象	學生常見另有概念
電解質與解離說 主要學習內容： 1. 電解質與非電解質之定義。 2. 帶正負電離子的行成原因。 3. 解離說的涵義。	大學學生	Cros（1986，1988）： 1. 大一學生對於酸或鹼之定義以大部分以布忍斯特（Bronsted-Lowry）定義爲主；少許用阿瑞尼士（Arrhenius）定義。
	中學學生	Schmidt（1991）： 1. 認爲正離子與負離子即爲共軛酸鹼對。
酸鹼定義及性質 主要學習內容： 1. 酸、鹼性物質的共通性。 2. 區別常見的酸鹼性物質。	大學學生	Cros（1986，1988）： 1. 大學生對酸類化學式熟悉，但大學生無法寫出二種以上的鹼類化學式，只能舉出數種。
	高中學生	Ross 和 Munby（1991）： 1. 酸具有毒性。 2. 酸具有強烈和激烈氣味。 3. 所有酸是強酸。 4. 酸溶液裏只有氫離子。 5. 燃燒物質爲酸性。 6. 水果爲鹼性。

	中學學生	Shayer, M 和 Adey, P.（1987）： 1. 酸的某些性質認識酸性物質，譬如使藍色石蕊試紙變色、能與金屬作用、和具酸味等。 2. 酸和鹼有特定的顏色或量暗的強度。 3. 酸的顏色是粉紅色，鹼是藍色。 4. 酸可聞可融化金屬。 5. 判斷物質是否爲酸鹼的先決條件，爲觀察是否產生氣泡。 6. 酸反應是強烈的，鹼反應不是強烈的。 7. 酸嚐起來是苦的，鹼嚐起來是甜的。 Nakhleh 和 Krajcik（1994）： 1. 酸有顏色鹼就沒有顏色。
酸鹼濃度與 pH 值概念 主要學習內容： 1. 了解莫耳濃度之意義。 2. 了解溶液中解離出離子的濃度。 3. 知道 pH 值的定義。	大學學生	Cros（1986，1988）： 1. pH 是測量酸度。 2. 對於酸鹼定義使用 pH＜7 是酸，pH＞7 是鹼來判斷。
	高中學生	Ross 和 Munby（1991）： 1. 酸含有氫氧根離子。 2. 酸具有毒性。 3. 酸的濃度與強度是一致。 4. 強酸比弱酸具有較高的 pH 值。 5. 強酸較弱酸反應爲慢。
	中學學生	Nakhleh 和 Krajcik（1994）： 1. 鹼不含氫，化學式中沒有氫。
酸與鹼的中和滴定與酸鹼反應 主要學習內容： 1. 知道酸鹼反應爲放熱反應。 2. 知道酸鹼反應會改變溶液 pH 值。 3. 酸鹼指示劑檢驗及顏色變化。 4. 知道常見的鹽類	大學學生	Cros（1986，1988）： 1. 學生認爲酸鹼中和反應後沒有產生放熱反應，經教學後改變不多。
	高中學生	Ross 和 Munby（1991）： 1. 酸鹼中和有氣泡產生。
	中學學生	Shayer, M 和 Adey, P.（1987）： 1. 前形式操作期：酸和鹼反應的方程式是：$H^+ + OH^- \rightarrow H_2O$。 Nakhleh 和 Krajcik（1994）： 1. 酸鹼中和加入指示劑，爲分子間的激烈作用、組合，可幫助中和。 2. 酸鹼滴定顏色的變化，是因爲酸與鹼本身已變化的顏色所造成。 Schmidt（1991，1997）： 1. 酸鹼中和反應形成中性溶液，弱酸或弱鹼的中和反應一樣行成中性溶液。 2. 酸鹼反應後溶液呈中性。

綜合以上研究整理之結論，有關酸鹼概念的研究對象以國小、國中學生爲主，高中及大學生研究很少，由於學生早期建立的概念會影響到其日後的學習，而學生一旦產生另有概念後，當日後有再次的學習機會，除非教學者有將概念改變學習理論融入於教學中，否則很難改變其已錯置的概念基模。由於酸鹼概念的學習中「電解質與解離說」、「酸鹼濃度與 pH 值」等的部份是國中化學的重要概念，學生之前並未有學習經驗，因此學生於此階段的學習情況，對其日後酸鹼學習有所影響。國內大部分的研究以台北縣市爲主，台東居於偏遠地區，尤其鄉下學校城鄉差距很大，學生是否存有與都會區相似的另有概念類型或是極爲不同的類型。因未曾有類似之研究報告，研究者針對台東縣「關山區策略聯盟學校國中生」爲研究對象，探究學生是否在學習酸鹼後存有另有概念以作爲日後本區教學者教學上之參考。

NTTU Library

第三節 概念研究的方法

一、科學概念研究的方法

在診斷學生另有概念時，不同研究者提出不同的研究方法，Hashweh（1988）提出概念研究的類型。郭重吉（1990）整理出科學知識認知結構的評估與描述。張惠博（1999）認爲迷思概念研究的方法有六種。依照概念不同研究法分述如下：

1. Hashweh（1988）依照概念研究的類型，分成三種類型：描述性（descriptive）類型、解釋性（explanatory）類型、概念改變（conceptual change）驗證類型。其研究內容，如表 2-3-1：

表 2-3-1 概念研究的類型

概念研究的類型	研究的方法
描述性類型	在探討學生原有概念和另有概念的不同。
解釋性類型	獲得因爲學生經過概念改變機制，重組產生新的概念，原有概念之穩定性等解釋。
概念改變驗證類型	經過教學中去驗證學生概念改變之理論是否正確，並提出最好的教學模式。

2. 郭重吉（1990）科學知識認知結構的評估與描述，可分爲陳述性知識評估、程序性知識評估、臨床晤談三種。其研究內容，如表 2-3-2：

表 2-3-2 認知結構的評估與描述

認知結構的評估與描述	研究工具
陳述性知識評估	單字聯想、作概念圖、作樹狀概念圖、作 Venn 圖、紙筆測驗。
程序性知識評估	放聲想的原案、誘發的回憶、法則的評估。
臨床晤談	事例或概念晤談、事件或概念晤談、示範-觀察-解釋。

NTTU Library

3. 張惠博（1999）整理出另有概念研究的方法有六種：（1）傳統測驗題施測、（2）概念構圖（Concept Mapping）法、（3）關係圖法、（4）vee 型圖法、（5）晤談法、（6）二階段測驗（Two Tiers Test）法。如表 2-3-3：

表 2-3-3 另有概念研究的方法

研究的工具	研究方式
傳統測驗題施測	以選擇題方式呈現，以大樣本的施測
概念構圖	透過概念圖的診斷，教師可了解學生的先前概念及認知結構，並且可以得知學生的另有概念（余民寧，1997）。
關係圖法	單字聯想、樹狀圖、圖形結構、網狀圖、語意分析。
vee 型圖	利用集合關係圖了解學生的想法和對於概念的理解。
晤談法	針對主題進行訪談，有事例晤談和事件晤談。
二階段測驗	分成二個階段，第一階段根據題目設計初步選項，第二階段能回答第一階段所選的適當理由。

楊志強、洪文東（2002）依據各種概念評測工具的特性，整理出各項概念評測工具特性比較。如表 2-3-4：

表 2-3-4 各項概念評測工具特性比較表

特性 / 工具	測驗方式	是否需額外訓練回答技巧	可否了解概念間之關連性	大量施測的可能性	其他特性
診斷式的傳統測驗題（選擇題）	紙筆測驗	否	否	高	便於量化資料，適用於大量施測。
診斷式的傳統測驗題（問答題）	紙筆測驗	否	可	低	可讓學童自由發表想法。
概念圖法	紙筆測驗	是	是	低	容易展現概念間關係。
晤談法	晤談	否	是	低	可深入了解學童概念情況。
關係圖法	紙筆測驗	是	是	低	可展現概念間關係。
Vee 圖	紙筆測驗	是	是	低	可探索學童概念的理解情況。
二階段式測驗第一階段選擇、第二階段問答	紙筆測驗	否	是	低	可了解學童概念脈絡。
二階段式測驗 二階段皆爲選擇	紙筆測驗	否	是	高	可了解學童概念脈絡，且便於量化資料。
DOE 式晤談	晤談	否	是	低	可看出學童概念的改變、保留的情況。

資料來源：引自楊志強、洪文東（2002，P.59）

綜合上述，概念研究的方法，不管是傳統測驗題、概念圖法、晤談法或二階段式測驗皆有其優缺點及限制，不同的研究者可針對研究的對象，研究樣本數的大小，選擇適合研究的工具，才能探究出學生之另有概念。本研究概念研究的類型是屬於描述性類型，探討學生原有概念和另有概念的不同，概念評測工具方面是類似於二階段式測驗第一階段選擇答案；第二階段問答部分寫出自己的適當理由，在晤談方面是屬於圖卡式的事例晤談。

二、晤談法

Posner 等人（1982）指出，晤談是晤談者與受訪者面對面談話，晤談之前先要將主題設定清楚，在根據主題利用實物器材或圖片晤談，受訪者對晤談題組去加以描述回答，主要目的是要藉問答的方式，確定受訪者的心中想法，和相關概念間的關係，來探究學生認知理解的程度（引自汪克仁，1992）。

郭重吉（1990）提出科學知識認知結構的評估與描述，其中晤談法的方式有以下三種：

（一） 事例晤談：設計許多張用單線畫出的圖卡或特殊字如「功」等當作刺激物，內含正確的科學概念或不正確的，請學生依序回答，訪談時學生可以發問，釐清不明的的地方，對於學生的回答沒有對錯之分，都視爲有價值的參考資料（Gilbet, Osborne＆Fensham，1982）。

（二） 事件晤談（Interview about events）：針對生活中自然的現象，如蒸發、凝結等，一系列的活動或演示經晤談和資料填寫中，了解學生的另有概念（Gilbet, Osborne＆Fensham，1982）。

（三） 示範-觀察-解釋（Demonstrate-Observe-Explain）：研究者示範實驗之前，先請學生說出實驗結果的預測，再由研究者進行示範實驗，請學生仔細觀察，實驗後讓學生說出觀察實驗的結果，比較學生前後之想法有何不同。

由以上對研究另有概念的晤談方式的分析，事件晤談和示範-觀察-解釋須經研究者的設計活動或示範實驗，前二種晤談方式耗費時間只適合選取的樣本在同一學校實施。所以本研究以事例晤談法進行晤談，首先根據酸鹼鹽概念四大主題設計題組，另研究者設計圖卡及字卡當作刺激物，更能深入探究學生心中之另有想法。

第三章 研究方法與步驟

本研究屬描述性研究，主要採取開放式紙筆測驗、事例晤談法，來探究國中學生對「酸、鹼」概念的認識與理解程度，針對台東縣關山區策略聯盟學校國三學生進行研究，依紙筆測驗及晤談結果來探求出國中學生對「酸、鹼」存在的各種另有概念。本章將以下列四節進行探討：第一節、研究樣本；第二節、研究工具；第三節、研究流程；第四節、研究整理與分析。

第一節 研究樣本

本研究樣本共分爲兩類：包括開放式紙筆測驗樣本及晤談樣本兩種，由於研究歷程分爲預試研究及正式研究兩個階段，故兩個階段都分別加以取樣。

一、預試研究階段樣本

在預試研究階段，爲了修訂開放式紙筆測驗及正式晤談題組，所以考慮取樣方便，所以研究者先從鄰近學校選取三年級同學進行開放式紙筆測驗預試，再從自己服務學校中選出六位學生進行試驗性晤談。預試樣本資料，如表 3-1-1：

表 3-1-1 預試樣本資料

學校名稱	學校類型	預試名稱	樣本人數
已國中	偏遠學校	紙筆測驗	24 人
丙國中	偏遠學校	事例晤談	6 人

二、正式施測研究階段樣本

正式研究階段則從卑南鄉、鹿野鄉、延平鄉、海端鄉五所三年級國中學生，共 136 人做爲本研究正式開放式紙筆測驗樣本。因開放式紙筆測驗無法完全得知學生對酸與鹼另有概念，故在紙筆測驗後，根據學生填答情形並和任課老師討論，

從中挑選出 20 位（原、漢學生各 10 位）較具表達能力之原漢族學生進行正式晤談。正式測驗施測樣本資料，如表 3-1-2：

表 3-1-2 正式測驗施測樣本資料

學校名稱	學校類型	原住民生	非原住民生	樣本總數
甲國中	偏遠山地學校	25 人	1 人	26 人
乙國中	偏遠學校	24 人	22 人	46 人
丙國中		13 人	14 人	27 人
丁國中	偏遠山地學校	14 人	0 人	14 人
戊國中	偏遠學校	8 人	15 人	23 人
合 計		84 人	52 人	136 人

第二節 研究工具

本研究探討國三學生有關「酸、鹼」的概念，以便找出學生舊有的概念與科學概念作比較，探究出學生在「酸、鹼」的另有概念。採用的研究工具：首先針對「酸、鹼」概念定出主題，並參考 Treagust（1988）研究發展出的測驗診斷步驟：（1）酸鹼主題知識的敘述；（2）畫出酸、鹼專家概念圖；（3）酸與鹼主題之知識和專家概念圖彼此一致；（4）建立主題知識、概念圖的效度；（5）收集整理國內外有關酸與鹼概念的文獻；（6）設計開放式測驗工具，及事例晤談工具。針對策略聯盟學校國三學生測試，從測試工具中了解國中生在酸與鹼之另有概念，測驗範圍與晤談結果之分析和解釋，皆以國中自然與生活科技課本有關的酸與鹼概念爲主。

一、國中「酸鹼」概念命題敘述如下：

（一）根據國內外文獻、國民中學課程標準、九年一貫課程綱要及康軒、南一教材內容分析編制初稿。

（二） 初稿完成後再與大學自然科教授、指導教授及國中自然科老師討論修

訂後編製而成。

（三）分析表中包含：（1）電解質與解離說（2）酸與鹼的性質（3）酸與鹼的濃度與 pH 值（4）酸鹼中和四個主題概念。如表 3-2-1：

表 3-2-1 國中生「酸、鹼」概念分析表

概念主題	命題知識敘述
1.電解質與解離說	1-1 化合物的水溶液能導電者爲電解質，不能導電者爲非電解質。 1-2 電解質解離後成離子狀態，正負離子自由運動能導電。 1-3 電解質水溶液呈電中性。
2.酸與鹼的性質	2-1 酸、鹼的水溶液解離出H^+離子與OH^- 離子，能導電者爲電解質。 2-2 酸性溶液常有酸味、具腐蝕性，大多數酸性溶液會與活性較大的金屬、大理石反應產生氣體。 2-3 鹼性溶液具腐蝕性、可溶解油脂、摸起來有滑膩感、有澀味。
3.酸鹼的濃度與 pH 值	3-1 常用的酸鹼指示劑，變色結果可知溶液酸鹼性。 3-2 pH 值表示氫離子的濃度，pH 值越小酸性越強，pH 值越大鹼性越強。 3-3〔H^+〕＞〔OH^-〕酸性溶液、〔H^+〕＝〔OH^-〕中性溶液、〔H^+〕＜〔OH^-〕鹼性溶液
4.酸鹼中和	4-1 酸（鹼）溶液中加鹼（酸）反應的變化。 4-2 中和反應是放熱反應，產物爲水和鹽。 4-3 酸鹼中和離子反應式。 4-4 酸鹼中和原理應用和日生活常見鹽的用途。

NTTU Library

二、酸、鹼專家概念圖

採用 Novak 和 Gowin（1984）發展出的專家概念圖，畫出專家概念圖（見圖 3-1），經指導教授、二位國中及一位高中自然科老師討論修正後，作爲發展開放式紙筆試卷和晤談題組之參考依據。

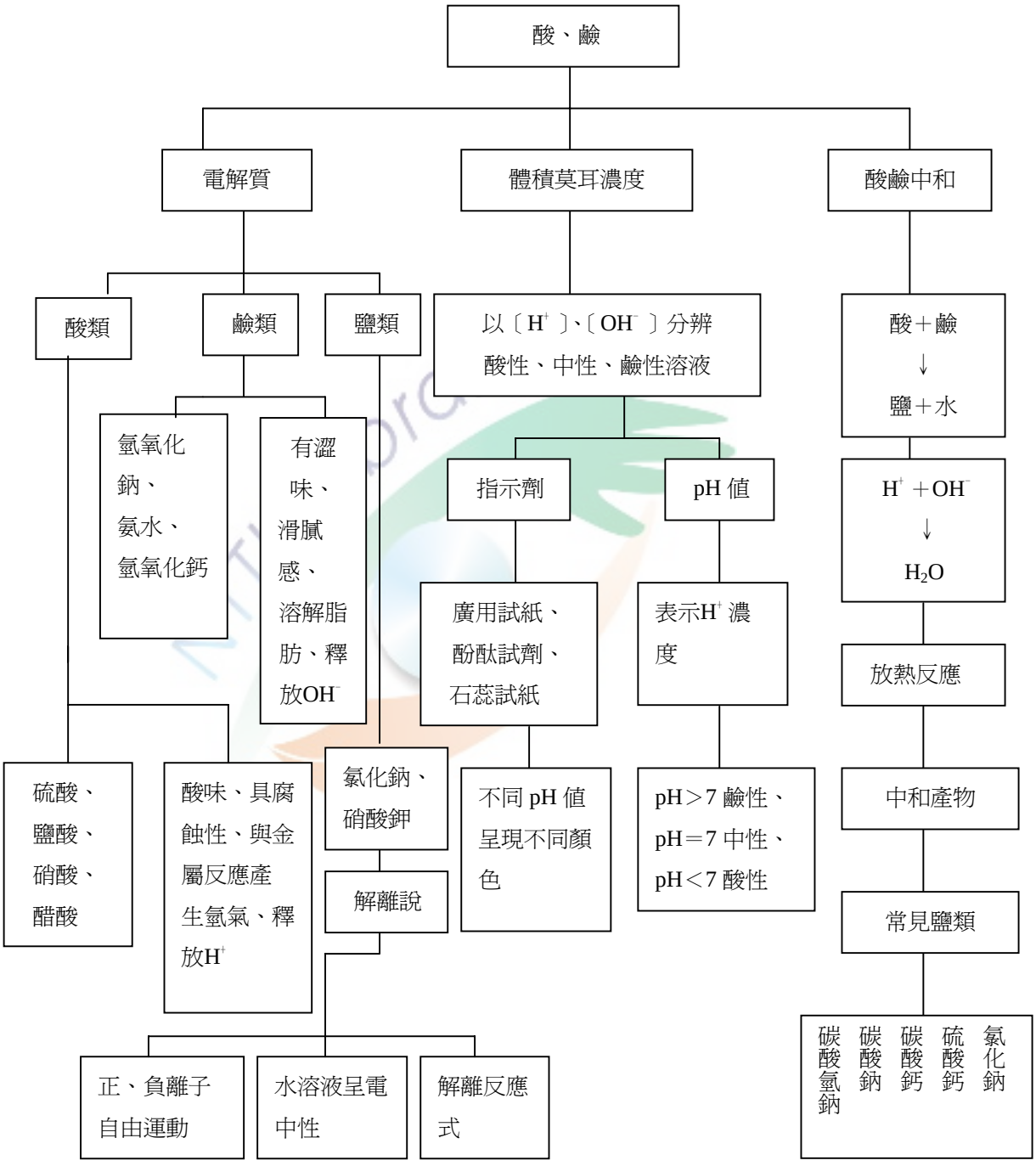


圖 3-1「酸、鹼」專家概念圖

三、開放式紙筆試卷預試與修訂

參考概念命題敘述、專家概念圖所設計開放式紙筆試卷，最主要是了解學生對於酸鹼的初步另有概念，並作爲晤談正式樣本選取的參考依據，研究者在 94 年 11 月 4 日到關山國中進行試卷預試，總共有 27 位學生測試，去除其中 3 位大部份空白未作答之學生，針對 24 位學生進行編號，並逐題分析每位學生作答情形，分析結果如另有概念統計表（附錄一），依據統計表經過指導教授、大學自然教育學系教授和高中化學及國中自然科老師修正預試測驗卷，修正表，如表：3-2-2，經修正成爲正式開放式紙筆測驗試題（附錄二）。

（一）依據另有概念統計表及經過專家學者建議，預試試卷修正過程如下：

1. 電解質與解離說部分：第 1 題、第 2 題－（1）、第 2 題－（2）、第 2 題－（3），因學生不正確之另有概念達 70-80% ，根據專家建議將題目從問答方式修改爲導引式先選擇答案；再問理由方式。第 2 題－（3）總電量比觀念對學生較抽象，修正爲正、負離子數比。
2. 酸鹼的濃度與pH值部分：第 5 題－（1）、第 6 題，將〔H^+〕與〔OH^-〕；改爲氫離子濃度〔H^+〕與氫氧根離子濃度〔OH^-〕，加註中文說明，學生較清楚莫耳濃度表示的方式。
3. 酸鹼中和部分：第 7 題－（1）、第 7 題－（2）、第 7 題－（3）、第 7 題－（4），因學生不正確之另有概達 70-80% ，根據專家建議將題目從問答方式修改爲導引式先選擇答案，再問理由方式。
4. 日常生活酸鹼之應用部分：第 8 題、第 9 題－（1）、第 9 題－（2），將問答方式修改爲導引式先選擇答案，在問理由方式。

表 3-2-2 開放式紙筆試卷修正表

修正題號	修正前題目（簡述）	修正後題目
學生基本資料	校名、班級、座號、姓名、我是_____族（原住民生填寫）	前項資料相同，（原住民生填寫）更改爲（填寫漢族或原住民）
第 1 題	試問這五種化合物何者爲電解質？	修改爲這五種化合物水溶液何者會使燈泡發亮？（A）甲、乙、丙（B）乙、丙、丁（C）丙、丁、戊
第 2 題－（1）	電解質溶解於水解離成帶電粒子，這粒子稱爲_____。	修改爲氯化鈉溶解於水，解離成帶電的離子，在溶液中（A）只有帶正電離子（B）帶正、負電離子都有（C）只有帶負電離子。
第 2 題－（2）	請你畫出下圖鈉離子（●）和氯離子（○）在電解槽中通電後移動情形？	增加選項：（A）○→●→ （B）○→　←●（C） ←○　●→
第 2 題－（3）	正離子與負離子的總電量比	修改爲正離子與負離子的離子數比
第 5 題－（1）	（填〔H^+〕或〔OH^-〕）	改爲（填H^+或OH^-）
第 6 題	〔H^+〕與〔OH^-〕之關係	改爲氫離子濃度〔H^+〕與氫氧根離子濃度〔OH^-〕之關係
第 7 題－（1）	酸鹼中和反應是吸熱或放熱反應？	增加選項：酸鹼中和反應是？（A）吸熱（B）放熱（C）不作用。
第 7 題－（2）	酚酞指示劑在此酸鹼滴定中和反應過程中顏色如何變化？	增加選項：（A）無色變成粉紅色（B）粉紅色變成無色（C）無色變成藍色。
第 7 題－（3）	酸鹼中和反應實驗最後的生成物經蒸發後可得到什麼鹽類化合物？	增加選項：（A）NaOH（B）H_2O（C）NaCl。
第 7 題－（4）	請寫出該實驗酸鹼中和反應的反應式和離子反應式？	增加提示選項： （A）$H^+ + OH^- \rightarrow H_2O$ （B）$H_2O \rightarrow H^+ + OH^-$ （C）$2\,H_2O \rightarrow 2\,H_2 + O_2$
第 8 題	學校辦理露營活動如果你被蜜蜂叮了產生紅腫刺痛，塗了一點氨水症狀就減輕了不少，爲什麼？	增加選項：（A）氧化還原原理（B）酸鹼中和原理（C）稀釋反應。
第 9 題－（1）	酸雨是（酸性、鹼性、中性）？	增加選項：酸雨是（A）酸性（B）鹼性（C）中性
第 9 題－（2）	酸雨最主要是何種廢氣溶在雨水中所形成的？	增加選項（A）SO_2（B）Cl_2（C）NH_3。

（二） 經預試後修改後之正式開放式紙筆試卷，與概念主題與命題敘述之細目表。如表 3-2-3：

表 3-2-3 正式開放式試卷與概念主題與命題敘述之細目表

題號	開放式紙筆試卷題目	概念主題	命題敘述
1	現有（甲）蔗糖（乙）氫氧化鈉（丙）鹽酸（丁）硝酸鉀（戊）酒精。五種化合物，試問這五種化合物水溶液何者會使燈泡發亮？	1、2	1-1、1-2
2-1	氯化鈉溶解於水解離成帶電的粒子這粒子稱爲？（A）只有正離子（B）正、負離子都有（C）只有負離子。	1、2	1-1、1-2
2-2	請你選出下圖鈉離子（●）和氯離子（○）在電解槽中通電後移動情形？（A）○→ ●→ （B）○→ ←●（C）←○ ●→。	1、2	1-1、1-2
2-3	氯化鈉在水溶液中完全解離後，正離子與負離子的離子數比爲（A）1：1（B）1：2（C）2：1。	1、2	1-1、1-2
3	請將八種不同的物質依酸鹼性分類：（甲）檸檬汁（乙）糖水（丙）氫氧化鈉溶液（丁）柳丁汁（戊）肥皂水、（已）石灰水（庚）小蘇打水（辛）鹽水。何者是酸性物質？何者是鹼性物質？何者是中性物質？請寫出你分辨的方法？	3	2-2、2-3 3-3
4-1	現有三支試管：甲.試管中溶液使紅色石蕊試紙呈藍色、乙.試管中溶液使酚酞試劑呈無色、丙.試管中溶液爲純水，請寫出甲、乙、丙三試管中液體是酸性、鹼性或中性？	3	3-2、3-3
4-2	根據 4-1 題：甲、乙、丙三試管中液體的 PH 值大小順序？（A）甲＞乙＞丙（B）甲＞丙＞乙（C）丙＞乙＞甲。	3	3-2、3-3
5-1	所謂PH值表示水溶液的_____性。與何種離子濃度有關？（填H^+或OH^-）。	3	3-2、3-3
5-2	甲是氯化鈉溶液，乙是碳酸氫鈉溶液，丙是醋酸溶液，其〔OH^-〕由大而小依序爲（A）乙＞甲＞丙（B）甲＞丙＞乙（C）丙＞乙＞甲。	3	3-2、3-3
6	在純水中加入以下溶質請比較溶液中氫離子濃度〔H^+〕與氫氧根離子濃度〔OH^-〕之關係和判斷水溶液呈酸性中性或鹼性。請回答下列問題：	3	3-2、3-3
6-1	加入氯化鈉〔H^+〕____〔OH^-〕（填＞＝＜）。	3	3-2、3-3
6-2	加入硝酸〔H^+〕____〔OH^-〕（填＞＝＜）。 水溶液呈_____性。	3	3-2、3-3
6-3	加入氨〔H^+〕____〔OH^-〕（填＞＝＜）。	3	3-2、3-3
7	小華在實驗室做酸鹼中和實驗如圖示，在滴定管甲中倒入 1M100mL 的氫氧化鈉溶液，在錐形瓶乙中倒入 1M100mL 的鹽酸溶液，並加入酚酞在鹽酸溶液中當做指示劑，請回答下列問題：	2、4	2-1、4-1 4-2、4-3

7-1	由以上實驗可了解酸鹼中和反應是（A）吸熱（B）放熱（C）不作用。	2、4	2-1、4-1 4-2、4-3
7-2	酚酞指示劑在此酸鹼中和反應過程中最後滴定終了顏色如何變化？（A）無色變成粉紅色。	2、4	2-1、4-1 4-2、4-3
7-3	酸鹼中和反應實驗最後的生成物經蒸發後可得到什麼物質？（A）NaOH（B）H_2O（C）NaCl。	2、4	2-1、4-1 4-2、4-3
7-4	請寫出該實驗酸中和反應的反應式及酸鹼中和離子反應式？（A）$H^+ + OH^- \rightarrow H_2O$（B）$H_2O \rightarrow H^+ + OH^-$（C）$2\,H_2O \rightarrow 2\,H_2 + O_2$。	2、4	2-1、4-1 4-2、4-3
8	學校辦理露營活動如果你被蜜蜂叮咬了產生紅腫刺痛，塗了一點氨水症狀就減輕了不少爲什麼？（A）氧化還原原理（B）酸鹼中和原理（C）稀釋反應。	4	4-1、4-2 4-4
9-1	酸雨是（A）酸性（B）鹼性（C）中性。	2、3	2-2、3-2 3-3
9-2	酸雨是何種廢氣溶在雨水中形成的（A）SO_2（B）Cl_2（C）NH_3。	2、3	2-2、3-2 3-3

四、晤談工具

本研究晤談工具之發展，是參考酸鹼鹽概念主題知識的敘述、專家概念圖、開放式紙筆試卷所發展，預試後再逐題分析，經過專家學者修訂後，成爲正式晤談工具。發展過程詳述如下：

（一）晤談題組設計：根據酸鹼鹽概念四大主題 1.電解質與解離說、2.酸與鹼的定義及性質、3.酸鹼的濃度與 pH 值、4.酸鹼中和即日常生活應用所設計；並從開放式問卷題目去發展晤談題組，預試晤談後，經專家學者修訂，成爲正式晤談題組，如附錄三。

（二）晤談用的圖卡和字卡（見附錄四）：根據主題設計不同的科學名詞字卡，如「電解質」、「非電解質」、「酸鹼中和」等，最主要是能激發學生對上課教材內容及實驗過程之印象。另研究者設計九張圖卡，圖卡一、圖卡二是要了解學生電解質與非電解質之區別與辨別不同物質導電情形；圖卡三是要了解學生對電解質解離後，在電解槽中離子運動情形；圖卡四、五、六最主要是探究學生對酸鹼性質是否了解，和對酸鹼指示劑之認識；圖卡七是要了解學生對酸鹼中和原理的認識；圖卡八、九爲酸鹼中和在生活上的應用、以及酸雨形成的原因和對環境的影響。

（三）晤談應注意事項

郭重吉（2000）提出晤談題目設計、晤談前準備工作、晤談進行應注意之事項如下：

1.晤談題目設計：從文獻及教學中找出訪談的重點，設計適合題目的事例晤談或事件晤談。

2.晤談前準備工作：先對學生進行預試，再修正晤談內容與技巧，晤談前先說明訪談目的，在輕鬆氣氛中開始進行晤談。

3.晤談者在晤談進行中注意事項：（1）隨時注意了解學生的概念，而非尋求答案，可交互運用封閉式與開放式問題；（2）在晤談中可針對學生的回答，如有必要請學生在補充說明先前的回答，以便了解學生心中的想法；（3）當學生提出意料之外的回答時，可以重述學生的解答，請其作進一步的解釋，但不要改變學生的用詞。

4.應注意學生回答：（1）學生回答時要有等待時間，若學生回答越來越短或等很久都不說話時，最好放棄；（2）當學生表示懷疑或猶豫不決時，應加以追問；（3）宜注意學生前後矛盾，並予以澄清。

5.轉錄注意事項：爲便於轉錄，對話時要指名所討論的卡片內容。

本研究晤談題組和圖卡、字卡設計完成後，依照上述晤談技術方式進行事例晤談，更能得知學生心中的想法，有助於了解學生有哪些另有概念及形成的原因。

五、研究工具的信度與效度

（一）信度：本研究之紙筆測驗和晤談工具，目的在於探索學生之另有概念與認知結構，不在於學生成就評量，也不在於發展測驗工具，因此只在於預試晤談後以作信度考驗。所有晤談情形，皆有錄音協助記錄，並有國中任教教師在旁參與，將有助於晤談資料分析的信度，研究者於 95 年 2 月 23 日預試晤談後請鄰近學校一位國中資深自然科老師進行晤談工具分析，來進行評分者百分比一致性的考驗，兩人在各分類另有概念項目中打勾劃記，以此作爲評分者信度，經預試結果平均

相互同意度爲 P＝0.87、信度爲 R＝0.95（見附錄五），顯示晤談題組信度高、屬客觀，可成爲正式晤談題組繼續進行。計算公式如下：

1.求相互同意值 Pi

$$Pi = \frac{2M}{N_1 + N_2}$$

M：兩人同意的項目數

N_1及N_2：每人應有的同意數

2.求平均相互同意值 P

$$P = \frac{\sum_{i=1}^{n}}{N}$$

N：相互比較次數

3.求信度 R

$$R = \frac{nP}{1 + [(n-1)P]}$$

n：評定員人數

（歐用生，1991）

NTTU Library

（二）效度：採取內容效度和專家效度，專家概念圖、開放式紙筆試卷和晤談工具都是根據國中各版本內容與教學目標編寫，並經過大學自然教育系教授及國中、高中自然科老師建議修改而成，半結構事例晤談之問題擬定，在晤談前與指導教授和資深國中自然科教師研商修改後以提高研究效度。

第三節 研究流程

本研究以「專家概念圖」及「開放式紙筆測驗」和「事例晤談」爲研究國三學生對酸鹼的另有概念形成的原因，及原、漢族國中生概念上的差異。研究歷程分三階段，第一階段是準備階段：擬定研究主題、建立專家概念圖、擬定開放式紙筆試卷；第二階段爲施測階段：開放式紙筆測驗預試、發展晤談工具、試驗性晤談、開放式紙筆測驗施測；第三階段是分析階段：資料整理分析、撰寫研究報告。研究流程如圖（3-2）所示：

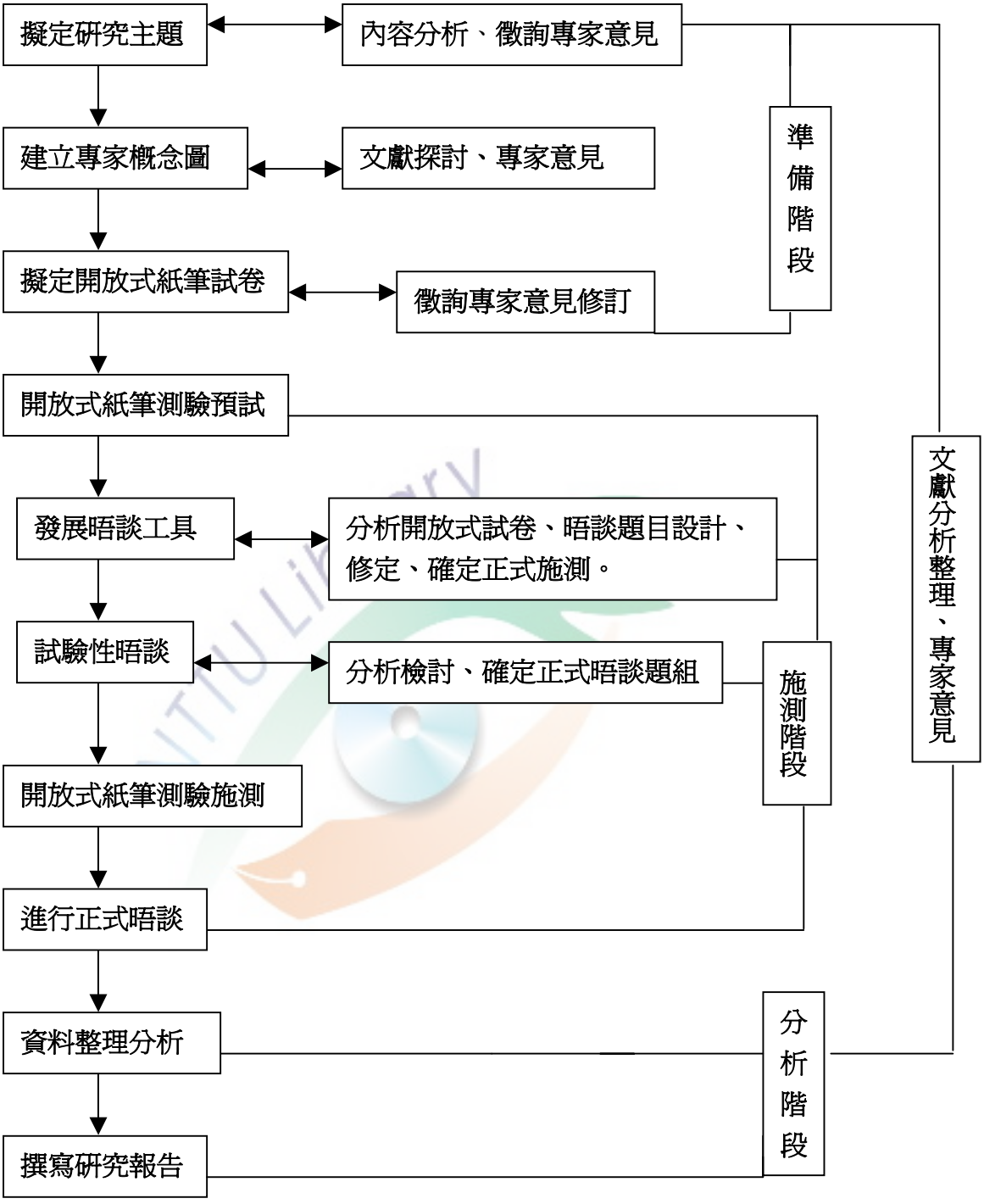

擬定研究主題
內容分析、徵詢專家意見
建立專家概念圖
文獻探討、專家意見
擬定開放式紙筆試卷
徵詢專家意見修訂
準備階段
開放式紙筆測驗預試
發展晤談工具
分析開放式試卷、晤談題目設計、修定、確定正式施測。
試驗性晤談
分析檢討、確定正式晤談題組
施測階段
開放式紙筆測驗施測
進行正式晤談
資料整理分析
分析階段
撰寫研究報告
文獻分析整理、專家意見

圖 3-2 研究流程圖

本研究根據流程圖，研究流程及架構分述如下：

一、擬定研究主題

根據研究者教學現場的經驗和所碰到的問題，想了解國中三年級學生酸鹼的另有概念，經和指導教授討論後擬定研究主題。

二、建立專家概念圖

參考現行所用教科書內容及國內外文獻，經國中自然科老師、專家學者建議修訂後，所繪製之概念圖。

三、擬定開放式紙筆試卷

依照研究者所設計的命題敘述及專家概念圖擬定開放式試卷，並經國 中自然科老師、專家學者建議修訂爲正式問卷，經施測後分析作爲發展晤談題目及選取晤談對象之參考。

四、發展晤談工具

根據國內外文獻、專家概念圖、開放式試卷擬定晤談題目，經和專家學者討論後修訂爲正式晤談工具。

五、進行試驗性晤談

分析開放式紙筆試卷，從中選取二位學生進行試驗性晤談，作爲修訂正式晤　談工具之參考。

六、進行正式紙筆試卷施測

依據修訂後之正式紙筆試卷對所選取的樣本進行施測，並分析學生的另有概念。

七、進行正式晤談

根據晤談工具所發展的題目內容，依序對選取的 20 位樣本編碼後進行正式個別晤談，並錄音分析得到學生的另有概念。

八、資料整理分析

分析開放式紙筆試卷結果，晤談資料轉譯成文字稿整理分析，撰寫出論文結論及建議。

第四節 資料整理與分析

本研究所得到的資料分成二部分，包括一、開放式紙筆測驗；二、事例晤談資料，將所蒐集的資料，經紀錄、轉譯、整理與分析過程如下：

一、開放式紙筆測驗分析

開放式紙筆測驗施測後，將受測學生試卷編碼，欄位有學生編號、學校編號、題號、族群編號、將資料逐一輸入 Excel 軟體，再利用 SPSS 統計軟體進行百分比一致性統計分析，比較原、漢族學生對酸鹼概念之差異性。並整理學生試題所回答的理由，經和概念分析表、專家概念圖分析比較，可得到學生對於酸鹼的各類概念，逐題的歸類做人數百分比的統計分析，比較原、漢族學生對酸鹼概念上之不同，探究出學生的另有概念，其結果作爲晤談參考資料。

二、晤談資料分析

1.首先依據學生晤談學校、族別、晤談順序編碼。晤談學校編碼順序：甲國中（海端鄉）、乙國中（鹿野鄉 1）、丙國中（鹿野鄉 2）、丁國中（延平鄉）、戊國中（卑南鄉）；族別編碼順序：A 代表非原住民學生、B 代表原住民學生；晤談順序編碼：01 代表第一位晤談學生、02 代表第二位晤談學生。例如：丁 A10，代表爲延平鄉丁國中第 10 位晤談學生。

2.將晤談錄音資料轉譯成文字資料，再和概念命題敘述與專家概念圖，比較分析晤談學生的心中想法，將每位晤談樣本逐題歸類，探究學生對酸鹼有哪些另有概念及形成的原因。

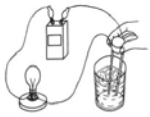
第四章 結果與討論

本章呈現受測國三學生酸鹼概念之研究結果與討論，共分成三節，第一節是開放式紙筆測驗結果分析與討論；第二節是晤談的結果分析與討論；第三節爲綜合討論。

第一節 開放式紙筆測驗結果分析與討論

開放式紙筆測驗包括：電解質與解離說、酸與鹼的性質、酸鹼的濃度與 pH 值、酸鹼中和等四個概念主題。研究者先逐題分析學生的選項列出百分比統計表，並進行百分比一致性卡方考驗分析結果，再對學生填答的理由歸類分析討論，本研究選取台東縣關山地區策略聯盟國中，爲甲、乙、丙、丁、戊五所國中，樣本人數爲 136 人。

第 1 題：現有各 0.5M 的（甲）蔗糖（乙）氫氧化鈉、（丙）鹽酸、（丁）硝酸鉀、（戊）酒精五種化合物。以下圖實驗裝置來檢驗水溶液的導電性，試問這五種化合物水溶液何者會使燈泡發亮？（A）甲、乙、丙（B）乙、丙、丁（C）丙、丁、戊。



重點說明：本題最主要是以實驗區別電解質與非電解質，並能了解酸、鹼、鹽的溶液爲電解質及導電的方式。

表 4-1-1 第 1 題原、漢族學生選項結果交叉統計表

選項＼原漢族		原住民	漢族	總和
A	個數	7	7	14
	群體%	8.3%	13.5%	10.2%
	總和%	5.1%	5.1%	
B*	個數	**69**	**40**	**109**
	群體%	**82.1%**	**76.9%**	**80.1%**
	總和%	**50.7%**	**29.4%**	
C	個數	8	5	13
	群體%	9.5%	9.6%	9.6%
	總和%	5.9%	3.7%	
總和	個數	84	52	136
	總和%	61.8%	38.2%	100%

＊表示正確答案

分析說明：從表 4-1-1 結果知道全體學生 136 名中，原住民學生答對率 50.7% 高於漢族學生答對率 29.4%。各族群分析，原住民學生群體中答對率爲 82.1% 亦高於漢族學生群體答對率 76.9%。以卡方考驗則顯示原漢學生間未達顯著差異($\chi^{2}_{(2)}$ =.930，p=.628＞.05)。

表 4-1-2 第 1 題學生回答理由

學生想法＼原漢族	原住民 N=84	漢族 N=52	總和 N=136	總和 百分比
1. 溶於水中能導電的物質爲電解質。	6（5）	6（6）	12	8.8%
2. 因爲只要物質能導電燈才會亮。	13	16	29	21.3%
3. 因爲物質不是電解質。	2	0	2	1.4%
4. 只有酸鹼性物質溶解水中才能導電。	6	4	10	7.4%
5. 實驗做過或上課老師講過。	21	3	24	17.7%
6. 猜的、個人感覺、不知所云。	21	12	33	24.2%
7. 未回答理由。	15	11	26	19.1%

註：方格內之數字表示回答該理由之人數；( ) 內的數字表示答案選項與理由皆正確之人數。

討論：從表 4-1-2 第 1 項學生想法發現只有 12 人（8.8%）能正確寫出溶於水中能導電的物質爲電解質，其中答案選項與理由皆正確之人數，原住民生中有 5

人、漢族生中有 6 人。另第 2 項 29 人（21.3%）學生認爲所有能導電的物質，溶在水中能使燈亮，誤認金屬溶於水中也能導電之想法值得釐清。第 3、4 項之理由對電解質定義不清楚，推論上錯誤。第 5 項有 24 人（17.7%）學生只憑記憶解釋理由，須更進一步探討心中想法。其中第 6、7 項共 59 人(43.3%)的學生填答猜的、個人感覺或未填理由，可見部分學生對電解質並不了解，值得更深入探究。

小結：表 4-1-1 第 1 題選擇 A、C 項錯誤答案人數總共 27 人，學生將蔗糖和酒精水溶液，誤認爲能導電之電解質，應將觀念釐清。另從表 4-1-2 學生填答理由中發現第 2、3、4 項學生存有另有概念。

第 2-1 題：下圖爲 0.5M 氯化鈉水溶液電解情形，試以解離說解釋該電解質在水溶液中導電情形？氯化鈉溶解於水，解離成帶電的離子，在溶液中（A）只有正離子（B）正、負離子都有（C）只有負離子。

重點說明：本題最主要是了解電解質溶在水中解離成正、負離子狀態。

表 4-1-3 第 2-1 題原、漢族學生選項結果交叉統計表

選項＼原漢族		原住民	漢族	總和
A	個數	9	8	17
	群體%	11.0%	15.7%	12.8%
	總和%	6.8%	6.0%	
B*	個數	**62**	**34**	**96**
	群體%	**75.6%**	**66.7%**	**72.2%**
	總和%	**46.6%**	**25.6%**	
C	個數	11	9	20
	群體%	13.4%	17.6%	15.1%
	總和%	8.3%	6.8%	
總和	個數	82	51	133
	總和%	61.7%	38.3%	100%

＊表示正確答案

分析說明：從表 4-1-3 結果知道全體學生 133 名中，原住民學生答對率 46.6% 高於漢族學生答對率 25.6%。各族群分析，原住民學生群體中答對率爲 75.6% 亦高於漢族學生群體答對率 66.7%。以卡方考驗則顯示原漢學生間未達顯著差異($\chi^2_{(2)}$ = 1.269，p = .530 > .05)。

表 4-1-4 第 2-1 題學生回答理由

原漢族 學生想法	原住民 N = 84	漢族 N = 52	總和 N = 136	總和 百分比
1. 電解質溶在水中解離成正、負離子。	12（12）	7（7）	19	14.0%
2. 只有解離出負離子。	6	3	9	6.6%
3. 解離後帶電量相似。	5	3	8	5.9%
4. 解離爲中和作用。	1	1	2	1.5%
5. 實驗做過或上課講過。	12	7	19	14.0%
6. 猜的、個人直覺。	27	19	46	33.8%
7. 未回答理由。	21	12	33	24.3%

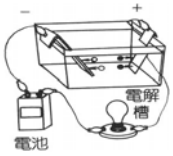
註：方格內之數字表示回答該理由之人數；( ) 內的數字表示答案選項與理由皆正確之人數。

討論：從表 4-1-4 第 1 項學生想法發現有 19 人（14.0%）能正確解釋電解質溶在水中解離成正、負離子，其中答案選項與理由皆正確之人數，原住民生中有 12 人、漢族生中有 7 人。第 2 項 9 人（6.6%）對解離說認識不清楚，只知道在水中解離成負離子。第 3 項 8 人（5.9%）認爲解離後帶電量相反，離子概念上不清楚。第 4 項 2 人（1.5%）科學概念上斷章取義、混淆不清。第 5 項 19 人（14.0%）只憑個人記憶實驗做過或上課聽過去解釋理由。第 6、7 項共有 79 人（58.1%）不知所云及空白未填答，顯示學生對於解離說之定義不清，有待加強。

小結：表 4-1-3 第 2 第 2-1 題選擇 A、C 項錯誤答案人數總共 37 人，學生對氯化鈉在水中，解離後正、負離子之概念不清楚。另從表 4-1-4 學生填答理由中發現第 2、3、4 項學生存有另有概念。

第 2-2 題：請你選出下圖氯化鈉溶解於水解離成帶電的離子，在溶液中鈉離子（○）和氯離子（●）在電解槽中通電後移動情形？

（A）○→ ●→ (B)○→ ←●（C）←○ ●→



重點說明：本題最主要是了解電解質水溶液通電時，正負離子移動情形。這些移動的離子，使溶液能夠導電。

表 4-1-5 第 2-2 題原、漢族學生選項結果交叉統計表

選項＼原漢族		原住民	漢族	總和
A	個數	4	7	11
	群體%	4.9%	14.3%	8.5%
	總和%	3.1%	5.4%	
B	個數	18	14	32
	群體%	22.2%	28.6%	24.6%
	總和%	13.8%	10.8%	
C*	個數	**59**	**28**	**87**
	群體%	**72.8%**	**57.1%**	**66.9%**
	總和%	**45.4%**	**21.5%**	
總和	個數	81	49	130
	總和%	62.3%	37.7%	100%

＊表示正確答案

分析說明：從表 4-1-5 結果知道全體學生 130 名中，原住民學生答對率 45.4% 高於漢族學生答對率 21.5%。各族群分析，原住民學生群體中答對率爲 72.8% 亦高於漢族學生群體答對率 57.1%。以卡方考驗則顯示原漢學生間未達顯著差異($\chi^2_{(2)}$ =4.777，p=.092＞.05)。

表 4-1-6 第 2-2 題學生回答理由

原漢族 學生想法	原住民 N＝84	漢族 N＝52	總和 N＝136	總和 百分比
1. 鈉離子向負極板移動，氯離子向正極板移動，溶液能夠導電。	20（18）	11（10）	31	22.8%
2. 鈉離子向正極板移動，氯離子向負極板移動。	8	5	13	9.6%
3. 異性電相吸、同性電相斥。	10	5	15	11.0%
4. 解離後往正負極兩邊跑才會平均。	6	3	9	6.6%
5. 實驗做過或上課講過。	13	4	17	12.5%
6. 猜的、個人直覺、不知所云。	16	19	35	25.7%
7. 未回答理由。	11	5	16	23.5%

註：方格內之數字表示回答該理由之人數；（ ）內的數字表示答案選項與理由皆正確之人數。

討論：從表 4-1-6 第 1 項學生想法發現有 31 人（22.8%）能正確解釋電解質溶在水中離子移動方向，答案選項與理由皆正確之人數，原住民學生中有 18 人、漢族學生中有 10 人。第 2 項 13 人（9.6%）對解離說離子移動方向，能導電的概念不清楚。第 3 項 15 人（11.0%）認爲離子移動爲異性電相吸、同性電相斥，對於基本粒子電子、離子概念上不清楚，以電學觀念去解釋離子移動方向。第 4 項 9 人（6.6%）科學概念上斷章取義、混淆不清。第 5 項 17 人（12.5%）只憑個人記憶實驗做過或上課聽過去解釋理由。第 6 項 35 人（25.7%）猜的、個人直覺或不知所云及第 8 項共有 16 人（23.5%）空白未填答，顯示老師在課程教學上有待加強解離說之定義。

小結：表 4-1-5 第 2 第 2-2 題選擇 A、B 項錯誤答案人數總共 43 人，學生將氯化鈉溶解於水解離成帶電的離子，通電後對正、負離子移動方向概念上不清楚，應對解離說觀念更進一步釐清。另從表 4-1-6 學生填答理由中發現第 2、3、4 項學生存有另有概念。

第 2-3 題：氯化鈉在水溶液中完全解離後，正離子與負離子的離子數比爲（A）1：1（B）1：2（C）2：1。

重點說明：本題最主要是了解電解質溶液完全解離後，正、負離子數比，正離

子所帶的電量，與負離子所帶的總電量恰好相等，所以溶液一定是電中性。

表 4-1-7 第 2-3 題原、漢族學生選項結果交叉統計表

選項＼原漢族		原住民	漢族	總和
A*	個數	**67**	**41**	**108**
	群體%	**80.7%**	**82.0%**	**81.2%**
	總和%	**50.4%**	**30.8%**	
B	個數	7	3	10
	群體%	8.4%	6.0%	7.6%
	總和%	5.3%	2.3%	
C	個數	9	6	15
	群體%	10.8%	12.0%	11.3%
	總和%	6.8%	4.5%	
總和	個數	83	50	133
	總和%	62.4%	37.6%	100%

＊表示正確答案

分析說明：從表 4-1-7 結果知道全體學生 133 名中，原住民學生答對率 50.4% 高於漢族學生答對率 30.8%。各族群分析，原住民學生群體中答對率爲 80.7% 低於漢族學生群體答對率 82.0%。以卡方考驗則顯示原漢學生間未達顯著差異 ($\chi^2_{(2)}$＝.289，p＝.865＞.05)。

表 4-1-8 第 2-3 題學生回答理由

學生想法＼原漢族	原住民 N＝84	漢族 N＝52	總和 N＝136	總和 百分比
1. 氯化鈉在水溶液中解離出一個帶正電鈉離子和一個帶負電氯離子，溶液保持電中性。	26（24）	14（14）	40	29.4%
2. 因氯化鈉自己會平衡。	10	7	17	12.5%
3. 因爲會均勻分散。	2	2	4	3.0%
4. 都一樣多因爲符合等比關係。	6	4	10	7.4%
5. 上課講過。	16	8	24	17.7%
6. 猜的、不知所云。	15	7	22	16.2%
7. 未回答理由。	9	10	19	14.0%

註：方格內之數字表示回答該理由之人數；( ) 內的數字表示答案選項與理由皆正確之人數。

討論：從 4-1-8 學生想法發現第 1 項中有 40 人（29.4%）的學生能正確解釋氯化鈉溶於水中離子數比，答案選項與理由皆正確之人數，原住民學生中有 24 人、漢族學生中有 14 人。另第 2 項 17 人（12.5%）認爲氯化鈉自己會平衡，想法值得釐清。第 3、4 項 14 人（10.4%）之理由對電解質定義不清楚，推論上錯誤。第 5 項有 24 人（17.7%）學生只憑記憶解釋理由須更進一步探討心中想法。其中第 6、7 項 41 人(30.2%)的學生填答猜的、個人感覺或未填理由，可見部分學生對電解質解離後，離子個數比之概念並不了解，值得更深入探究。

小結：從表 4-1-7 第 2-3 題選擇 B、C 項錯誤答案人數總共 25 人，學生將氯化鈉在水溶液中完全解離後，正離子與負離子的離子數比認爲是 1：2 或 2：1，對電解質解離後離子數比之概念上不清楚，應對此錯誤概念更進一步釐清。另從表 4-1-8 學生填答理由中發現第 2、3、4 項學生存有另有概念。

第 3-1 題：請將八種不同的物質溶於水中依酸鹼性分類：（甲）檸檬汁（乙）糖水（丙）氫氧化鈉溶液（丁）柳丁汁（戊）肥皂水（已）石灰水（庚）小蘇打水（辛）鹽水。何者是酸性物質？_____（填代號 2 個）。

重點說明：本題最主要是了解酸性溶液之性質及使用何種檢驗方式去區別。

表 4-1-9 第 3-1 題原、漢族學生選項結果交叉統計表

選項＼原漢族		原住民	漢族	總和
0	個數	9	12	21
	群體%	11.1%	23.1%	15.8%
	總和%	6.8%	9.0%	
1*	個數	**72**	**40**	**112**
	群體%	**88.9%**	**76.9%**	**84.2%**
	總和%	**54.1%**	**30.1%**	
總和	個數	81	52	133
	總和%	60.9%	39.1%	100%

＊表示正確答案（甲、丁）

分析說明：從表 4-1-9 結果知道全體學生 133 名中，原住民學生答對率 54.1% 高於漢族學生答對率 30.1%。各族群分析，原住民學生群體中答對率爲 88.9%

亦高於漢族學生群體答對率 76.9%。以卡方考驗則顯示原漢學生間未達顯著差異($\chi^2_{(2)}$ =3.410，p=.065>.05)。

第 3-2 題：請將八種不同的物質溶於水中依酸鹼性分類：（甲）檸檬汁（乙）糖水（丙）氫氧化鈉溶液（丁）柳丁汁（戊）肥皂水（已）石灰水（庚）小蘇打水（辛）鹽水。何者是鹼性物質？_____（填代號 4 個）。

重點說明：本題最主要是了解鹼性溶液之性質及使用何種檢驗方式去區別。

表 4-1-10 第 3-2 題原、漢族學生選項結果交叉統計表

選項＼原漢族		原住民	漢族	總和
0	個數	53	42	95
	群體%	65.4%	80.8%	71.4%
	總和%	39.8%	31.6%	
1*	個數	**28**	**10**	**38**
	群體%	**34.6%**	**19.2%**	**28.6%**
	總和%	**21.1%**	**7.5%**	
總和	個數	81	52	133
	總和%	60.9%	39.1%	100%

*表示正確答案（丙、戊、已、庚）

分析說明：從表 4-1-10 結果知道全體學生 133 名中，原住民學生答對率 21.1% 高於漢族學生答對率 7.5%。各族群分析，原住民學生群體中答對率爲 34.6%亦高於漢族學生群體答對率 19.2%。以卡方考驗則顯示原漢學生間未達顯著差異($\chi^2_{(2)}$ =3.650，p=.056>.05)。

第 3-3 題：請將八種不同的物質溶於水中依酸鹼性分類：（甲）檸檬汁（乙）糖水（丙）氫氧化鈉溶液（丁）柳丁汁（戊）肥皂水（已）石灰水（庚）小蘇打水（辛）鹽水。何者是中性物質？_____（填代號 2 個）。

重點說明：本題最主要是了解中性溶液之性質及使用何種檢驗方式去區別。

表 4-1-11 第 3-3 題原、漢族學生選項結果交叉統計表

選項＼原漢族		原住民	漢族	總和
0	個數	54	42	96
	群體%	66.7%	80.8%	72.2%
	總和%	40.6%	31.6%	
1*	個數	**27**	**10**	**37**
	群體%	**33.3%**	**19.2%**	**27.8%**
	總和%	**20.3%**	**7.5%**	
總和	個數	81	52	133
	總和%	60.9%	39.1%	100%

＊表示正確答案（乙、辛）

分析說明：從表 4-1-11 結果知道全體學生 133 名中，原住民學生答對率 20.3% 高於漢族學生答對率 7.5%。各族群分析，原住民學生群體中答對率爲 33.3%亦高於漢族學生群體答對率 19.2%。以卡方考驗則顯示原漢學生間未達顯著差異（$\chi^2_{(2)}=3.137$，p＝.077＞.05)。

表 4-1-12 第 3-1、3-2、3-3 題學生回答理由

學生想法＼原漢族	原住民 N＝84	漢族 N＝52	總和 N＝136	總和 百分比
1. 利用石蕊試紙檢驗，酸性用藍色石蕊試紙會變紅，鹼性用紅色石蕊試紙會變藍，利用紅、藍色石蕊試紙檢驗中性溶液不變色。酚酞試劑在酸中會呈現無色，在鹼中呈現紅色。	29（25）	19（13）	48	35.3%
2. 用視覺或味覺去判斷酸鹼物質。	6	3	9	6.6%
3. 酸就是很酸、中性是中等。	2	0	2	1.5%
4. 實驗做過或老師上課講過。	6	5	11	8.1%
5. 猜的、個人直覺、不知所云。	29	11	40	29.4%
6. 未回答理由。	12	14	26	19.1%

註：方格內之數字表示回答該理由之人數；（ ）內的數字表示答案選項與理由皆正確之人數。

討論：從表 4-1-12 學生想法第 1 項中發現有 48 人（35.3%）利用石蕊試紙去檢驗，能正確解釋八種不同的物質，溶於水中之酸鹼性分類。第 2 項 9 人（6.6%）用視覺或味覺去判斷酸鹼性，概念上不清楚。第 3 項 2 人（1.5%）科學概念上

斷章取義、混淆不清。第 4 項 11 人（8.1%）只憑個人記憶實驗做過或上課聽過去解釋理由。第 5、6 項共有 66 人（48.5%）不知所云及空白未填答，顯示老師在課程教學上，有待加強酸鹼物質之定義及如何辨別檢驗。

小結：表 4-1-9 第 3-1 題有 21 人填答錯誤答案，將糖水、氫氧化鈉溶液、肥皂水、石灰水、小蘇打水、鹽水誤認爲是酸性物質。表 4-1-10 第 3-2 題有高達 95 人填答錯誤答案，將檸檬汁、糖水、柳丁汁、鹽水誤認是鹼性物質。表 4-1-11 第 3-3 題有高達 96 人填答錯誤答案，將檸檬汁、柳丁汁、氫氧化鈉溶液、肥皂水、石灰水、小蘇打水誤認是中性物質，值得在教學現場的老師注意。另從表 4-1-12 中發現，學生回答理由項目中 2、3、項存有另有概念。

第 4-1 題：現有三支試管：甲.試管中溶液使紅色石蕊試紙呈藍色、乙.試管中溶液使酚酞試劑呈無色、丙.試管中溶液爲純水。請寫出甲、乙、丙三試管中液體的酸性、鹼性或中性？

重點說明：本題最主要是了解檢驗溶液酸鹼性之酸鹼指示劑，可以從酸鹼指示劑顏色的變化結果知道溶液的酸鹼性。

表 4-1-13 第 4-1 題原、漢族學生選項結果交叉統計表

選項＼原漢族		原住民	漢族	總和
0	個數	40	34	74
	群體%	52.6%	68.0%	58.7%
	總和%	31.7%	27.0%	
1*	個數	**36**	**16**	**52**
	群體%	**47.4%**	**32.0%**	**41.3%**
	總和%	**28.6%**	**12.7%**	
總和	個數	76	50	126
	總和%	60.3%	39.7%	100%

＊表示正確答案（甲試管鹼性；乙試管酸性；丙試管中性）

分析說明：從表 4-1-13 結果知道全體學生 126 名中，原住民學生答對率爲 28.6%高於漢族學生答對率 12.7%。各族群分析，原住民學生群體中答對率爲 47.4%亦高於漢族學生群體答對率 32.0%。以卡方考驗則顯示原漢學生間未達顯著差異($\chi^2_{(2)}=2.939$，$p=.086>.05$)。

表 4-1-14 第 4-1 題學生回答理由

原漢族 學生想法	原住民 N＝84	漢族 N＝52	總和 N＝136	總和 百分比
1. 紅色石蕊試紙呈藍色爲鹼性、酚酞試劑呈無色爲酸性、溶液純水爲中性。	27（27）	13（13）	40	29.4%
2. 看顏色來分辨。	3	2	5	3.68%
3. 常理判斷。	3	1	4	2.9%
4. 實驗做過或老師上課講過。	12	8	20	14.7%
5. 猜的、不知所云。	24	23	47	34.6%
6. 未回答理由。	15	5	20	14.7%

註：方格內之數字表示回答該理由之人數；（ ）內的數字表示答案選項與理由皆正確之人數。

討論：從表 4-1-14 學生想法發現第 1 項有 40 人（29.4%）能正確解釋三支試管的酸鹼性；其中原住民學生中選項與理由皆正確之人數有 27 人；漢族中有 13 人。第 2 項 5 人（3.68%）看顏色來分辨溶液的酸鹼性，可能受日常生活經驗直覺的影響。第 3 項 4 人（2.9%）無法從科學方法去辨別，只憑常理判斷。第 4 項 20 人（14.7%）只憑個人記憶實驗做過或上課聽過去解釋理由。第 5、6 項共有 67 人（49.3%）不知所云及空白未填答。顯示老師在課程教學上，宜加強酸鹼指示劑顏色的變化結果，從中辨別溶液的酸鹼性。

小結：從表 4-1-13 第 4-1 題填答錯誤答案人數總共 74 人，從酸鹼指示劑顏色的變化結果，知道溶液的酸鹼性，概念不清楚。另從表 4-1-14 學生回答理由可得到 2、3 項學生存有另有概念。

第 4-2 題：現有三支試管：甲.試管中溶液使紅色石蕊試紙呈藍色；乙.試管中溶液使酚酞試劑呈無色；丙.試管中溶液爲純水。請問：甲、乙、丙三試管中液體 pH 值的由大至小順序？（A）甲＞乙＞丙（B）甲＞丙＞乙（C）丙＞乙＞甲。

重點說明：本題最主要是了解能以 pH 值分辨酸性、中性及鹼性溶液的差異。

表 4-1-15 第 4-2 題原、漢族學生選項結果交叉統計表

選項＼原漢族		原住民	漢族	總和
A	個數	17	15	32
	群體%	22.1%	30.6%	25.4%
	總和%	13.5%	11.9%	
B*	個數	**44**	**26**	**70**
	群體%	**57.1%**	**53.1%**	**55.6%**
	總和%	**34.9%**	**20.6%**	
C	個數	16	8	24
	群體%	20.8%	16.3%	19.0%
	總和%	12.7%	6.3%	
總和	個數	77	49	126
	總和%	61.1%	38.9%	100%

＊表示正確答案

分析說明：從表 4-1-15 結果知道全體學生 126 名中，原住民學生答對率 34.9% 高於漢族學生答對率 20.6%。各族群分析，原住民學生群體中答對率爲 57.1% 亦高於漢族學生群體答對率 53.1%。以卡方考驗則顯示原漢學生間未達顯著差異($\chi^2_{(2)}$＝1.260，p＝.533＞.05)。

表 4-1-16 第 4-2 題學生回答理由

學生想法＼原漢族	原住民 N＝84	漢族 N＝52	總和 N＝136	總和 百分比
1. 甲爲鹼性、乙爲酸性、丙爲中性。因爲 pH＜7 酸性、pH＝7 中性、pH＞7 鹼性。	12（11）	5（5）	17	12.5%
2. 依照酸鹼濃度來區分。	2	1	3	2.2%
3. 酸性的 pH 最高、鹼性 pH 最低。	9	5	14	10.3%
4. 實驗做過、老師上課講過。	10	6	16	11.8%
5. 猜的、不知所云。	24	21	45	33.1%
6. 未回答理由。	27	14	41	30.1%

註：方格內之數字表示回答該理由之人數；( ) 內的數字表示答案選項與理由皆正確之人數。

討論：從學生想法發現第 1 項中有 17 人（12.5%）能正確解釋甲爲 pH＞7、乙爲 pH＜7、丙爲 pH＝7，其中原住民學生中選項與理由皆正確之人數有 11 人；漢族中有 5 人。第 2 項 3 人（2.2%）依照濃度來區分酸鹼性，在科學概念學習

上誤解。第 3 項 14 人（10.3%）誤認爲酸性的 pH 最高、鹼性 pH 最低，概念上不清楚。第 4 項 16 人（11.8%）受到做實驗和教師教學的影響，只憑個人記憶去解釋理由。第 5 項、6 項共 86 人（63.2%）不知所云及空白未填答，顯示老師在課程教學上，宜加強從 pH 值分辨酸性、中性及鹼性溶液的差異性。

小結：表 4-1-15 第 4-2 題選擇 A、C 項錯誤答案人數總共 56 人，對溶液的酸、鹼性及 pH 值大小的概念不清楚。另從表 4-1-16 第 4-2 題學生回答理由可得到 2、3 項學生存有另有概念。

5-1 題：所謂 pH 值表示水溶液的_____性。與何種離子濃度有關？答：_____。

重點說明：本題最主要是了解pH值定義，可以知道pH值表示H^+的濃度。

表 4-1-17 第 5-1 題原、漢族學生選項結果交叉統計表

選項＼原漢族		原住民	漢族	總和
0	個數	57	37	94
	群體%	76.0%	75.5%	75.8%
	總和%	46.0%	29.8%	
1*	個數	**18**	**12**	**30**
	群體%	**24.0%**	**24.5%**	**24.2%**
	總和%	**14.5%**	**9.7%**	
總和	個數	75	49	124
	總和%	60.5%	39.5%	100%

＊表示正確答案（pH值表示水溶液的 酸鹼 性。與H^+濃度有關）。

分析說明：從表 4-1-17 結果知道全體學生 124 名中，原住民學生答對率 14.5% 高於漢族學生答對率 9.7%。各族群分析，原住民學生群體中答對率爲 24.0%略低於漢族學生群體答對率 24.5%。以卡方考驗則顯示原漢學生間未達顯著差異（$\chi^2_{(2)}=.004$，$p=.950>.05$）。

表 4-1-18 第 5-1 題學生回答理由

原漢族 學生想法	原住民 N＝84	漢族 N＝52	總和 N＝136	總和 百分比
1. pH 值表示水溶液的酸鹼性，和水溶液中氫離子濃度有關。	14（12）	10（7）	24	17.7%
2. pH 值表示水溶液的酸鹼性，和水溶液中氫氧根離子濃度有關。	13	10	23	16.9%
3. pH 值表示水溶液的鹼性，和水溶液中氫離子濃度有關。	5	5	6	4.4%
4. pH 值表示水溶液的中性，和水溶液中氫離子濃度有關。	12	8	9	6.6%
5. pH 值表示水溶液的酸鹼性，和水溶液中氫氧根離子濃度有關。	11	7	18	13.2%
6. pH 值表示水溶液的酸性，和水溶液中氫離子濃度有關。	15	6	21	15.5%
7. 猜的、不知所云。	6	3	9	6.6%
8. 未回答理由。	8	3	11	8.1%

註：方格內之數字表示回答該理由之人數；( ) 內的數字表示答案選項與理由皆正確之人數。

討論：從表 4-1-18 學生想法發現第 1 項中有 24 人（17.7%）能完整正確解釋 pH 值的定義，其中原住民學生中選項與理由皆正確之人數有 12 人；漢族中有 7 人。第 2 項 23 人（16.9%）；3 項 6 人（4.4%）；4 項 9 人（6.6%）；5 項 18 人（13.2%）；6 項 21 人（15.5%）對 pH 值的定義概念上不清楚。第 7、8 項共 20 人（14.7%）不知所云，未回答理由。老師在課程教學上有待加強 pH 值定義。

小結：表 4-1-17 第 5-1 題填答錯誤答案人數總共 94 人，對 pH 值的定義概念不清楚。另從表 4-1-18 學生回答理由可發現 2、3、4、5、6 項學生存有另有概念。

第 5-2 題：甲是氯化鈉溶液，乙是碳酸氫鈉溶液，丙是醋酸溶液，其〔OH^-〕由大而小依序爲（A）乙＞甲＞丙（B）甲＞丙＞乙（C）丙＞乙＞甲。

重點說明：本題最主要是了解能以〔H^+〕及〔OH^-〕分辨酸性、中性及鹼性溶液的差異。

表 4-1-19 第 5-2 題原、漢族學生選項結果交叉統計表

選項＼原漢族		原住民	漢族	總和
A*	個數	**20**	**18**	**38**
	群體%	**28.2%**	**36.7%**	**31.7%**
	總和%	**16.7%**	**15.0%**	
B	個數	20	12	32
	群體%	28.2%	24.5%	26.7%
	總和%	16.7%	10.0%	
C	個數	31	19	50
	群體%	43.7%	38.8%	41.6%
	總和%	25.8%	15.8%	
總和	個數	71	49	120
	總和%	59.2%	40.8%	100%

＊表示正確答案

分析說明：從表 4-1-19 結果知道全體學生 120 名中，原住民學生答對率 16.7% 高於漢族學生答對率 15.0%。各族群分析，原住民學生群體中答對率爲 28.2% 低於漢族學生群體答對率 36.7%。以卡方考驗則顯示原漢學生間未達顯著差異 ($\chi^{2}_{(2)}$=.958，p=.611＞.05)。

表 4-1-20 第 5-2 題學生回答理由

學生想法＼原漢族	原住民 N＝84	漢族 N＝52	總和 N＝136	總和 百分比
1. 碳酸氫鈉爲鹼性〔OH^-〕最大；氯化鈉爲中性〔OH^-〕=〔H^+〕；醋酸爲酸性〔OH^-〕最小。	10（10）	3（3）	13	9.9%
2. 氯化鈉溶液〔OH^-〕最大；碳酸氫鈉溶液〔OH^-〕最小。	13	4	17	12.5%
3. 醋酸〔OH^-〕最大；氯化鈉溶液爲中性〔OH^-〕最小。	10	5	15	11.0%
4. 實驗做過或老師上課講過。	19	13	32	25.3%
5. 猜的、不知所云。	23	18	41	30.2%
6. 未回答理由	9	9	18	13.2%

註：方格內之數字表示回答該理由之人數；( ) 內的數字表示答案選項與理由皆正確之人數。

討論：從表 4-1-20 學生想法發現第 1 項中有有 13 人（9.5%）能正確解釋，其中原住民學生中選項與理由皆正確之人數有 10 人；漢族中有 3 人。第 2 項 17 人（12.5%）、第 3 項 15 人（11.0%）對酸鹼化合物水溶液中〔H^+〕及〔OH^-〕概念上不清楚，認爲三種溶液中氯化鈉溶液〔OH^-〕最大；醋酸溶液中〔OH^-〕最多。第 4 項 32 人（25.3%）只憑個人記憶實驗做過或上課講過去推測答案。第 5 項 41 人（30.2%）科學概念上混淆不清，只填答猜的、不知所云。第 6 項 18 人（13.2%）未回答理由。

小結：表 4-1-19 第 5-2 題選擇 B、C 答案人數總共 82 人，對酸鹼離子濃度概念不清楚。另從表 4-1-20 學生回答理由可發現 2、3 項學生存有另有概念。

第 6-1 題：在純水中加入以下溶質請比較溶液中，〔H^+〕與〔OH^-〕之關係和判斷水溶液呈酸性、中性或鹼性。

（1）加入氯化鈉：〔H^+〕____〔OH^-〕（填＞、＝、＜）水溶液呈_____性。

重點說明：本題最主要是了解加入中性溶質比較〔H^+〕、〔OH^-〕之大小關係及溶液爲酸性、中性或鹼性。

表 4-1-21 第 6-1 題原、漢族學生選項結果交叉統計表

選項＼原漢族		原住民	漢族	總和
0	個數	54	42	96
	群體%	73.0%	82.4%	76.8%
	總和%	43.2%	33.6%	
1*	個數	**20**	**9**	**29**
	群體%	**27.0%**	**17.6%**	**23.2%**
	總和%	**16.0%**	**7.2%**	
總和	個數	74	51	125
	總和%	59.2%	40.8%	100%

＊表示正確答案（在純水中加入氯化鈉：〔H^+〕＝〔OH^-〕水溶液呈中性）。

分析說明：從表 4-1-21 結果知道全體學生 125 名中，原住民學生答對率 16.0% 高於漢族學生答對率 7.2%。各族群分析，原住民學生群體中答對率爲 27.0%亦高於漢族學生群體答對率 17.6%。以卡方考驗則顯示原漢學生間未達顯著差異（$\chi^2_{(2)}=1.491$，$p=.222>.05$）。

第 6-2 題：在純水中加入以下溶質請比較溶液中，〔H^+〕與〔OH^-〕之關係和判斷水溶液呈酸性、中性或鹼性。

（1）加入硝酸：〔H^+〕____〔OH^-〕（填＞、＝、＜）水溶液呈_____性。

重點說明：本題最主要是了解加入酸性溶質比較〔H^+〕、〔OH^-〕之大 小關係及溶液爲酸性、中性或鹼性。

表 4-1-22 第 6-2 題原、漢族學生選項結果交叉統計表

選項＼原漢族		原住民	漢族	總和
0	個數	53	29	82
	群體%	71.6%	56.9%	65.6%
	總和%	42.4%	23.2%	
1*	個數	**21**	**22**	**43**
	群體%	**28.4%**	**43.1%**	**34.4%**
	總和%	**16.8%**	**17.6%**	
總和	個 數	74	51	125
	總和%	59.2%	40.8%	100%

＊表示正確答案（在純水中加入硝酸：〔H^+〕＞〔OH^-〕，水溶液呈酸性）

分析說明：從表 4-1-22 結果知道全體學生 125 名中，原住民學生答對率 16.8%低於漢族學生答對率 17.6%。各族群分析，原住民學生群體中答對率爲 28.4%低於漢族學生群體答對率 43.1%。以卡方考驗則顯示原漢學生間未達顯著差異（$\chi^2_{(2)}$＝2.914，p＝.088＞.05)。

第 6-3 題：在純水中加入以下溶質請比較溶液中，〔H^+〕與〔OH^-〕之關係和判斷水溶液呈酸性、中性或鹼性。

（1）加入氨：〔H^+〕____〔OH^-〕（填＞、＝、＜）水溶液呈_____性。

重點說明：本題最主要是了解加入鹼性溶質比較〔H^+〕、〔OH^-〕之大小關係及溶液會呈現酸性、中性或鹼性。

表 4-1-23 第 6-3 題原、漢族學生選項結果交叉統計表

選項＼原漢族		原住民	漢族	總和
0	個數	56	36	92
	群體%	75.7%	70.6%	73.6%
	總和%	44.8%	28.8%	
1*	個數	**18**	**15**	**33**
	群體%	**24.3%**	**29.4%**	**26.4%**
	總和%	**14.4%**	**12.0%**	
總和	個數	74	51	125
	總和%	59.2%	40.8%	100%

＊表示正確答案（在純水中加入氨：〔H^+〕＜〔OH^-〕；水溶液呈鹼性）

分析說明：從表 4-1-23 結果知道全體學生 125 名中，原住民學生答對率 14.4% 高於漢族學生答對率 12.0%。各族群分析，原住民學生群體中答對率爲 24.3% 低於漢族學生群體答對率 29.4%。以卡方考驗則顯示原漢學生間未達顯著差異（$\chi^2_{(2)}=.402$，$p=.542>.05$）。

表 4-1-24 第 6-1、6-2、6-3 題學生回答理由

學生想法＼原漢族	原住民 N＝84	漢族 N＝52	總和 N＝136	總和 百分比
1. 氯化鈉爲中性〔H^+〕＝〔OH^-〕水溶液呈中性；硝酸爲酸性〔H^+〕＞〔OH^-〕水溶液呈酸性；氨爲鹼性〔H^+〕＜〔OH^-〕水溶液呈鹼性。	6（6）	3（3）	9	6.6%
2. 用廣用試紙呈現不同顏色，看 pH 值數字去判斷。	2	2	4	3.0%
3. 加入酸、鹼H^+與OH^-產生變化。	7	5	12	8.8%
4. 加入氯化鈉爲鹼性所以大於酸。	3	3	6	4.4%
5. 實驗做過或老師上課講過。	10	8	18	13.2%
6. 猜的、個人直覺。	30	16	46	33.8%
7. 未回答理由。	26	15	41	30.2%

註：方格內之數字表示回答該理由之人數；（）內的數字表示答案選項與理由皆正確之人數。

討論：從表 4-1-24 學生想法發現第 1 項中只有 9 人（6.6％）能正確解釋氯化鈉、硝酸、氨加入純水中，判斷水溶液之酸鹼性。第 2 項 4 人（3.0％）對〔H^+〕、〔OH^-〕之大小關係不清楚，只知道用廣用試紙呈現不同顏色去判斷或以pH值數字去判斷。第 3 項 12 人（8.8％）對題目無法解釋清楚，概念上不清楚。第 4 項 6 人（4.4％）認爲氯化鈉爲鹼性。第 5 項 18 人（13.2％）只憑個人記憶實驗做過或上課聽過去解釋理由。第 6、7 項共有 87 人（64％）不知所云及空白未填答，有必要老師在課程教學上，加強離子濃度之定義。

小結：表 4-1-21 第 6-1 題有 96 人填答錯誤答案，如：在純水中加入氯化鈉：〔H^+〕＞〔OH^-〕水溶液呈鹼性；在純水中加入氯化鈉：〔H^+〕＜〔OH^-〕水溶液呈酸性等。表 4-1-22 第 6-2 題有 82 人填答錯誤答案，如：在純水中加入硝酸：〔H^+〕＝〔OH^-〕，水溶液呈中性；在純水中加入硝酸：〔H^+〕＜〔OH^-〕，水溶液呈鹼性等。表 4-1-23 第 6-3 題有 92 人填答錯誤答案，如：在純水中加入氨：〔H^+〕＞〔OH^-〕，水溶液呈酸性；在純水中加入氨：〔H^+〕＝〔OH^-〕，水溶液呈中性等。大部分學生對於加入氯化鈉、硝酸、氨和〔H^+〕、〔OH^-〕之關係混淆不清。另從表 4-1-24 中發現，學生回答理由項目中 2、3、4 項存有另有概念。

第 7-1 題： 小華在實驗室做酸鹼滴定中和實驗如圖，在滴定管甲中倒入 1M 100mL 的鹽酸（HCl）溶液，在錐形瓶乙中倒入 1M 100mL 的氫氧化鈉（NaOH）溶液，並加入酚酞在氫氧化鈉溶液中當做指示劑，請回答下列問題：

（1） 由以上實驗可了解酸鹼中和反應是？（A）吸熱（B）放熱（C）不作用。

重點說明：本題最主要是了解酸鹼中和反應是放熱反應使溫度升高。

表 4-1-25 第 7-1 題原、漢族學生選項結果交叉統計表

選項＼原漢族		原住民	漢族	總和
A	個數	14	13	27
	群體%	18.9%	25.5%	21.6%
	總和%	11.2%	10.4%	
B*	個數	**56**	**27**	**83**
	群體%	**75.7%**	**52.9%**	**66.4%**
	總和%	**44.8%**	**21.6%**	
C	個數	4	11	15
	群體%	5.4%	21.6%	12.0%
	總和%	3.2%	8.8%	
總和	個數	74	51	125
	總和%	59.2%	40.8%	100%

＊表示正確答案

分析說明：從表 4-1-25 結果知道全體學生 125 名中，原住民學生答對率 44.8% 高於漢族學生答對率 21.6%。各族群分析，原住民學生群體中答對率爲 75.7% 亦高於漢族學生群體答對率 52.9%。以卡方考驗則顯示原漢學生間達顯著差異 ($\chi^2_{(2)}=9.527$，$p=.009<.05$)。

表 4-1-26 第 7- 1 題學生回答理由

學生想法＼原漢族	原住民 N＝84	漢族 N＝52	總和 N＝136	總和 百分比
1. 放熱反應，溫度會明顯上升。	10（10）	4（4）	14	10.3%
2. 會放出不同能量。	3	1	4	2.9%
3. 可得鹽類化合物。	2	0	2	11.0%
4. 課本得到的。	2	1	3	1.5%
5. 吸熱才會酸鹼中和。	4	1	5	3.7%
6. 實驗做過、老師上課講過。	10	8	18	13.2%
7. 猜的、不知所云。	29	23	52	38.2%
8. 未回答理由。	24	14	38	27.9%

註：方格內之數字表示回答該理由之人數；( ) 內的數字表示答案選項與理由皆正確之人數。

討論：從表 4-1-26 第 1 項學生想法發現有 14 人（10.3%）能正確解釋酸鹼中和

反應是放熱反應使溫度升高，其中原住民學生中選項與理由皆正確之人數有 10 人；漢族中有 4 人。第 2 項 4 人（2.9%）從能量觀點解釋，但沒有進一步說明放出何種能量。第 3 項、5 項共 7 人對題目之原意概念上不清楚。第 4 項 3 人（1.5%）從課本知識得到答案。第 6 項 18 人（13.2%）只憑個人記憶實驗做過或上課聽老師講過，無法正確去解釋理由。第 7、8 項共有 90 人（66.1%）不知所云及空白未填答，宜老師在課程教學上加強放熱反應之定義及現象。

小結：表 4-1-25 第 7- 1 題選擇 A、C 項錯誤答案人數總共 42 人，學生認爲酸鹼中和反應過程中，是吸熱反應或不作用。教師應該指導酸鹼中和實驗時，應讓學生仔細觀察並作紀錄，以利釐清科學概念上的不清楚。另從表 4-1-26 學生回答理由可得到 2、3、4、5 項學生存有另有概念。

第 7-2 題： 酚酞指示劑在此酸鹼滴定中和反應過程中，最後滴定終了顏色如何變化？（A）無色變成粉紅色（B）粉紅色變成無色（C）無色變成藍色。

重點說明：本題最主要是了解酸鹼中和反應中加入酚酞指示劑的作用是什麼？及在不同 pH 值時顏色變色的範圍。

表 4-1-27 第 7-2 題原、漢族學生選項結果交叉統計表

選項＼原漢族		原住民	漢族	總和
A	個數	23	17	40
	群體%	31.9%	34.0%	32.8%
	總和%	18.9%	13.9%	
B*	個數	**34**	**20**	**54**
	群體%	**47.2%**	**40.0%**	**44.3%**
	總和%	**27.9%**	**16.4%**	
C	個數	15	13	28
	群體%	20.8%	26.0%	23.0%
	總和%	12.3%	10.7%	
總和	個數	72	50	122
	總和%	59.0%	41.0%	100%

＊表示正確答案

分析說明：從表 4-1-27 結果知道全體學生 122 名中，原住民學生答對率 27.9% 高於漢族學生答對率 16.4%。各族群分析，原住民學生群體中答對率爲 47.2% 亦高於漢族學生群體答對率 40.0%。以卡方考驗則顯示原漢學生間未達顯著差異($\chi^2_{(2)}$ =0.729，p=.695>.05)。

表 4-1-28 第 7-2 題學生回答理由

原漢族 學生想法	原住民 N=84	漢族 N=52	總和 N=136	總和 百分比
1. 加酚酞目的是從顏色變化檢驗酸鹼中和是否到達終點。	10（9）	5（5）	15	11.0%
2. 檢驗是否爲酸性。	5	4	9	6.6%
3. 檢驗是否爲鹼性。	6	5	11	8.1%
4. 基本常識。	5	3	8	5.9%
5. 實驗做過、老師上課講過。	12	8	20	14.7%
6. 猜的、不知所云。	24	13	37	34.6%
7. 未回答理由。	16	11	27	19.9%

註：方格內之數字表示回答該理由之人數；( ) 內的數字表示答案選項與理由皆正確之人數。

討論：從表 4-1-27 第 1 項學生回答理由中發現有 15 人（11.0%）能正確解釋加酚酞試劑之目的，其中原住民學生中選項與理由皆正確之人數有 9 人；漢族中有 5 人。第 2 項 9 人（6.6%）及第 3 項 11 人（8.1%）認爲檢驗酸性或鹼性，解釋上不清楚。第 4 項 8 人（5.9%）認爲是基本常識，對指示劑之概念認識不清楚。第 5 項 20 人（14.7%）解釋實驗做過或上課教過，只憑個人記憶去解釋理由。第 6、7 項共有 64 人（54.5%）不知所云及空白未填答，老師在教學上有待加強指示劑的種類及用途。

小結：表 4-1-26 第 7-2 題選擇 A、C 項錯誤答案人數總共 68 人，學生認爲酸鹼中和反應過程中，顏色變化是無色變成粉紅色和無色變成藍色，教師應加強學生從指示劑顏色變化，去判斷反應之終點。另從表 4-1-28 學生回答理由可得到 2、3 項學生存有另有概念。

第 7-3 題：酸鹼中和反應實驗最後的生成物，經蒸發後可得到什麼鹽類化合物？

（A）NaOH（B）H_2O（C）NaCl。

重點說明：本題最主要是了解酸鹼中和反應最後的生成物爲鹽和水。

表 4-1-29 第 7-3 題原、漢族學生選項結果交叉統計表

選項＼原漢族		原住民	漢族	總和
A	個數	14	12	26
	群體%	20.0%	24.0%	21.7%
	總和%	11.7%	10.0%	
B	個數	14	10	24
	群體%	20.0%	20.0%	20.0%
	總和%	11.7%	8.3%	
C*	個數	**42**	**28**	**70**
	群體%	**60.0%**	**56.0%**	**58.3%**
	總和%	**35.0%**	**23.3%**	
總和	個數	70	50	120
	總和%	58.3%	41.7%	100%

＊表示正確答案

分析說明：從表 4-1-29 結果知道全體學生 120 名中，原住民學生答對率 35.0% 高於漢族學生答對率 23.3%。各族群分析，原住民學生群體中答對率爲 60.0% 亦高於漢族學生群體答對率 56.0%。以卡方考驗則顯示原漢學生間未達顯著差異($\chi^2_{(2)}=0.295$，$p=.863>.05$)。

表 4-1-30 第 7-3 題學生回答理由

學生想法＼原漢族	原住民 N＝84	漢族 N＝52	總和 N＝136	總和 百分比
1.酸鹼中和反應後產物爲氯化鈉。	5（5）	6（6）	11	8.1%
2.變爲鹼性的物質。	5	3	8	5.9%
3.變爲酸性的物質。	4	3	7	5.2%
4.實驗做過、上課講過。	10	8	18	13.2%
5.猜的、個人直覺、不知所云。	34	21	55	40.5%
6.未回答理由。	26	11	37	27.2%

註：方格內之數字表示回答該理由之人數；（）內的數字表示答案選項與理由皆正確之人數。

討論：從表 4-1-29 第 1 項學生想法發現有 11 人（8.1%），能正確解釋酸鹼中和反應後產物經蒸發去水後得氯化鈉，其中原住民學生中選項與理由皆正確之人數有 5 人；漢族中 6 人。第 2 項 8 人（5.9%）及第 3 項 7 人（5.2%）認爲產物是鹼性及中性物質，無法將化合物名稱寫出。第 4 項 18 人（13.2%）只憑個人記憶實驗做過或上課聽過去解釋理由，值得商榷。第 5、6 項共有 92 人（67.7%）不知所云及空白未填答，老師在課程教學上待加強酸鹼中和原理。

小結：表 4-1-28 第 7-3 題選擇A、B項錯誤答案人數總共 50 人，學生認爲酸鹼中和反應實驗最後的生成物，經蒸發後可得到NaOH、H_2O，對該實驗化學反應後的產物，概念上有待釐清。另從表 4-1-30 學生回答理由可得到 2、3 項學生存有另有概念。

第 7-4 題：請問上述實驗，下列哪一項是酸鹼中和反應的反應式？（A）$H^+ + OH^- \rightarrow H_2O$（B）$H_2O \rightarrow H^+ + OH^-$（C）$2H_2O \rightarrow 2H_2 + O_2$。

重點說明：本題最重要是認知酸鹼中和作用是酸中H^+和鹼中OH^-作用生成H_2O。

表 4-1-31 第 7-4 題原、漢族學生選項結果交叉統計表

選項＼原漢族		原住民	漢族	總和
A*	個數	**26**	**19**	**45**
	群體%	**42.6%**	**38.8%**	**40.9%**
	總和%	**23.6%**	**17.3%**	
B	個數	19	15	34
	群體%	31.1%	30.6%	30.9%
	總和%	17.3%	13.6%	
C	個數	16	15	31
	群體%	26.2%	30.6%	28.1%
	總和%	14.5%	13.6%	
總和	個數	61	49	110
	總和%	55.5%	44.5%	100%

＊表示正確答案

分析說明：從表 4-1-31 結果知道全體學生 110 名中，原住民學生答對率 23.6%

高於漢族學生答對率 17.3%。各族群分析，原住民學生群體中答對率爲 42.6% 亦高於漢族學生群體答對率 38.8%。以卡方考驗則顯示原漢學生間未達顯著差異($\chi^2_{(2)}=0.286$，$p=.867>.05$)。

表 4-1-32 第 7-4 題學生回答理由

原漢族 學生想法	原住民 N＝84	漢族 N＝52	總和 N＝136	總和 百分比
1. 酸中的H^+與鹼中的OH^-作用生成水。	6（5）	4（4）	10	7.4%
2. 因爲水爲中性。	1	3	4	2.9%
3. 酸鹼中和去掉一些元素。	1	3	4	2.9%
4. 上課老師講過、從課本知道。	8	5	13	9.6%
5. 猜的、個人直覺、不知所云。	38	27	65	47.8%
6. 未回答理由。	30	10	40	29.4%

註：方格內之數字表示回答該理由之人數；（ ）內的數字表示答案選項與理由皆正確之人數。

討論：從表 4-1-32 第 1 項學生想法發現有 10 人（7.4%）能正確解釋酸鹼中和離子反應式爲酸中的H^+與鹼中的OH^-作用生成水；其中原住民學生中選項與理由皆正確之人數只有 5 人；漢族中 4 人。第 2 項共 4 人（2.9%）、第 3 項 4 人（2.9%）對酸鹼中和離子反應概念上不清楚。第 4 項 13 人（9.6%）只憑個人記憶，上課聽過；從課本知道去解釋理由。第 7、8 項共有高達 105 人（77.2% ）寫猜的、不知所云及空白未填答，老師在課程教學上有待加強酸鹼定義及離子模型，並讓學生能了解中和作用是H^+和OH^-作用。

小結：表 4-1-31 第 7-4 題選擇B、C項錯誤答案人數總共 65 人，學生認爲酸鹼中和反應是水的解離$H_2O\rightarrow H^+ + OH^-$和水的電解 $2H_2O\rightarrow 2H_2 + O_2$反應，在化學反應概念上有待釐清。另從表 4-1-32 學生回答理由可得到 2、3 項學生存有另有概念。

第 8 題：學校辦理露營活動如果你被蜜蜂叮了產生紅腫刺痛，塗了一點氨水症

狀就減輕了不少，爲什麼？（A）氧化還原原理（B）酸鹼中和原理（C）稀釋反應。

重點說明：本題最重要是認知酸鹼中和作用的原理在生活上的應用。

表 4-1-33 第 8 題原、漢族學生選項結果交叉統計表

選項＼原漢族		原住民	漢族	總和
A	個數	8	5	13
	群體%	11.3%	9.8%	10.7%
	總和%	6.6%	4.1%	
B*	個數	**57**	**37**	**94**
	群體%	**80.3%**	**72.5%**	**77.0%**
	總和%	**46.7%**	**30.3%**	
C	個數	6	9	15
	群體%	8.5%	17.6%	12.3%
	總和%	4.9%	7.4%	
總和	個數	71	51	122
	總和%	58.2%	41.8%	100%

＊表示正確答案

分析說明：從表 4-1-33 結果知道全體學生 122 名中，原住民學生答對率 46.7% 高於漢族學生答對率 30.3%。各族群分析，原住民學生群體中答對率爲 80.3% 亦高於漢族學生群體答對率 72.5%。以卡方考驗則顯示原漢學生間未達顯著差異($\chi^2_{(2)}$＝2.332，p＝.312＞.05)。

表 4-1-34 第 8 題學生回答理由

學生想法＼原漢族	原住民 N＝84	漢族 N＝52	總和 N＝136	總和 百分比
1. 蜜蜂分泌酸性物質；氨水爲鹼性，應用酸鹼中和原理。	11（11）	9（9）	20（20）	14.7%
2. 氨水有稀釋作用。	0	1	1	0.7%
3. 是應用氧化還原原理。	1	0	1	0.7%
4. 是基本常識。	3	5	8	5.9%
5. 上課老師講過、從課本知道。	13	11	24	17.7%
6 猜的、個人直覺、不知所云。	27	14	41	30.1%
7 未回答理由。	29	12	41	30.1%

註：方格內之數字表示回答該理由之人數；( ) 內的數字表示答案選項與理由皆正確之人數。

討論：從學生想法發現第 1 項中只有 20 人（14.7%）能正確解釋被蜜蜂叮了產生紅腫刺痛，塗了一點氨水症狀就減輕了不少的原因，其中原住民學生中選項與理由皆正確之人數有 11 人；漢族中有 9 人。第 2 項及第 3 項各 1 人對酸鹼中和原理認識不清楚，只知道氨水有稀釋作用，和利用氧化還原原理去解釋，產生概念上的錯誤。第 4 項 8 人（5.9%）受生活經驗的影響認爲是基本常識。第 5 項 24 人（17.7%）只憑個人記憶，上課聽過或從課本知道去解釋理由。第 6 項、7 項共有 82 人（60.2%），不知所云及空白未填答，教學上應多舉例說明酸鹼中和原理在生活上的應用。

小結：表 4-1-33 第 8 題選擇 A、C 項錯誤答案人數總共 28 人，學生認爲塗氨水症狀就減輕了，是氧化還原反應和稀釋作用，學生將不同的反應及現象混淆在一起，應建立學生在化學反應概念上正確的認知。從表 4-1-34 學生回答理由可得到 2、3 項學生存有另有概念。

第 9-1 題：酸雨是（A）酸性（B）鹼性（C）中性。

重點說明：本題最主要是能辨別酸雨的酸、鹼性。

表 4-1-35 第 9-1 題原、漢族學生選項結果交叉統計表

原漢族 / 選項		原住民	漢族	總和
A*	個數	**63**	**37**	**100**
	群體%	**80.8%**	**71.2%**	**77.0%**
	總和%	**48.5%**	**28.5%**	
B	個數	13	12	25
	群體%	16.7%	23.1%	19.2%
	總和%	10.0%	9.2%	
C	個數	2	3	5
	群體%	2.6%	5.8%	3.8%
	總和%	1.5%	2.3%	
總和	個數	78	52	130
	總和%	60.0%	40.0%	100%

＊表示正確答案

分析說明：從表 4-1-35 結果知道全體學生 130 名中，原住民學生答對率 48.5%

高於漢族學生答對率 28.5%。各族群分析，原住民學生群體中答對率爲 80.8% 亦高於漢族學生群體答對率 71.2%。以卡方考驗則顯示原漢學生間未達顯著差異($\chi^2_{(2)}$ = 1.875，p = .392 > .05)。

表 4-1-36 第 9-1 題學生回答理由

原漢族 學生想法	原住民 N = 84	漢族 N = 52	總和 N = 136	總和 百分比
1. 廢氣溶於雨水中含有酸性物質。	14（13）	5（5）	19	13.9%
2. 因酸雨本身就是酸性。	6	7	13	9.6%
3. 雨水本身有腐蝕性造成。	3	1	4	3.0%
4. 雨水中有鹽酸、硝酸。	2	0	2	1.5%
5. 是基本常識。	14	8	22	16.1%
6. 上課老師講過、從課本知道。	7	4	11	8.1%
7. 猜的、個人直覺、不知所云。	22	18	40	29.4%
8. 空白未回答理由。	16	9	25	36.0%

註：方格內之數字表示回答該理由之人數；( ) 內的數字表示答案選項與理由皆正確之人數。

討論：從表 4-1-36 第 1 項學生回答理由發現全體學生有 19 人（13.9%）能正確解釋酸雨是酸性，其中原住民學生中選項與理由皆正確之人數有 13 人；漢族中有 5 人。第 2 項全體學生中有 13 人（9.6%）認爲因酸雨本身就是酸性，可能是望文生義從字面上去解釋。第 3、4 項全體學生中有 4 人（2.9%）、2 人（1.5%）認爲雨水有腐蝕性；雨水中有鹽酸、硝酸，是從酸的種類去解釋，無法正確答出酸雨爲何是酸性。第 5 項 22 人（16.1%）受生活經驗的影響認爲是基本常識。第 6 項 11 人（8.1%）只憑個人記憶或上課聽過去解釋理由，值得商榷。第 7、8 項共有 65 人（65.4%），不知所云及空白未填答，老師在課程教學上有待加強酸雨造成的原因。

小結：表 4-1-35 第 9-1 題選擇 B、C 項錯誤答案人數總共 30 人，學生將酸雨誤認爲鹼性和中性，對酸雨酸性產生原因之概念有待加強。另從表 4-1-36 學生填答理由中發現第 2、3、4 項學生存有另有概念。

第 9-2 題：酸雨最主要是何種廢氣溶在雨水中所形成的？（A）SO_2（B）Cl_2（C）

NH_3。

重點說明：本題最主要是了解人類大量使用煤與石油燃料，燃燒後產生的廢氣溶在雨水造成酸雨的原因。

表 4-1-37 第 9-2 題原、漢族學生選項結果交叉統計表

選項＼原漢族		原住民	漢族	總和
A*	個數	**38**	**21**	**59**
	群體%	**53.5%**	**42.9%**	**49.2%**
	總和%	**31.7%**	**17.5%**	
B	個數	12	10	22
	群體%	16.9%	20.4%	18.3%
	總和%	10.0%	8.3%	
C	個數	21	18	39
	群體%	29.6%	36.7%	32.5%
	總和%	17.5%	15.0%	
總和	個數	71	49	120
	總和%	59.2%	40.8%	100%

＊表示正確答案

分析說明：從表 4-1-37 結果知道全體學生 120 名中，原住民學生答對率 31.7% 高於漢族學生答對率 17.5%。各族群分析，原住民學生群體中答對率爲 53.5% 亦高於漢族學生群體答對率 42.9%。以卡方考驗則顯示原漢學生間未達顯著差異($\chi^2_{(2)}=1.323$，$p=.516>.05$)。

表 4-1-38 第 9-2 題學生回答理由

學生想法＼原漢族	原住民 N＝84	漢族 N＝52	總和 N＝136	總和 百分比
1. 廢氣中含有氮氧化物、硫化物等。	10（10）	4（4）	14	10.3%
2. 含有氯氣產生鹽酸。	5	3	8	5.9%
3. 含有氨氣是酸性的。	4	2	6	4.4%
4. 上課講過。	12	8	20	14.7%
5. 猜的、不知所云。	29	23	52	38.2%
6. 未回答理由。	24	12	36	26.5%

註：方格內之數字表示回答該理由之人數；（ ）內的數字表示答案選項與理由皆正確之人數。

討論：從表 4-1-38 第 1 項學生想法發現只有 14 人（10.3%）能正確解釋廢氣中

含有氮氧化物、硫化物等物質，其中原住民學生中選項與理由皆正確之人數有 10 人；漢族中有 4 人。第 2 項 8 人（5.9%），對廢氣中成分認識不清楚。第 3 項 6 人（4.4%）認爲氨是酸性的概念上不清楚。第 4 項 20 人（14.7%）理由是上課講過，但無法寫出正確想法。第 5 項 52 人（38.2%）第 6 項 36 人（26.5%）不知所云及空白未填答，老師在課程教學上，有待加強講解酸雨酸性之原因。

小結：表 4-1-37 第 9-2 題選擇B、C項錯誤答案人數總共 61 人，學生誤認爲酸雨最主要是廢氣Cl_2、NH_3溶在雨水中所形成的，對廢氣中所含化學物質認識不清楚。另從表 4-1-38 學生填答理由中發現第 2、3 項學生存有另有概念。

第二節 晤談結果的分析討論

開放式紙筆試卷施測後，研究者以酸鹼專家概念圖及開放式紙筆試卷內容，作爲晤談題組大綱，並準備相關圖卡和字卡作爲晤談的工具。晤談對象以試卷內容填答較完整具有另有概念的，並由班級導師和自然科老師推薦口語表達能力較好的學生共 20 位接受晤談。晤談時全程錄音，並將之轉爲逐字稿，進行資料分析，使研究者更深入了解學生心中的想法，最後歸納出在酸鹼方面學生的另有概念並探究形成之原因及類型。

晤談資料是依照晤談題組，分成四大概念主題來分析，晤談內容中 R 爲晤談者之代號；S 爲被晤談者之代號，並舉出回答正確和錯誤概念之例子。

一、晤談題組分析

題組一：電解質與非電解質

1. 五種化合物（圖卡一），將這五種化合物置入燒杯水中做導電實驗（圖卡二、實驗裝置）說出那幾種化合物溶液能導電使燈亮？

本題學生回答符合正確科學概念的有 13 名（甲 BS1、甲 BS2、甲 BS3、乙 AS1、乙

BS2、乙 AS4、乙 AS5、乙 AS6、乙 AS8、丙 BS4、丁 BS3、丁 BS4、戊 AS1），他們認爲只有氫氧化鈉、鹽酸、硝酸鉀溶液能導電使燈亮。不符合科學概念的有 7 名，其中乙 AS3 認爲是氫氧化鈉、鹽酸；乙 AS7 認爲是氫氧化鈉、硝酸鉀；丙 AS1 認爲是蔗糖、鹽酸、硝酸鉀；丙 AS2、丁 BS1 認爲是酒精、鹽酸、硝酸鉀；丙 BS3 認爲是蔗糖、氫氧化鈉、硝酸鉀；丁 BS2 認爲是蔗糖、鹽酸、氫氧化鈉。

例：甲 BS1 晤談內容（訪：95/03/22.12：30~13：00）

R： 現有五種化合物，(看圖卡一）將這五種化合物蔗糖、氫氧化鈉、鹽酸、硝酸鉀、酒精，置入燒杯水中做導電實驗，(看圖卡二、實驗裝置)，說出那幾種化合物溶液能導電使燈亮？

S： 氫氧化鈉、鹽酸、硝酸鉀能導電使燈亮。

例：丙 BS3 晤談內容（訪：95/03/03.14：00~14：30）

R： 現有五種化合物，(看圖卡一）將這五種化合物蔗糖、氫氧化鈉、鹽酸、硝酸鉀、酒精，置入燒杯水中做導電實驗（看圖卡二、實驗裝置)，說出那幾種化合物溶液能導電使燈亮？

S： 蔗糖、氫氧化鈉、硝酸鉀能導電使燈亮。

小結：根據以上晤談結果，研究者發現 13 名（65%）受訪學生回答符合科學概念。2 名學生回答不完整，另外 5 名學生將酒精、蔗糖認爲是電解質存在另有概念。

2. 爲什麼氫氧化鈉、鹽酸、硝酸鉀能導電使燈亮？

其中能回答正確理由的只有 6 名（乙 AS1、乙 BS2、乙 AS5、乙 AS6、丁 BS3、戊 AS1），他們認爲氫氧化鈉、鹽酸、硝酸鉀是電解質；因爲是酸、鹼、鹽。回答不符合科學概念的有 9 名，其中甲 BS1、丙 AS1、丙 BS3、丁 BS1 認爲依據酸鹼性；丙 AS2 認爲都是鹼性；甲 BS2、甲 BS3 認爲做過實驗；乙 AS4 認爲一個鹼性、二個酸性；丁 BS2 因爲氫和氧之關係。回答不知道的有 5 名。

例：乙 AS1 晤談內容（訪：95/04/01.13：00~13：30）

R： 你認為氫氧化鈉、鹽酸、硝酸鉀能導電使燈亮，為什麼？

S： 因它們是電解質

例：丁 BS3 晤談內容（訪：95/03/30.17：50~18：20）

R： 你認為氫氧化鈉、鹽酸、硝酸鉀能導電使燈亮，為什麼？

S： 因為是酸、鹼、鹽。

例：甲 BS1 晤談內容（訪：95/03/22.12：30~13：00）

R： 現有五種化合物，將這五種化合物蔗糖、氫氧化鈉、鹽酸、硝酸鉀、酒精，置入燒杯水中做導電實驗，說出那幾種化合物溶液能導電使燈亮？

S： 氫氧化鈉、鹽酸、硝酸鉀能導電使燈亮。

R： 你認為蔗糖、鹽酸、硝酸鉀能導電使燈亮，為什麼？

S： 依據酸鹼性。

小結：根據以上晤談結果，研究者發現只有 6 名（30%）受訪學生回答符合科學概念。9 名學生根據化合物的酸鹼性或含氫和氧判斷化合物水溶液的是否導電，存在另有概念，但對於鹽類化合物較陌生。

3. 能導電的水溶液稱爲電解質對嗎？

學生中大部分都能回答能導電的水溶液稱爲電解質，符合正確科學概念的有 18 名（甲 BS1、甲 BS2、甲 BS3、乙 AS1、乙 BS2、乙 AS3、乙 AS5、乙 AS6、乙 AS7、乙 AS8、丙 AS1、丙 AS2、丙 BS3、丙 BS4、丁 BS1、丁 BS3、丁 BS4、戊 AS1）。2 名回答不知道。

例：乙 AS1 晤談內容（訪：95/04/01.13：00~13：30）

R： 你認為氫氧化鈉、鹽酸、硝酸鉀能導電使燈亮，為什麼？

S： 因它們是電解質。

R： 前面三種能導電的物質稱為電解質嗎？

S： 是。

小結：根據以上晤談結果，研究者發現高達 18 名（90%）受訪學生都認爲能導電的水溶液稱爲電解質，但和前題學生所回答之想法有很大的落差。

4. 請解釋何謂電解質？

本題回答符合科學概念只有 3 名（戊 AS1、丙 AS1、乙 AS1）認爲電解質化合物溶於水成離子狀態，能解離出正離子及負離子。回答不符合科學概念的有 8 名，甲 BS2、乙 BS2 認爲能導電的物質就是電解質；乙 AS3 認爲產生酸的；丙 AS2 有帶電的

物質；丙 BS3 可溶於水之物質；丁 BS1 會產生電，把東西分解爲電子、離子、原子；丁 BS2 在兩極有氣體產生；丁 BS4 可以將電分解的。其餘 9 名回答不知道。

例：戊 AS1 晤談內容（訪：95/03/31.12：30~13：00）

R： 請解釋什麼是電解質？

S： 物質溶於水成離子狀態，能導電的物質。

R： 那請你說出電解質可分成那三類？

S： 酸性、鹼性、鹽類。

例：丁 BS1 晤談內容（訪：95/03/30.16：50~17：20）

R： 何謂電解質？

S： 會產生電的，把東西分解為電子、離子、原子。

R： 請你說出電解質可分成那三類？

S： 電子、離子、原子。

小結：根據以上晤談結果，研究者發現只有 3 名（15%）受訪學生回答符合科學概念。8 名受訪者對於電解質的解釋爲：產生酸的、有帶電的、可以將電分解的、可溶於水之物質、有氣體產生的就是電解質，存在另有概念的想法。高達 9 名學生回答不出理由。

5. 電解質基本上分成哪三類？

本題學生回答電解質分成酸、鹼、鹽三類，符合正確科學概念的有 3 名學生（乙 AS1、乙 BS2、戊 AS1）。回答不符合科學概念的共有 7 名，其中回答電子、離子、原子 4 名（丙 AS1、丙 AS2、丁 BS1、丁 BS3）；中子、質子、電子 2 名（甲 BS3、丙 BS4）；中子、電子、原子 1 名（丙 AS3）。回答不出來的有 10 名。

例：乙 BS2 晤談內容（訪：95/04/01.13：30~14：00）

R： 你認為氫氧化鈉、鹽酸、硝酸鉀能導電使燈亮，為什麼？

S： 因它們是電解質。

R： 能導電的物質稱為電解質嗎？

S： 是。

R： 請你說出電解質可分成那三類？

S： 酸、鹼、鹽。

例：丙 AS1 晤談內容（訪：95/03/03.13：00~13：30）

R： 能導電的物質稱為電解質嗎？

S： 是。

R： 請你說出電解質可分成那三類？

S： 電子、離子、原子。

例：甲 BS3 晤談內容（訪：95/03/22.13：30~14：00）

R： 能導電的物質稱為電解質嗎？

S： 是。

R： 請你說出電解質可分成那三類？

S： 中子、質子、電子。

小結：根據以上晤談結果，研究者發現只有 3 名（15%）受訪學生回答符合科學概念。7 名受訪者回答中子、電子、原子、離子或質子爲電解質分類，存在另有概念想法。高達 10 名學生回答不出來。

6. 電解質溶解於水解離成帶電的粒子，這粒子稱爲電子、原子或離子？

本題 17 名學生回答是離子符合正確科學概念，但有 3 名學生（乙 AS8、丙 BS3、丁 BS2）回答不符合科學概念，認爲是電子。

例：乙 AS1 晤談內容（訪：95/04/01.13：00~13：30）

R： 什麼是電解質？

S： 溶在水中能解離出正離子及負離子。

R： 請你說出電解質可分成那三類？

S： 酸、鹼、鹽。

R： 電解質溶解於水解離成帶電的粒子，這粒子稱為電子、原子或離子？

S： 離子。

例：乙 AS8 晤談內容（訪：95/04/01.16：30~17：00）

R： 能導電的物質稱為電解質嗎？

S： 是。

R： 請你說出電解質可分成那三類？

S： 不知道。

R： 電解質溶解於水解離成帶電的粒子，這粒子稱為電子、原子或離子？

S： 電子。

R： 為什麼？

S： 會帶電啊。

小結：根據以上晤談結果，研究者發現有 17 名（85%）受訪學生回答符合科學概念。另有 3 名受訪者回答是電子，存在另有概念。

7. 離子和原子有什麼不同？以Na^+和Na比較，以化學性質作比較。(看字卡一提示：Na^+和Na)

本題所有學生除了戊AS1 較符合科學概念，認爲鈉離子帶電鈉原子不帶電，化學性質作比較鈉原子產生氫氣鈉離子不會。其餘都無法回答出正確科學概念，甲BS1、甲BS2、甲BS3、乙AS2 認爲一個帶正電一個沒有，乙AS1、丙AS1 認爲Na會解離Na^+不會解離；乙AS5 認爲原子較大離子較小；乙AS6、丁BS2 認爲一個可通電一個不可以；丁BS1 認爲Na^+和Na會移動Na^+移向負極；其餘 9 名回答不知道。

例：戊 AS1 晤談內容（訪：95/03/31.12：30~13：00）

R： 鈉離子和鈉原子有什麼不同？以Na^+和Na比較？以化學性質作比較。看字卡提示：Na^+和Na

S： 鈉離子帶電，鈉原子不帶電。

R： 如以化學性質作比較呢？

S： 鈉原子產生氫氣，鈉離子不會。

R： 若將金屬鈉置入水中會起何種作用？

S： 產生氫氣。

例：甲 BS1 晤談內容（訪：95/03/22.12：30~13：00）

R： 鈉離子和鈉原子有什麼不同？以Na^+和Na比較？以化學性質作比較。看字卡提示：

Na^+和Na

S： 一個帶正電一個不帶電，可做實驗比較。

R： 以化學性質作比較呢？

S： 不知道。

例：乙 AS5 晤談內容（訪：95/04/01.15：00~15：30）

R： 電解質溶解於水解離成帶電的粒子，這粒子稱為電子、原子或離子？

S： 離子。

R： 鈉離子和鈉原子有什麼不同？以Na^+和Na比較？以化學性質作比較。看字卡提示：

Na^+和Na

S： 原子較大離子較小。

小結：根據以上晤談結果，研究者發現只有 1 名（5%）受訪學生回答符合科學概念。其餘 19 名都無法回答出正確科學概念，只能從粒子的大小、有無帶電荷、是否解離、移動情形片面的去解釋，無法針對化學性質作比較。

8. 氯化鈉在水溶液中完全解離後（圖卡三）請你說出鈉離子（●）和氯離子（○）在電解槽中通電後向正、負極移動分布情形？

本題所有學生回答符合科學概念的有 12 名（甲 BS1、甲 BS3、乙 AS1、乙 BS2、乙 AS6、乙 AS7、乙 AS8、丙 AS1、丁 BS2、戊 AS1）他們認爲鈉離子向負極移動；氯離子向正極移動。不符合科學概念有 8 名（甲 BS2、乙 AS3、乙 AS4、乙 AS5、丙 BS3、丙 BS4、丁 BS3、丁 BS4）認爲鈉離子向正極移動；氯離子向負極移動。

例：乙 AS1 晤談內容（訪：95/04/01.13：00~13：30）

R： 氯化鈉在水溶液中完全解離後（看圖卡三），請你說出鈉離子和氯離子在電解槽中通電後向正極或負極移動？看字卡提示：$NaCl \rightarrow Na^+ + Cl^-$

S： 鈉離子向負極移動；氯離子向正極移動。

例：丙 BS3 晤談內容（訪：95/03/03.14：00~14：30）

R： 氯化鈉在水溶液中完全解離後（看圖卡三），請你說出鈉離子和氯離子在電解槽中通電後向正

極或負極移動？看字卡提示：$NaCl \rightarrow Na^+ + Cl^-$

S： 鈉離子向正極移動；氯離子向負極移動。

小結：根據以上晤談結果，研究者發現有 12 名（60%）受訪學生回答符合科學概念。另有 8 名認爲鈉離子向正極移動；氯離子向負極移動，存在另有概念。

9. 氯化鈉在水溶液中完全解離後，溶液是帶電中性嗎？看字卡提示：$NaCl \rightarrow Na^+ + Cl^-$

本題所有學生回答符合科學概念的有 8 名（甲 BS1、甲 BS3、乙 AS1、乙 BS2、乙 AS4、丙 AS1、丁 BS1、戊 AS1）們認爲氯化鈉在水溶液中完全解離後會解離成一個正離子、一個負離子總電量相等。不符合科學概念有 5 名，乙 AS5 認爲解離成一個正離子、一個負離子會互相抵銷。乙 AS6 認爲解離成一個正離子、一個負離子因爲平衡。丙 AS2 認爲和酸鹼性有關。丁 BS1、丁 BS2 認爲解離成一個正離子、一個負離子加起來就是電中性。其餘 7 名回答不知道。

例：乙 AS1 晤談內容（訪：95/03/22.12：30~13：00）

R： 氯化鈉在水溶液中完全解離後（看圖卡三），請你說出鈉離子和氯離子在電解槽中通電後向正極或負極移動？看字卡提示：$NaCl \rightarrow Na^+ + Cl^-$

S： 鈉離子向負極移動；氯離子向正極移動。

R： 氯化鈉在水溶液中完全解離後，溶液是帶電中性嗎？看字卡提示：$NaCl \rightarrow Na^+ + Cl^-$

S： 是。

R： 為什麼？

S： 解離後Na^+帶一個正電荷；和Cl^-帶一個負電荷，總電量相等保持帶電中性。

例：乙 AS5 晤談內容（訪：95/04/01.15：00~15：30）

R： 氯化鈉在水溶液中完全解離後（看圖卡三），請你說出鈉離子和氯離子在電解槽中通電後向正極或負極移動？看字卡提示：$NaCl \rightarrow Na^+ + Cl^-$

S： 鈉離子向負極移動；氯離子向正極移動。

R： 氯化鈉在水溶液中完全解離後，溶液是帶電中性嗎？看字卡提示：$NaCl \rightarrow Na^+ + Cl^-$

S： 是。

R： 為什麼？

S： 一個正電荷和一個負電荷抵銷。

小結：根據以上晤談結果，研究者發現有 8 名（40%）受訪學生認爲氯化鈉在水溶液中完全解離後，溶液帶電中性原因主要是解離出一個正離子、一個負離子總電量相等。有 5 名受訪者回答解離成一個正離子、一個負離子會互相抵銷；因爲會自行平衡；或加起來就是電中性，產生另有概念想法。7 名回答不知道。

題組二：酸鹼性質和指示劑的檢驗

1. 請將六種不同的水溶液依酸鹼性分類（看圖卡五），檸檬汁、糖水、氫氧化　鈉、柳丁汁、肥皂水、石灰水。請問何者爲酸性或鹼性或中性？

本題學生中大部分都能回答酸性物質爲檸檬汁、柳丁汁，符合正確科學概念的有 17 名（甲 BS1、甲 BS2、甲 BS3、乙 AS1、乙 BS2、乙 AS3、乙 AS4、乙 AS5、乙 AS6、乙 AS7、乙 AS8、丙 BS3、丙 BS4、丁 BS1、丁 BS3、丁 BS4、戊 AS1）。不符合科學概念有 3 名，丙 AS1、丁 BS2 回答酸性物質爲檸檬汁、柳丁汁、糖水；丙 AS2 回答酸性物質爲檸檬汁、柳丁汁、氫氧化鈉。

例：甲 BS1 晤談內容（訪：95/03/22.12：30~13：00）

R： 請將六種不同的水溶液依酸鹼性分類（看圖卡五），檸檬汁、糖水、氫氧化鈉、柳丁汁、肥皂水、石灰水。請問何者為酸性或鹼性或中性？

S： 檸檬汁、柳丁汁是酸性

R： 檸檬汁、柳丁汁為何是酸性？

S： 實驗做過。

例：丙 AS1 晤談內容（訪：95/03/03.13：00~13：30）

R： 請將六種不同的水溶液依酸鹼性分類（看圖卡五），檸檬汁、糖水、氫氧化鈉、柳丁汁肥皂水、石灰水。請問何者為酸性或鹼性或中性？

S： 檸檬汁、柳丁汁、糖水是酸性。

R： 檸檬汁、柳丁汁為何是酸性？

S： 是酸酸的。

R： 那為何糖水是酸性？

S： 味道明顯是甜甜的。

例：丙 AS2 晤談內容（訪：95/03/03.13：30~14：00）

R： 請將六種不同的水溶液依酸鹼性分類（看圖卡五），檸檬汁、糖水、氫氧化鈉、柳丁汁、肥皂水、石灰水。請問何者為酸性或鹼性或中性？

S： 氫氧化鈉、柳丁汁、檸檬汁是酸性。

R： 為何氫氧化鈉、柳丁汁是酸性？

S： 是利用石蕊試紙檢驗。

本題學生中能回答鹼性物質是氫氧化鈉、肥皂水、石灰水，符合正確科學概念的有 13 名（甲 BS1、甲 BS3、乙 AS1、乙 BS2、乙 AS3、乙 AS4、乙 AS5、乙 AS6、乙 AS7、丙 AS1、丁 BS1、丁 BS3、戊 AS1）。不符合科學概念有 7 名，甲 BS2、丙 AS3、丁 BS4 認爲氫氧化鈉、肥皂水鹼性、石灰水是中性。乙 AS8 認爲糖水、肥皂水、石灰水、氫氧化鈉是鹼性。丙 AS2 認爲肥皂水、石灰水是鹼性；氫氧化鈉是酸性。丙 BS4 認爲糖水、氫氧化鈉是鹼性；石灰水、肥皂水是中性。丁 BS2 認爲肥皂水是鹼性；石灰水、氫氧化鈉是中性。

例：丙 AS2 晤談內容（訪：95/03/03.13：30~14：00）

R： 請將六種不同的水溶液依酸鹼性分類（看圖卡五），檸檬汁、糖水、氫氧化鈉、柳丁汁、肥皂水、石灰水。請問何者為酸性或鹼性或中性？

S： 檸檬汁、柳丁汁是酸性；氫氧化鈉、肥皂水、石灰水是鹼性；糖水是中性。

例：甲 BS2 晤談內容（訪：95/03/22.13：00~13：30）

R： 請將六種不同的水溶液依酸鹼性分類（看圖卡五），檸檬汁、糖水、氫氧化鈉、柳丁汁、肥皂水、石灰水。請問何者為酸性或鹼性或中性？

S： 檸檬汁、柳丁汁是酸性；氫氧化鈉、肥皂水是鹼性；石灰水、糖水是中性。

例：丁 BS2 晤談內容（訪：95/03/30.17：20~17：50）

R： 請將六種不同的水溶液依酸鹼性分類（看圖卡五），檸檬汁、糖水、氫氧化鈉、柳丁汁、肥皂水、石灰水。請問何者為酸性或鹼性或中性？

S： 檸檬汁、柳丁汁、糖水是酸性；肥皂水是鹼性；石灰水、氫氧化鈉是中性。

本題學生中能回答中性物質是糖水，符合正確科學概念的有 12 名（甲 BS1、甲 BS3、乙 AS1、乙 BS2、乙 AS3、乙 AS4、乙 AS5、乙 AS6、丙 AS2、丁 BS1、丁 BS3、戊 AS1）不符合科學概念有 8 名，甲 BS2、乙 AS7、丙 AS3、丁 BS4 認爲石灰水、糖水是中性。丙 AS1 認爲糖水是酸性。丙 AS4 認爲肥皂水、石灰水是中性。丁 BS2 認爲石灰水、氫氧化鈉是中性。乙 AS8 認爲糖水是鹼性。

例：甲 BS1 晤談內容（訪：95/03/22.12：30~13：00）

R： 請將六種不同的水溶液依酸鹼性分類（看圖卡五），檸檬汁、糖水、氫氧化鈉、柳丁汁、 肥皂水、石灰水。請問何者為酸性或鹼性或中性？

S： 檸檬汁、柳丁汁是酸性；氫氧化鈉、石灰水、肥皂水是鹼性；糖水是中性。

例：甲 BS2 晤談內容（訪：95/03/22.13：00~13：30）

R： 請將六種不同的水溶液依酸鹼性分類（看圖卡五），檸檬汁、糖水、氫氧化鈉、柳丁汁、 肥皂水、石灰水。請問何者為酸性或鹼性或中性？

S： 檸檬汁、柳丁汁是酸性；氫氧化鈉、肥皂水是鹼性；石灰水、糖水是中性。

例：丙 AS4 晤談內容（訪：95/03/03.14：30~15：00）

R： 請將六種不同的水溶液依酸鹼性分類（看圖卡五），檸檬汁、糖水、氫氧化鈉、柳丁汁、 肥皂水、石灰水。請問何者為酸性或鹼性或中性？

S： 檸檬汁、柳丁汁是酸性；氫氧化鈉、糖水是鹼性；肥皂水、石灰水是中性。

小結：根據以上晤談結果，研究者發現有 17 名（85%）受訪學生認爲酸性物質爲檸檬汁、柳丁汁，符合正確科學概念；有 3 名學生將糖水、氫氧化鈉認爲是酸性，存在另有概念。回答鹼性物質是氫氧化鈉、肥皂水、石灰水，符合正確科學概念的有 13 名（65%）；有 7 名學生將糖水認爲是鹼性，存在另有概念。回答中性物質是糖水，符合正確科學概念的有 12 名（60%）；有 8 名學生將肥皂水、石灰水、氫氧化鈉認爲是中性，存在另有概念。

2. 請說出石蕊試紙、酚酞試劑（圖卡六）如何檢驗上述酸鹼物質？顏色如何變化？

本題學生中回答使用石蕊試紙檢驗上述酸鹼物質，符合正確科學概念的有 18 名

（甲 BS1、甲 BS2、乙 AS1、乙 BS2、乙 AS3、乙 AS4、乙 AS6、乙 AS7、乙 AS8、丙 AS1、丙 AS2、丙 AS3、丙 AS4、丁 BS1、丁 BS2、丁 BS3、丁 BS4、戊 AS1）他們認爲酸性用藍色石蕊試紙變紅；鹼性用紅色石蕊試紙變藍。不符合科學概念有 1 名，甲 BS3 認爲酸性用紅色石蕊試紙變藍、鹼性用藍色石蕊試紙變紅。乙 AS5 回答不知道。

本題學生中回答使用酚酞試劑檢驗上述酸鹼物質，符合正確科學概念的有 10 名（甲 BS1、甲 BS2、乙 AS1、乙 BS2、乙 AS3、乙 AS4、乙 AS5、乙 AS7、丁 BS1、戊 AS1）他們認爲酚酞試劑在酸中無色；在鹼中紅色。不符合科學概念有 9 名，甲 BS3、乙 AS8、丙 AS3 認爲酚酞試劑在酸中紅色；鹼中藍色。丙 AS1 認爲加入酚酞試劑有白色沉澱就是酸性沒有就是鹼性。丙 AS2 認爲酚酞試劑在酸中黃色；鹼中橘紅色。丙 AS4 認爲酚酞試劑在酸中藍色；鹼中紅色。丁 BS2 認爲酚酞試劑在酸中紅色；鹼中紅色。丁 BS3 認爲酚酞試劑在酸中藍色；鹼中紅色。丁 BS4 認爲酚酞試劑在酸中藍色；鹼中無色。有 1 人乙 AS7 回答不知道。

例：丁 BS1 晤談內容（訪：95/03/30.16：50~17：20）

R： 為什麼？檸檬汁、柳丁汁是酸性；氫氧化鈉、石灰水、肥皂水是鹼性；糖水是中性

S： 用石蕊試紙試驗。

R： 請說出石蕊試紙、酚酞試劑（看圖卡六）如何檢驗上述酸鹼物質？顏色如何變化？

S: 用藍色石蕊試紙檢驗酸性會變紅色；用紅色石蕊試紙檢驗鹼性會變藍色；酚酞試劑在酸中無色；在鹼中紅色。

例：甲 BS3 晤談內容（訪：95/03/22.13：30~14：00）

R： 你認為氫氧化鈉、石灰水、肥皂水是鹼性；糖水是中性為什麼？

S： 用試紙檢驗。

R： 請說出石蕊試紙、酚酞試劑（看圖卡六），如何檢驗上述酸鹼物質？顏色如何變化？

S： 石蕊試紙酸性用紅色變藍；鹼性用藍變紅。酚酞試劑酸中紅色；鹼中藍色。

例：乙 AS8 晤談內容（訪：95/04/01.16：30~17：00）

R： 妳認為檸檬汁、柳丁汁是酸性；石灰水、肥皂水、氫氧化鈉、糖水鹼性？為什麼？

S： 檸檬汁、柳丁汁是酸性因喝起來酸酸的；石灰水、肥皂水、氫氧化鈉、糖水鹼性因為憑感覺。

R： 請說出石蕊試紙、酚酞試劑（看圖卡六），如何檢驗上述酸鹼物質？顏色如何變化？

S： 石蕊試紙檢驗酸性用藍色的變紅色；鹼性用紅色的變藍色的、酚酞試劑在酸中是紅色；在鹼中是藍色。

小結：根據以上晤談結果，研究者發現有 18 名（90%）受訪學生認爲酸性用藍色石蕊試紙變紅；鹼性用紅色石蕊試紙變藍；只有 1 名回答酸性變藍、鹼性變紅。有 10 名（50%）認爲酚酞試劑在酸中無色、在鹼中紅色；另有 9 名回答在酸鹼中產生黃色、藍色、橘紅色、白色沉澱等存在另有想法。

題組三：酸鹼濃度與 pH 關係

1. 現有三支試管（看圖卡四），A.試管中溶液使紅色石蕊試紙呈藍色、B.試管中溶液使酚酞試劑呈無色、C.試管中溶液爲純水，請說出 A、B、C 三種液體的酸鹼性？

本題學生中回答符合正確科學概念的有 10 名（甲 BS1、乙 AS1、乙 BS2、乙 AS3、乙 AS5、乙 AS7、丙 AS1、丁 BS1、丁 BS2、戊 AS1）他們認爲 A 試管鹼性；B 試管酸性；C 試管中性。不符合科學概念有 10 名，甲 BS2、甲 BS3、乙 AS4、丙 BS3、丁 BS3、丁 BS4 認爲 A 試管酸性；B 試管鹼性；C 試管中性。乙 AS6 認爲 A 試管酸性；B 試管中性；C 試管中性。乙 AS8 認爲 A 試管鹼性；B 試管鹼性；C 試管中性。丙 AS2 認爲 A 試管鹼性；B 試管中性；C 試管中性。丙 BS4 認爲 A 試管酸性；B 試管中性；C 試管鹼性。

例：乙 AS1 晤談內容（訪：95/04/01.13：00~13：30）

R： 現有三支試管（看圖卡四），A.試管中溶液使紅色石蕊試紙呈藍色、B.試管中溶液使酚酞試劑呈無色、C.試管中溶液為純水，請說出 A、B、C 三種液體的酸鹼性？

S： A為鹼性、B為酸性、C為中性。

R： 你如何辨別這 3 隻試管的酸鹼性？

S： A 為鹼性紅色石蕊試紙呈藍色；B 為酸性使酚酞試劑呈無色；C 為中性、pH＝7。

例：丙 AS2 晤談內容（訪：95/03/03.13：30~14：00）

R： 現有三支試管（看圖卡四），A.試管中溶液使紅色石蕊試紙呈藍色、B.試管中溶液使酚酞試劑呈無色、C.試管中溶液為純水，請說出 A、B、C 三種液體的酸鹼性？

S： A為鹼性、B為中性、C為中性。

R： 你如何辨別這 3 隻試管的酸鹼性？

S： 看顏色。

小結： 根據以上晤談結果，研究者發現有 10 名（50%）受訪學生回答符合科學概念。另 10 名學生對不同指示劑在溶液中呈現的顏色，去判斷溶液的酸、鹼性認知上混淆不清，存在另有概念。

2. 請說出溶液 pH 值是表示水溶液的什麼性質？

本題學生中回答 pH 值是表示水溶液的酸鹼性，符合正確科學概念的有 15 名（甲 BS3、乙 AS1、乙 BS2、乙 AS3、乙 AS4、乙 AS5、乙 AS6、乙 AS8、丙 AS1、丙 AS2、丁 BS1、丁 BS2、丁 BS3、丁 BS4、戊 AS1）。不符合科學概念有 5 名，甲 BS1 認爲 pH 值是表示水溶液的中性。甲 BS2、乙 AS7、丙 BS3、丙 BS4 回答不知道。

例：甲 BS3 晤談內容（訪：95/03/22.13：30~14：00）

R： 請說出溶液 pH 值是表示水溶液的什麼性質？

S： 酸鹼。

R： 請說出三支試管溶液 pH 值的大小順序？

S： C＞A＞B。

R： 為什麼？

S： 中性pH最大；鹼性pH最小。

例：甲 BS1 晤談內容（訪：95/03/22.12：30~13：00）

R： 請說出溶液 pH 值是表示水溶液的什麼性質？

S： 中性。

R： 請說出三支試管溶液 pH 值的大小順序？

S： A＞C＞B

小結：根據以上晤談結果，研究者發現有 15 名（90%）受訪學生回答符合科學概念。另有 1 名認爲 pH 值是表示水溶液的中性，存在另有概念。5 名回答不知道。

3. 請說出 A、B、C 三支試管溶液 pH 值的大小順序？

本題學生中回答符合正確科學概念的有 15 名（甲 BS1、甲 BS2、乙 AS1、乙 BS2、乙 AS3、乙 AS5、乙 AS6、乙 AS8、丙 AS1、丙 AS2、丙 AS3、丙 AS4、丁 BS1、丁 BS3、戊 AS1）他們認爲 A、B、C 三支試管溶液 pH 值的大小順序 A＞C＞B。不符合科學概念有 5 名，甲 BS3 認爲 A、B、C 三支試管溶液 pH 值的大小順序 C＞A＞B。乙 AS4 認爲 A、B、C 三支試管溶液 pH 值的大小順序 B＞C＞A。乙 AS7、丁 BS2 認爲 A、B、C 三支試管溶液 pH 值的大小順序 B＞A＞C。丁 BS4 認爲 A、B、C 三支試管溶液 pH 值的大小順序 A＞B＞C。

例：乙 BS2 晤談內容（訪：95/04/01.12：30~14：00）

R： 請說出溶液 pH 值是表示水溶液的什麼性質？

S： 酸鹼。

R： 請說出三支試管溶液 pH 值的大小順序？

S： A＞C＞B。

R： 為什麼？請用 pH 值數字說出？

S： pH＞7 鹼性、pH＝7 中性、pH＜7 酸性。

例：丁 BS2 晤談內容（訪：95/03/30.17：20~17：50）

R： 請說出溶液 pH 值是表示水溶液的什麼性質？

S： 酸鹼度。

R： 請說出三支試管溶液 pH 值的大小順序？

S： B＞A＞C。

R： 為什麼？

S： 酸中pH值最大；鹼性第二；中性最小。

小結： 根據以上晤談結果，研究者發現有 15 名（90％）受訪學生回答符合科學概念。另有 5 名學生對酸鹼物質 pH 值的大小，概念上混淆不清認知上錯誤，存在另有概念。

4. 如將鹽酸加入C試管純水中〔H^+〕與〔OH^-〕之關係會大於、小於或等於？另將氨加入C試管純水中〔H^+〕與〔OH^-〕之關係會大於、小於或等於？

本題學生中回答將鹽酸加入C試管純水中〔H^+〕＞〔OH^-〕符合正確科學概念的有 15 名（甲BS1、甲BS2、甲BS3、乙AS1、乙BS2、乙AS3、乙AS4、乙AS5、乙AS8、丙BS3、丁BS1、丁BS2、丁BS3、丁BS4、戊AS1）。不符合科學概念有 4 名，乙AS6、丙AS1、丙AS2、丙AS4 認爲將鹽酸加入C試管純水中〔H^+〕＜〔OH^-〕。乙AS7 回答不知道。

本題學生中回答將氨加入C試管純水中〔H^+〕＜〔OH^-〕，符合正確科學概念的有 13 名（甲BS1、甲BS3、乙AS1、乙BS2、乙AS3、乙AS4、乙AS5、丙AS2、丁BS1、丁BS2、丁BS3、丁BS4、戊AS1）。不符合科學概念有 7 名，甲BS2、丙AS2、丙BS3 認爲氨加入C試管純水中〔H^+〕＝〔OH^-〕。乙AS7、丙AS1、丙BS4 認爲氨加入C試管純水中〔H^+〕＞〔OH^-〕。乙AS8 回答不知道。

例：乙 AS1 晤談內容（訪：95/04/01.13：00~13：30）

R： 如將鹽酸加入C試管純水中〔H^+〕與〔OH^-〕之關係會大於、小於或等於？

S： 會大於。

R： 為什麼？會釋放氫離子或氫氧根離子？

S： 鹽酸會釋放氫離子，氫離子變多。

R： 氨加入C試管純水中〔H^+〕與〔OH^-〕之關係會大於、小於或等於？

S： 小於。

R： 為什麼？會釋放氫離子或氫氧根離子？

S： 氨水會釋放氫氧根離子，氫氧根離子變多。

例：丙 AS1 晤談內容（訪：95/03/03.13：00~13：30）

R： 如將鹽酸加入C試管純水中〔H^+〕與〔OH^-〕之關係會大於、小於或等於？

S： 會小於。

R： 氨加入C試管純水中〔H^+〕與〔OH^-〕之關係會大於、小於或等於？

S： 大於。

R： 為什麼？

S： 不知道。

小結： 根據以上晤談結果，研究者發現有 15 名（90%）受訪學生認爲將鹽酸加入C試管純水中〔H^+〕＞〔OH^-〕符合正確科學概念。另有 4 名學生認爲將鹽酸加入C試管純水中〔H^+〕＜〔OH^-〕，存在另有概念。將氨加入C試管純水中〔H^+〕＜〔OH^-〕，符合正確科學概念的有 13 名（65%）；另有 7 名學生認爲氨加入純水中〔H^+〕＝〔OH^-〕及〔H^+〕＞〔OH^-〕，存在另有概念。

題組四：酸鹼中和原理、酸鹼應用生活實例

1. 做酸鹼中和實驗（看圖卡七、實驗裝置），在滴定管甲中倒入的 0.1M 鹽酸（HCl）溶液，在燒杯乙中倒入 0.1M 氫氧化鈉（NaOH）溶液，並加入酚酞試劑在氫氧化鈉溶液中當做指示劑，由以上實驗可了解酸鹼中和反應是吸熱或放熱反應？溫度上升或下降？

本題學生中回答酸鹼中和反應是放熱反應使溫度上升，符合正確科學概念的有 15 名（甲 BS1、甲 BS2、乙 AS1、乙 BS2、乙 AS4、乙 AS5、乙 AS6、乙 AS7、乙 AS8、丙 AS4、丁 BS1、丁 BS2、丁 BS3、丁 BS4、戊 AS1）。不符合科學概念有 5 名，甲 BS3、乙 AS3 認爲酸鹼中和反應是放熱反應使溫度下降。丙 AS1、丙 AS2 認爲酸鹼中和反應是吸熱反應使溫度下降。丙 AS3 認爲酸鹼中和反應是吸熱反應使溫度上升。

例：乙 AS4 晤談內容（訪：95/04/01.14：30~15：00）

R： 做酸鹼中和實驗（看圖卡七、實驗裝置），在滴定管甲中倒入的 0.1M 鹽酸（HCl）溶液，在燒杯乙中倒入 0.1M 氫氧化鈉（NaOH）溶液，並加入酚酞試劑在氫氧化鈉溶液中當做指示劑，由以上實驗可了解酸鹼中和反應是吸熱或放熱反應？

S： 放熱。

R： 為什麼？溫度上升或下降？

S： 溫度上升。

例：丙 AS3 晤談內容（訪：95/03/03.14：00~14：30）

R： 做酸鹼中和實驗（看圖卡七、實驗裝置），在滴定管甲中倒入的 0.1M 鹽酸（HCl）溶液，在燒杯乙中倒入 0.1M 氫氧化鈉（NaOH）溶液，並加入酚酞試劑在氫氧化鈉溶液中當做指示劑，由

以上實驗可了解酸鹼中和反應是吸熱或放熱反應？

S： 吸熱。

R： 溫度會有什麼變化？

S： 溫度上升。

小結： 根據以上晤談結果，研究者發現有 15 名（90%）受訪學生回答符合科學概念。另有 5 名認爲放熱反應使溫度下降、吸熱反應使溫度下降、吸熱反應使溫度上升，存在另有概念。

2. 酸鹼中和反應爲何加入酚酞指示劑？反應最後的生成物經蒸發後可得到什麼鹽類物質？

本題學生中回答加入酚酞指示劑之作用是測溶液酸鹼性是否到達終點，符合正確科學概念的有 13 名（甲 BS3、乙 AS1、乙 BS2、乙 AS4、乙 AS5、乙 AS6、乙 AS7、乙 AS8、丙 AS4、丁 BS1、丁 BS2、丁 BS4、戊 AS1）。不符合科學概念有 7 名，甲 BS1 認爲加入酚酞指示劑之作用是檢驗吸熱或放熱。甲 BS2 認爲比較容易觀察。丙 AS1、丙 AS2 認爲加入酚酞指示劑之作用是讓反應變快。丁 BS3 認爲讓酸鹼中和。丙 BS3、丙 BS4 回答不知道。

本題學生中回答酸鹼中和最後的產物是氯化鈉，符合正確科學概念的有 11 名（甲 BS1、乙 AS1、乙 BS2、乙 AS3、乙 AS6、乙 AS8、丁 BS1、丁 BS2、丁 BS3、丁 BS4、戊 AS1）。不符合科學概念有 9 名，丙 AS2 認爲白色顆粒鹼性物質。丙 BS3 認爲是鹽類物質，回答不完整。7 名（甲 BS2、甲 BS3、乙 AS4、乙 AS5、乙 AS7、丙 AS1、丙 BS4）回答不知道。

例：丙 AS3 晤談內容（訪：95/03/03.14：00~14：30）

R： 做酸鹼中和實驗（看圖卡七、實驗裝置），在滴定管甲中倒入的 0.1M 鹽酸（HCl）溶液， 在燒杯乙中倒入 0.1M 氫氧化鈉（NaOH）溶液，並加入酚酞試劑在氫氧化鈉溶液中當做指示劑，由以上實驗可了解酸鹼中和反應是吸熱或放熱反應？

S： 放熱。

R： 為什麼是放熱？溫度會上升還是降低

S： 上升。

R： 酸鹼中和反應為何加入酚酞指示劑？

S： 測溶液的酸鹼性是否到達終點。

R： 酸鹼中和反應最後的生成物經蒸發後可得到什麼鹽類物質？

S： 氯化鈉。

例：甲 BS1 晤談內容（訪：95/03/22.12：30~13：00）

R： 做酸鹼中和實驗（看圖卡七、實驗裝置），在滴定管甲中倒入的 0.1M 鹽酸（HCl）溶液，在燒杯乙中倒入 0.1M 氫氧化鈉（NaOH）溶液，並加入酚酞試劑在氫氧化鈉溶液中當做指示劑，由以上實驗可了解酸鹼中和反應是吸熱或放熱反應？

S： 放熱。

R： 為什麼

S： 因會冒煙。

R： 溫度會上升或下降？

S： 上升。

R： 酸鹼中和反應為何加入酚酞指示劑？

S： 檢驗吸熱或放熱。

R： 酸鹼中和反應最後的生成物經蒸發後可得到什麼鹽類物質？

S： 氯化鈉。

小結： 根據以上晤談結果，研究者發現有 13 名（65%）受訪學生回答符合科學概念，但有 7 名學生認爲加入酚酞指示劑之作用是檢驗吸熱或放熱、是讓反應變快、使酸鹼中和，存在另有概念。回答酸鹼中和最後的產物是氯化鈉，符合正確科學概念的有 11 名（55%）；另有 2 名回答產物是白色顆粒鹼性物質、鹽類物質，存在另有概念。

3. 你被蜜蜂叮了產生紅腫刺痛（看圖卡八），塗了一點氨水症狀就減輕了不少？

本題學生中回答是酸鹼中和原理，符合正確科學概念的有 20 名（甲 BS1、甲 BS2、

甲 BS3、乙 AS1、乙 BS2、乙 AS3、乙 AS4、乙 AS5、乙 AS6、乙 AS7、乙 AS8、丙 AS1、丙 AS2、丙 BS3、丙 BS4、丁 BS1、丁 BS2、丁 BS3、丁 BS4、戊 AS1）。但其中回答理由蜜蜂會分泌酸性物質；氨水是鹼性有 12 名（乙 AS1、乙 BS2、乙 AS3、乙 AS4、乙 AS5、乙 AS7、乙 AS8、丁 BS1、丁 BS2、丁 BS3、丁 BS4、戊 AS1）。無法回答理由有 7 名（甲 BS1、甲 BS2、甲 BS3、乙 AS6、丙 AS2、丙 AS3、丙 AS4）。不符合科學概念的有丙 AS1 認爲被蜜蜂叮到的部位成鹼性，和酸性的氨作用成酸鹼中和作用。

例：乙 AS1 晤談內容（訪：95/04/01.13：00~13：30）

R： 你被蜜蜂叮了產生紅腫刺痛（看圖卡八），塗了一點氨水症狀就減輕了不少？

S： 是酸鹼中和原理。

R： 為什麼？

S： 因為氨水為鹼性；蜜蜂有甲酸。

例：丙 AS1 晤談內容（訪：95/03/03.13：00~13：30）

R： 你被蜜蜂叮了產生紅腫刺痛（看圖卡八），塗了一點氨水症狀就減輕了不少？

S： 是酸鹼中和原理。

R： 為什麼？

S： 被蜜蜂叮到的部位成鹼性，和酸性的氨作用成酸鹼中和作用。

小結： 根據以上晤談結果，研究者發現有 20 名（100%）受訪學生認爲被蜜蜂叮了產生紅腫刺痛，塗了一點氨水症狀就減輕了不少，原因是符合酸鹼中和原理。但只有 12 名學生能正確說出理由，認爲蜜蜂會分泌酸性物質；氨水是鹼性。1 名學生認爲蜜蜂叮到的部位成鹼性，和酸性的氨作用成酸鹼中和作用，存在另有概念。

4. 台灣汽機車及工廠排放廢氣造成酸雨現象（看圖卡九），酸雨是酸性還是鹼的？排放廢氣含有何種化學物質會造成酸雨之原因？

本題學生中回答酸雨是酸性的，符合正確科學概念的有 19 名（甲BS1、甲BS2、甲BS3、乙AS1、乙BS2、乙AS3、乙AS4、乙AS5、乙AS6、乙AS7、乙AS8、丙AS1、丙BS3、丙BS4、丁BS1、丁BS2、丁BS3、丁BS4、戊AS1），不符合科學概念的有丙AS2 認爲酸雨是鹼性的。

但其中回答因爲SO_2溶在水中造成酸性雨的有 11 名（乙AS1、乙BS2、乙AS5、乙AS6、乙AS7、丙AS1、丙AS2、丁BS1、丁BS3、丁BS4、戊AS1）符合科學概念；不符合科學概念的有甲BS1 認爲酸性雨是水循環造成的。無法回答理由有 8 名（甲BS2、甲BS3、乙AS3、乙AS4、丙AS3、丙AS4、丁BS2、乙AS8）。

例：乙 AS1 晤談內容（訪：95/04/01.13：00~13：30）

R： 台灣汽機車及工廠排放廢氣造成酸雨現象（看圖卡九），酸雨是酸性還是鹼性的？

S： 酸的。

R： 排放廢氣含有何種化學物質會造成酸雨之原因？

S： 硫化物溶在水中。

R： 二氧化硫溶在水中會生成何物？

S： 亞酸硫。

例：甲 BS1 晤談內容（訪：95/03/22.12：30~13：00）

R： 台灣汽機車及工廠排放廢氣造成酸雨現象（看圖卡九），酸雨是酸性還是鹼性的？

S： 酸的。

R： 排放廢氣含有何種化學物質會造成酸雨之原因？

S： 水循環造成。

小結： 根據以上晤談結果，研究者發現有 19 名（95%）受訪學生認爲酸雨是酸性的；另有 1 名回答酸雨是鹼性，產生另有概念。在回答理由部分有 11 名能正確回答因爲SO_2溶在水中造成酸性雨；1 名認爲酸性雨是水循環造成，存在另有概念。

二、晤談綜合討論

（1）在電解質與解離說題組部分：學生對於電解質定義、分類、導電之原因、原子和離子的區別、電解質水溶液呈電中性，回答不符合科學概念人數較多；（2）酸鹼性質與酸鹼指示劑的檢驗題組部分：學生對酸性物質的正確概念高過於對鹼性及中性物質；另學生使用石蕊試紙檢驗酸鹼性物質的正確概念高於酚酞試劑，一半學生對酚酞試劑在酸鹼溶液中所呈現的顏色不明瞭；（3）酸鹼濃度與 pH 關係

題組部分：大部分學生都能了解 pH 定義及 pH 值在酸鹼中大小關係；(4) 酸鹼中和原理與酸鹼應用生活實例題組部分：大部分學生了解酸鹼中和反應是放熱反應是溫度升高，但有少部分對實驗過程放熱及溫度變化不了解；在酸鹼中和應用方面學生只知原理，但在理由解釋上有困難。

第三節　綜合討論

本節根據前二節開放式紙筆測驗分析與晤談分析結果，將開放式紙筆測驗選擇題部分和紙筆、晤談分析所回答的理由部分做一歸類分析討論，比較原、漢族國三學生對酸鹼認知的差異性、另有概念的來源和與國內外文獻比較。

一、開放式紙筆測驗歸類分析

表 4-3-1 受測學生百分比一致性卡方考驗及試題答對百分比統計表

題號	$\chi^{2}_{(2)}$	p值	原住民%（人數）	漢族%（人數）	總合%（人數）	
1	.930	.628	82.1%（69）	76.9%（40）	80.1%（109）	無顯著差異
			N＝84	N＝52	N＝136	
2-1	1.269	.530	75.6%（62）	66.7%（34）	72.2%（ 96）	無顯著差異
			N＝82	N＝51	N＝133	
2-2	4.777	.092	72.8%（59）	57.1%（28）	66.9%（ 87）	無顯著差異
			N＝81	N＝49	N＝130	
2-3	.289	.865	80.7%（67）	82.0%（41）	81.2%（108）	無顯著差異
			N＝83	N＝50	N＝133	
3-1	3.410	.065	88.9%（72）	76.9%（40）	84.2%（112）	無顯著差異
			N＝81	N＝52	N＝133	
3-2	3.650	.056	34.6%（28）	19.2%（10）	28.6%（ 38）	無顯著差異
			N＝81	N＝52	N＝133	
3-3	3.137	.077	33.3%（27）	19.2%（10）	27.8%（ 37）	無顯著差異

			N＝81	N＝52	N＝133	
4-1	2.939	.086	47.4%（36）	32.0%（16）	41.3%（ 52）	無顯著差異
			N＝76	N＝50	N＝126	
4-2	1.260	.533	57.1%（44）	53.1%（26）	55.6%（ 70）	無顯著差異
			N＝77	N＝49	N＝126	
5-1	.004	.950	24.0%（18）	24.5%（12）	24.2%（ 30）	無顯著差異
			N＝75	N＝49	N＝124	
5-2	.985	.611	28.2%（20）	36.7%（18）	31.7%（ 38）	無顯著差異
			N＝71	N＝49	N＝120	
6-1	1.491	.222	27.0%（20）	17.6%（9）	23.2%（ 29）	無顯著差異
			N＝74	N＝51	N＝125	
6-2	2.914	.088	28.4%（21）	43.1%（22）	34.4%（ 43）	無顯著差異
			N＝74	N＝51	N＝125	
6-3	.402	.526	24.3%（18）	29.4%（15）	26.4%（ 33）	無顯著差異
			N＝74	N＝51	N＝125	
7-1	9.527	.009*	75.7%（56）	52.9%（27）	66.4%（ 83）	達顯著差異
			N＝74	N＝51	N＝125	
7-2	.729	.695	47.2%（34）	40.0%（20）	44.3%（ 54）	無顯著差異
			N＝72	N＝50	N＝122	
7-3	.295	.863	60.0%（42）	56.0%（28）	58.3%（ 70）	無顯著差異
			N＝70	N＝50	N＝120	
7-4	.286	.867	42.6%（26）	38.8%（19）	40.9%（ 45）	無顯著差異
			N＝61	N＝49	N＝110	
8	2.332	.312	80.3%（57）	72.5%（37）	77.0%（ 94）	無顯著差異
			N＝71	N＝51	N＝122	
9-1	1.875	.392	80.8%（63）	71.2%（37）	76.9%（100）	無顯著差異
			N＝78	N＝52	N＝130	

9-2	1.322	.516	53.5%（38）	42.9%（21）	49.2%（ 59）	無顯著差異
			N＝71	N＝49	N＝120	

＊代表 p＜.05

從表 4-3-1 得知原住民學生答對率超過六成之題目爲第 1、2-1、2-2、2-3、3-1、7-1、8、9-1 題，原住民學生對電解質之導電情形、電解質解離成正負離子、電解質解離後在水溶液中正負離子運動情形、電解質解離後離子個數比、酸性物質之檢驗、酸鹼中和爲放熱反應、酸鹼中和原理之運用、酸雨爲酸性，這些科學概念的認知較高。漢族學生答對率超過六成之題目爲第 1、2-1、2-3、3-1、8、9-1 題，漢族學生對電解值之導電情形、電解質解離成正負離子、電解質解離後離子個數比、酸鹼中和原理之運用、酸雨爲酸性，這些科學概念的認知較高。整體上原住民學生大部分題目答對率優於漢族學生，原、漢族學生對於鹼性、中性物質的辨別；pH值定義；〔H^+〕及〔OH^-〕分辨酸性、中性、鹼性溶液的差異，在概念上混淆不清，答對率均不到四成。

另外以卡方考驗來檢定原、漢學生每題答題是否有差異性，僅有 7-1 題有顯著差異性外，其他各題皆無顯著差異，顯示策略聯盟國三學生不因族群不同在答題方面而有所差異。研究者調查五所策略聯盟國中學生之家庭背景顯示，父母親學歷以國、高中者佔 90%，大專學歷者只佔 5%；父母親職業以農業、打零工佔 90%以上，單親家庭佔 30%以上。此外，最近五年學區越區就讀情形嚴重，約佔每年國小畢業生總數的 20%~30%，國小畢業前五名學生或家庭社經地位高之學生，大部份都越區就讀。張善楠與黃毅志（1997）對於原漢族別、家庭對學童教育的影響研究發現：父母教育、父母親職業較低、加上單親家庭、子女數多，降低了學童的家庭財務資本及家庭內社資本，導致學業成績低落（引自楊肅棟，1999）。本研究中原、漢學生在每題答題呈現不顯著差異，在酸鹼概念學習上反應之一致性，意謂著家庭在社經地位是影響學生學業表現之主因，而非族群差異。

二、酸鹼另有概念歸類分析

綜合紙筆測驗、晤談，分析整理出原漢國三學生對酸鹼之另有概念，發現學

生有許多與專家概念不同的地方，以下將學生另有概念分成四個主題整理如表 4-3-2、4-3-3。

表 4-3-2 紙筆測驗學生回答理由的另有概念

概念主題	次概念	命題敘述	另有概念
電解質與解離說	電解質與非電解質	1-1 化合物的水溶液能導電者爲電解質，不能導電者爲非電解質。	1. 只要能導電的物質溶於水中就能導電，燈就會亮。 2. 因爲導電的物質不是電解質。 3. 只有酸鹼性物質溶解水中才能導電。
	電解質水溶液的解離	1-2 電解質解離後成離子狀態。	1. 電解質只有解離出負離子。 2. 電解質解離後帶電量相似。 3. 電解質解離爲中和作用。
	離子在通電時運動情形	1-2 氯化鈉正、負離子自由運動能導電。	1. 鈉離子向正極板移動，氯離子向負極板移動。 2. 異性電相吸、同性電相斥。 3. 解離後往正負極兩邊跑才會平均。
	電解質水溶液呈電中性原因	1-3 電解質水溶液正、負電荷總電量相等呈電中性。	1. 因氯化鈉解離自己會平衡呈電中性。 2. 正、負電荷都一樣多因爲符合等比關係。
酸與鹼的性質	酸性鹼性物質的共通性	2-1 酸性溶液常有酸味、具腐蝕性，大多數酸性溶液會與活性較大金屬、大理石反應產生氣體。 2-2 鹼性溶液具腐蝕性、可溶解油脂、摸起來有滑膩感、有澀味。	1. 用視覺或味覺去判斷酸鹼性。 2. 酸性物質就是很酸、中性物質是中等。 3. 看顏色判斷。
		3-1 常用的酸鹼指示劑，變色結果可知溶液酸鹼性。	1. 藍色石蕊試紙呈紅色爲鹼性。 2. 酚酞試劑呈無色爲鹼性。
酸鹼的濃度與pH值	以pH值分辨酸性、中性、鹼性溶液差異	3-2 pH 值表示氫離子的濃度，pH 值越小酸性越強，pH 值越大鹼性越強。	1. pH 值表示水溶液的酸鹼性，和水溶液中氫氧根離子濃度有關。 2. 酸性的 pH 最高、鹼性 pH 最低。 3. pH 值表示水溶液的鹼性，和水溶液中氫離子濃度有關。 4. pH 值表示水溶液的中性，和水溶液中氫離子濃度有關。 5. pH 值表示水溶液的鹼性，和水溶液中氫氧根離子濃度有關。 6. pH 值表示水溶液的酸性，和水溶液中氫離子濃度有關。
	〔H^+〕及〔OH^-〕分辨酸性、中性、鹼性溶液差異	3-3〔H^+〕＞〔OH^-〕酸性溶液。 〔H^+〕＝〔OH^-〕中性溶液。	1. 在純水中加入氯化鈉： 〔H^+〕＞〔OH^-〕水溶液呈鹼性。 〔H^+〕＜〔OH^-〕水溶液呈酸性。 2. 在純水中加入硝酸：

	液的差異。	〔H^+〕＜〔OH^-〕鹼性溶液。	〔H^+）＝〔OH^-），水溶液呈中性。 〔H^+）＜〔OH^-），水溶液呈鹼性。 3. 在純水中加入氨： 〔H^+）＞〔OH^-），水溶液呈酸性。 〔H^+）＝〔OH^-），水溶液呈中性。
酸鹼中和	酸與鹼的反應現象和產物	4-1 酸（鹼）溶液中加鹼（酸）反應的變化爲放熱反應。	1. 酸鹼中和反應會放出不同能量。 2. 酸鹼中和是吸熱反應。
		4-2 中和反應是放熱反應，產物爲水和鹽。	1. 產物鹽類爲鹼性的物質。 2. 產物鹽類爲酸性的物質。
	H^+和OH^-作用生成水。	4-3 酸鹼中和離子反應式。	1. 酸鹼中和離子反應因爲水爲中性。 2. 酸鹼中和離子反應去掉一些元素。
	日生活常見酸鹼中和原理	4-4 酸鹼中和原理應用和日生活常見鹽的用途	1. 蜜蜂分泌酸性物質；氨水爲鹼性，應用稀釋原理。 2. 是應用氧化還原原理。
			1. 酸雨中含有氯氣產生鹽酸。 2. 雨水中有鹽酸、硝酸。 3. 含有氨氣是酸性的。

表 4-3-3 晤談學生回答理由的另有概念

概念主	次概念	命題敘述	學生另有概念

題			
電解質與解離說	電解質與非電解質	1-1 化合物的水溶液能導電者爲電解質，不能導電者爲非電解質。	1. 認爲酒精、蔗糖水溶液能導電。 丙 AS1、丙 AS2、丁 BS1、丙 BS3、丁 BS2 2. 認爲電解質只有酸鹼性。 甲 BS1、丙 AS1、丙 BS3、丁 BS1 3. 認爲電解質只有鹼性。 丙 AS2 4. 認爲電解質一個鹼性、二個酸性。 乙 AS4 5. 認爲含氫和氧的物質爲電解質。 丁 BS2
	電解質的定義		1. 所有能導電的物質就是電解質。 甲 BS2、乙 BS2 2. 認爲產生酸的就是電解質。 乙 AS3 3. 會產生電，把東西分解爲電子、離子、原子。 丁 BS1、丁 BS4
	電解質的分類		1. 電解質分成電子、離子、原子。 丙 AS1、丙 AS2、丁 BS1、丁 BS3 2. 電解質分成中子、質子、電子。 甲 BS4、丙 BS4 3. 電解質分成中子、電子、原子。 丙 AS3
	電解質水溶液的解離	1-3 電解質解離後成離子狀態。	1. 電解質只有解離出電子。 乙 AS8、丙 BS3、丁 BS2
	離子和原子區別		1. Na會解離、Na^+ 不會解離。 乙 AS1、丙 AS1 2. 一個可通電一個不可以 乙 AS6、丁 BS2
	離子在通電時運動情形	1-2 氯化鈉正、負離子自由運動能導電。	1. 鈉離子向正極板移動，氯離子向負極板移動。 甲 BS2、乙 AS3、乙 AS4、乙 AS5、丙 BS3、丙 BS4、丁 BS3、丁 BS4
	電解質水溶液呈電中性原因	1-3 電解質水溶液正、負電荷總電量相等呈電中性。	1. 因氯化鈉解離自己會平衡呈電中性。 乙 AS6 2. 認爲解離成一個正離子、一個負離子會互相抵銷就是電中性。 乙 AS5 3. 解離成一個正離子、一個負離子加起來就是電中性。 丁 BS1、丁 BS2

NTTU Library

酸與鹼的性質	酸性鹼性物質的共通性	2-1 酸性溶液常有酸味、具腐蝕性，大多數酸性溶液會與活性較大金屬、大理石反應產生氣體。 2-2 鹼性溶液具腐蝕性、可溶解油脂、摸起來有滑膩感、有澀味。	1. 糖水爲酸性溶液。 丙 AS1、丁 BS2 2. 氫氧化鈉爲酸性物質。 丙 AS2 3. 糖水是鹼性溶液。 乙 AS8 4. 石灰水是中性溶液。 甲 BS2、乙 AS7、丙 AS3、丁 BS4 5. 肥皂水、石灰水是中性溶液。 丙 AS4 6. 石灰水、氫氧化鈉是中性溶液。 丁 BS2
		3-1 常用的酸鹼指示劑，變色結果可知溶液酸鹼性。	1. 認爲酸性用紅色石蕊試紙變藍、鹼性用藍色石蕊試紙變紅。 甲 BS3 2. 酚酞試劑在酸中紅色；鹼中藍色。 甲 BS3、乙 AS8、丙 AS3 3. 酚酞試劑在酸中有白色沉澱沒有就是鹼性。 丙 AS1 4. 酚酞試劑在酸中黃色；鹼中紅色。 丙 AS2 5. 酚酞試劑在酸中藍色；鹼中紅色。 丙 AS4 6. 酚酞試劑在酸中藍色；鹼中無色。 丁 BS4
酸鹼的濃度與pH值	以pH值分辨酸性、中性、鹼性溶液差異	3-2 pH 值表示氫離子的濃度，pH 值越小酸性越強，pH 值越大鹼性越強。	1. pH 值是表示水溶液的中性。 甲 BS1 A.試管中溶液使紅色石蕊試紙呈藍色、B.試管中溶液使酚酞試劑呈無色、C.試管中溶液爲純水。 1. pH 值的大小順序 C＞A＞B。 甲 BS3 2. pH 值的大小順序 B＞C＞A。 乙 AS4 3. pH 值的大小順序 B＞A＞C。 乙 AS7、丁 BS2 4. pH 值的大小順序 A＞B＞C。 丁 BS4
	〔H^+〕及〔OH^-〕分辨酸性、中性、鹼性溶液的差異。	3-3〔H^+〕＞〔OH^-〕酸性溶液。 〔H^+〕＝〔OH^-〕中性溶液。 〔H^+〕＜〔OH^-〕鹼性溶液。	1. 在純水中加入鹽酸： 〔H^+〕＜〔OH^-〕。 乙 AS6、丙 AS1、丙 AS2、丙 AS4 2. 在純水中加入氨： 〔H^+〕＞〔OH^-〕。 乙 AS7、丙 AS1、丙 BS4 〔H^+〕＝〔OH^-〕。 甲 BS2、丙 AS2、丙 BS3

酸鹼中和	酸與鹼的反應現象和產物	4-1 酸（鹼）溶液中加鹼（酸）反應的變化爲放熱反應。	1. 放熱反應使溫度下降。 甲 BS3、乙 AS3 2. 吸熱反應使溫度下降。 丙 AS1、丙 AS2 3. 吸熱反應使溫度上升。 丙 AS3 加入酚酞指示劑之作用： 4. 酚酞指示劑之作用是讓反應變快。 丙 AS1、丙 AS2 5. 酚酞示劑之作用是檢驗吸熱或放熱。 甲 BS1
		4-2 中和反應是放熱反應，產物爲水和鹽。	1. 產物是白色顆粒鹼性物質。 丙 AS2
	日生活常見酸鹼中和原理	4-4 酸鹼中和原理應用和日生活常見鹽的用途	1. 蜜蜂叮到的部位成鹼性，和酸性的氨作用。 丙 AS1
			1. 酸雨是鹼性。 丙 AS2 2. 酸性雨是水循環造成的。 甲 BS1

三、酸、鹼另有概念的來源

根據表 4-3-2、4-3-3 學生回答理由，及表 2-2-1 的國內文獻整理分析，歸納出學生對於酸鹼另有概念之來源或原因，討論舉例如下：

（一） 日常生活經驗和觀察直覺

在學生日常生活經驗中，含水溶液的物質都會傳導電，金屬類物質都能導電，因此使得學生認爲所有物質溶於水中就能導電，燈就會亮（甲 BS2、乙 BS2）。認爲所有中和反應產物爲鹽，是白色顆粒鹼性物質（丙 AS2）。

（二） 學科背景知識的不足

對酸性鹼性物質的共通性認識不清楚，才會產生糖水爲酸性溶液（丙 AS1、 丁 BS2）、石灰水是中性溶液（甲 BS2、乙 AS7、丙 AS3、丁 BS4）等錯誤之辨別。pH 值定義概念不清楚，認爲 pH 值和水溶液中性（甲 BS1）。認爲酸性用紅色石蕊試紙變藍、鹼性用藍色石蕊試紙變紅（甲 BS3）。

（三） 學習誤解或過度推論

學生從化學式去判斷，認爲含氫和氧的物質爲電解質，誤認酒精、蔗糖都爲電解質（丁 BS2；丙 AS1、丙 AS2、丁 BS1、丙 BS3、丁 BS）。學生認爲電解質分成中子、

質子、電子三類（甲 BS4、丙 BS4），和拉塞福的原子模型學說混淆在一起產生錯誤推論。氯化鈉在水溶液中解離後，通電過程鈉離子向負極板移動、氯離子向正極板移動，解釋爲異性電相吸、同性電相斥，將阿瑞尼士解離說和電學混淆在一起去推論。

（四） 學生先前經驗影響建構而成

受到數學正負數加減法的影響，認爲氯化鈉解離成一個正離子、一個負離子會互相抵銷，使溶液呈電中性（乙 AS5）。解離成一個正離子、一個負離子加起來就是電中性（丁 BS1、丁 BS2）。正、負電荷都一樣多因爲符合等比關係。

（五） 教師教學的影響

紙筆測驗學生回答理由部分學生填寫實驗做過、上課老師講過、課本得到的，受到教學情境及教師在教學上的誤導。

（六） 文字的混淆

學生受到日常用語望文生義，電解質只有解離出電子（乙 AS8、丙 BS3、丁 BS2）。酸性物質就是很酸、中性物質是中等。

四、酸鹼另有概念與國內外文獻比較

研究者將學生紙筆測驗和晤談存在的另有概念，和國內外相關文獻做比較歸納出相似點即進一步發現，如表 4-3-4：

表 4-3-4 酸鹼另有概念與國內外文獻比較

概念主題	另有概念相似點	國內外研究者	研究者新的發現
電解質與解離說	1. 電解質中陰陽離子個數必相等。 2. 酒精是電解質可以導電。 3. 電解質能導電和水溶液中電子有關。 4. 電解質解離後陽離子由向正極；陰離子游向負極。 5. 鹽類非電解質。	宋志雄，1992 陳珊珊，1993 陳珊珊，1993 施朱娟，1998 施朱娟，1998	1. 蔗糖水溶液能導電是電解質。 2. 電解質只有解離出負離子。 3. 電解質只有鹼性。 4. 含氫和氧的物質爲電解質。 5. 所有能導電的物質就是電解質。 6. 產生酸的就是電解質。 7. 電解質分成中子、質子、電子三類。 8. 解離成一個正離子、一個負離子加起來或互相抵銷就是電中性。
酸與鹼的性質	1. 氨水是酸。 2. 酸或鹼有特定的顏色。 3. 酸可聞的。	Ross,1991 Nakhleh,1994 Nakhleh,1994	1. 酸性物質就是很酸、中性物質是中等。 2. 糖水爲酸性溶液。 3. 糖水是鹼性溶液。 4. 肥皂水、石灰水是中性溶液。 5. 氫氧化鈉是中性溶液。
酸鹼的濃度與pH值	1. pH 值測得的是酸度不是鹼度。	Ross,1991	1. 酸性的 pH 最高、鹼性 pH 最低。 2. pH 值表示水溶液的中性。 3. pH 值和氫氧根離子濃度有關。
酸鹼中和	1. 酸鹼中和產生鹽類即爲食鹽。 2. 酸鹼中和反應產生的溶液爲中性。	陳珊珊，1993 蘇景進，2004	1. 酸鹼中和放熱反應使溫度下降。 2. 吸熱反應使溫度上升。 3. 酚酞指示劑之作用是讓反應變快。 4. 酚酞示劑之作用是檢驗吸熱或放熱。
酸鹼中和原理應用	1. 酸雨是氯氣所形成的。 2. 酸雨主要和二氧化碳的含量有關。 3. 酸雨是鹼性。	Ross,1991 施朱娟，1998 陳景期，2003	1. 酸性雨是水循環造成的。 2. 雨水中有鹽酸、硝酸。

綜合表 4-3-4：研究者發現國內外酸鹼概念的研究，都集中在酸鹼性質、pH 值、酸鹼中和。電解質與解離說部分，國內研究很多但國外相關研究甚少；另在酸鹼指示劑、離子濃度方面，在國內外相關研究也不多。

第五章 結論與建議

本研究採用開放式紙筆測驗、事例晤談資料，探究台東關山地區國三學生的酸鹼概念的另有想法及形成原因，並比較原、漢族學生對酸鹼概念的理解情形是否存有差異。本章歸納結果提出本研究的結論，並對國中自然與生活科技領域教學及未來研究提出建議。

第一節 研究發現與結論

一、開放式紙筆測驗選擇題部分：

（一） 在四項主題中，研究發現受測對象在：（1）區別電解質與非電解質；（2）電解質溶在水中解離成正、負離子；（3）電解質水溶液通電時，正負離子移動方向；（4）電解質溶液完全解離後正、負離子數比；（5）了解酸性溶液之性質；（6）酸鹼中和反應是放熱反應；（7）酸鹼中和作用的原理，在生活上的應用方面；（8）辨別酸雨的酸、鹼性方面，普遍存在有正確概念（答對率 65%－85%）。

（二） 研究發現受測對象在：（1）了解鹼性溶液之性質、中性溶液之性質；（2）從酸鹼指示劑顏色的變化結果知道溶液的酸鹼性；（3）以pH值分辨酸性、中性及鹼性溶液的差異；（4）了解pH值定義，可以知道pH值表示H^+的濃度；（5）以〔H^+〕及〔OH^-〕分辨酸性、中性及鹼性溶液的差異；（6）在純水中加入不同溶質比較溶液中〔H^+〕與〔OH^-〕之關係和判斷水溶液呈酸性、中性或鹼性；（7）酸鹼中和反應中加入酚酞指示劑的作用；（8）酸鹼中和反應最後的生成物爲鹽和水；（9）酸鹼中和作用是酸中H^+和鹼中OH^-作用生成H_2O；（10）辨別酸雨是何種廢氣溶在雨水中所形成的，則存有另有概念（答對率

20%－60%）。

（三） 比較原、漢學生間是否存有差異，研究結果顯示除 7-1 題外其餘均未達統計上顯著差異，且原住民生答對率普遍高於漢族，在酸鹼概念學習上反應之一致性。

二、本研究之發現與國內外文獻比較

（一） 電解質的另有概念：認爲酒精是電解質可以導電；與陳珊珊（1993）研究相類似。鹽類非電解質；與施朱娟（1998）研究相類似。本研究新的發現爲：蔗糖水溶液是電解質、所有能導電的物質就是電解質、含氫和氧的物質爲電解質、電解質分成中子、質子、電子三類。

（二） 解離說方面的另有概念：電解質中陰、離子個數必相等；此與宋志雄（1992）研究相類似。解質能導電和水溶液中電子有關；此與陳珊珊（1993）研究相類似。電解質解離後陽離子由向正極；陰離子游向負極；此與施朱娟（1998）研究相類似。本研究新的發現爲：電解質只有解離出負離子、解離成一個正離子、一個負離子加起來或互相抵銷就是電中性。

（三） 酸雨鹼性質的另有概念：氨水是酸的；此與 Ross（1991）研究相類似。酸或鹼有特定的顏色、酸可聞的；此與 Nakhleh（1994）研究相類似。本研究新的發現爲：糖水爲酸性溶液、肥皂水、石灰水是中性溶液、氫氧化鈉是中性溶液。

（四） 酸鹼的濃度與 pH 值的另有概念：pH 值測得的是酸度不是鹼度；此與 Ross（1991） 研究相類似。本研究新的發現爲：酸性的 pH 最高、鹼性 pH 最低、pH 值表示水溶液的中性、pH 值和氫氧根離子濃度有關。

（五） 酸鹼中和的另有概念：酸鹼中和產生鹽類即爲食鹽；此與陳珊珊（1993）研究相類似。酸鹼中和反應產生的溶液爲中性；此與蘇景進（2004）研究相類似。本研究新的發現爲：酸鹼中和放熱反應使溫度

下降、酚酞指示劑之作用是讓反應變快、酚酞示劑之作用是檢驗吸熱或放熱。

（六） 酸鹼中和原理運用的另有概念：酸雨是氯氣所形成的；此與 Ross（1991）研究相類似。酸雨主要和二氧化碳的含量有關；此與施朱娟（1998）研究相類似。酸雨是鹼性；此與陳景期（2003）研究相類似。本研究新的發現爲：酸性雨是水循環造成的、酸雨中有鹽酸、硝酸。

三、學生對酸鹼的另有概念的來源及成因

（一） 受到日常生活和觀察直覺

學生很容易受到舊有的經驗影響，只要觀察到某種現象就直覺去判斷，例如認爲所有物質溶在水中就能導電。

（二） 學科背景的不足

學生在國小學習到的酸鹼性質、酸鹼指示劑的應用等，無法和國中階段所學的相互連結以致造成概念上模糊不清，例如對鹼性和中性的溶液辨別困難，認爲糖水是鹼性、肥皂水是中性。

（三） 學習誤解或過度推論

學生對道耳吞（Dalton）的原子說、拉塞福（Rutherford）的原子模型學說、阿瑞尼斯（Arrhenius）的離子說混淆不清，對於不同的粒子如原子、離子、電子、質子、中子的區別無法分辨清楚，造成誤解和推論錯誤，例如認爲電解質可分爲電子、質子、中子三類；電解質只有解離出電子。

（四） 學生先前經驗影響建構而成

學生受到學習數學計算的影響，認爲電解質水溶液解離後保持電中 性是因爲正離子和負離子加起來就互相抵消。

（五） 教師教學上的影響

學生填答或晤談回答理由，學生只能填寫或回答老師講過實驗做過，卻不能將完整的概念講出。

（六） 文字上的混淆

學生只憑字面上的意思去解釋酸鹼概念和現象。例如酸性物質就是很酸、中性物質就是中等。

第二節 建議

一、對教師教學方面

在上課前先要了解學生的先備知識，找出學生的另有概念統整出不同的概念，教師在教學過程中，能針對這些另有的概念不斷的詳細解釋，使學生在概念上能得到釐清。尤其對於化學專有名詞之定義和抽象的現象，老師應該講述清楚，例如：電解質、非電解質；原子、電子、中子、離子的區別；解離說的要義及對原子結構的了解；酸鹼的通性、用指示劑辨別溶液的酸鹼性；pH值的定義、pH值如何表示溶液的〔H^+〕；莫耳濃度定義、〔H^+〕、〔OH^-〕和溶液酸鹼性之關係；酸鹼中和的定義及定性定量的變化；酸鹼中和的應用、自然界現象酸雨等。

二、實驗課程方面

在紙筆測驗學生回答理由部分，發現學生能選擇正確的答案卻無法回答正確的理由，許多學生只能填答上課老師講過；實驗做過，可見學生在學習過程只憑記憶去填寫答案，對真正的原因無法述說清楚。實驗活動方面要求學生有計畫的仔細觀察，紀錄實驗過程每一步驟的發現，由實驗得到的結果去研判課本上的論點，並在實驗後各組能勇於發表實驗所得到的結果與分享實驗心得，之後教師在適時修正或補充說明。對於較抽象的電解質的解離或離子移動導電的現象，在實驗課時可用大小及顏色不同的吸板磁鐵來說明。

三、課程教材和評量方面

希望能開發多媒體活潑動畫的軟體，增強學生學習的意願及動機。在評量方

面除了紙筆測驗外，可增加針對個人實驗操作定性的測驗，研究者在晤談中發現生活化的問題學生比較能回答，較抽象不易觀察的現象就無法探究出學生心中的想法，所以應鼓勵學生口頭發表作爲評量的參考。對於低成就的學生可實施動態評量方式，這樣才能觀察到學生在學習過程產生的另有概念，有助於澄清學生在概念上的不清楚。

四、對未來研究方向之建議

（一） 研究樣本方面：本研究只侷限於台東縣關山區策略聯盟五所國三學生爲研究樣本，爾後相關研究可增加樣本數擴大到花東地區，另外在樣本變項比較方面可增加一般地區、偏遠地區和離島地區之比較，可比較出不同類型學校及城鄉之間是否有差異，作爲現場老師編寫補充教材的參考依據。

（二） 研究工具方面：本研究資料之蒐集是以開放式紙筆測驗、事例晤談爲主，在研究過程還是發現有些缺失，未來研究可以針對學生增加簡單的現場實驗操作，例如：電解質的導電性、指示劑檢驗分辨酸鹼的應用、酸鹼中和的滴定和加入指示劑的目的等，更進一步了解學生除了描述型定義的認知外，在操作型定義方面更能探究出學生的另有概念。再進一步研究時可嘗試其他方法如二階段式測驗、概念圖等，使能的到更完整的研究資料。

參考文獻

一、中文部份

王美芬、熊召弟（1998）。**國民小學自然科教材教法**。台北：心裡。

宋志雄（1992）。**探究國三學生酸與鹼的迷思概念並應用以發展教學診斷工具**。國立彰化師範大學化學研究所論文（未出版）。

汪克仁（1992）。**國中學生植物運輸概念的發展**。國立彰化師範大學科學教育研究所碩士論文（未出版）。

余民寧（1997）。**有意義的學習－概念構圖之研究**。台北：商鼎。

余淑君（2002）。**以動態評量探究國小五年級學童酸鹼概念的概念改變機制**。國立台北師範學院數理教育研究所碩士論文（未出版）。

李詩閔（2001）。**以微量實驗裝置的教學活動探討學生對酸鹼概念的學習情況**。國立台灣師範大學化學研究所碩士論文（未出版）。

邱煥文（2000）。**利用概念圖探究國三學生酸與鹼的概念學習**。國立台北師範學院數理教育研究所碩士論文（未出版）。

林英智等編（2006）。**國中自然與生活科技第四冊**。台北：康軒文教事業。

施朱娟（1997）。**國中酸鹼概念教學之研究**。國立台灣師範大學化學研究所碩士論文（未出版）。

洪文東、楊志強（2002）。教學對概念改變之研究－以國小五年級「電磁鐵」單元爲例。**屏東師院科學教育，15**，54-67。

姚錦棟（2002）。**我國中學生酸鹼鹽迷思概念和心智模式之研究**。國立台北師範大學科學教育研究所碩士論文（未出版）。

施祐吉（2004）。**策略聯盟概念應用於國小經營之現況研究－以屏東縣爲例**。國立台東師範學院教育研究所碩士論文（未出版）。

許丹瓊、王澄霞（1984）。就我國現行小學自然科學與國中高中科學課程試用教材分析中、小學課程中化學概念的發展。**科學教育月刊，74**，34-50。

陳啓民（1991）。**發展紙筆測以探究高一學生對直流電路的迷思概念**。彰化師大科學教育研究所碩士論文（未出版）。

陳姍姍（1992）。**國三學生酸鹼概念之研究**。國立台灣師範大學化學研究所碩士論文（未出版）。

陳景期（2003）。**以人本建構教學策略探究國小五年級學童水溶液酸鹼之概念改變機制**。國立台北師範學院數理教育研究所碩士論文（未出版）。

郭重吉（1990）。學生科學知識認知結構的評估與描述。**彰化師範大學學報，1**，279-319。

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。

郭重吉（2000）。事例晤談與事件晤談－以物理概念爲例。**八十九年度「自然科學概念研習坊」會議手冊**，台北市。

郭玉婷、譚光鼎（2002）。泰雅族青少年學習式態之探討。**教育研究資訊，10**（3），149-165。

張木川（1995）。促進概念改變教學法（I）。**科學教育月刊，185**，21-27。

張木川（1996）。促進概念改變教學法（II）。**科學教育月刊，186**，11-18。

張惠博（1999）。**迷思概念研究的方法。**「科學概念學習研究」研習會。台北市：國立台灣師範大學。

張敬宜（1994）。精孰學習理念對師院非數理系學生化學成就之探討－酸、鹼與鹽。**台北師院學報，6**，545－584。

張靜儀（2002）。科學迷思概念的研究與概念改變教學。**屏東師院科學教育，16**，49-56。

黃台珠（1984）。概念的研究及其意義。**科學教育月刊，66**，44－56。

黃萬居（1994）。國小高年級學生的認知階層與酸鹼概念之研究。**台北市立師範學院學報，25**，1-35。

黃萬居（1996a）。國小中年級學生對酸鹼概念認知之研究。**科學教育研究與發展季刊，4**，1-29。

黃萬居（1996b）。國小教師對酸鹼的迷思概念之研究。**台北市立師範學院學報，27**，105-132。

黃萬居（2005）。**台灣地區國小學生酸鹼迷思概念類型和成因之研究（IV）（2/2）**。國科會專題研究計劃成果報告，NSC-2522-S-133-007。

傅麗玉（1999）。從世界觀探討原住民中小學科學教育。**科學教育學刊，7**（1），71-90。

傅麗玉（2004）。誰的科學教育？中小學科學教育的多元文化觀點。**課程與教學季刊，7**（1），91-108。

楊肅棟（1999）。**原漢族別與學業成績關聯性之追蹤調查研究-以台東地區國小學童爲例**。國立台東師範學院教育研究所碩士論文（未出版）。

賈馥茗（1992）。**教育與成長之路**。台北：師大書苑。

葉芙妏（2002）。**屏東縣漢原族群國小學童蒸發與凝結概念之比較研究**。國立屏東師範學院數理教育研究所碩士論文（未出版）。

趙素敏（2004）。**國小學童酸鹼迷思概念類型與成因之研究**。台北市立師範學院科學教育研究所論文（未出版）。

歐陽鍾仁（1987）。**科學教育概論**。台北：五南。

歐用生（1991）。**內容分析法**。載於黃光雄、簡茂發主編，教育研究法（229-254）。台北市：師大書苑。

熊召弟、王美芬、段曉林、熊同鑫譯（1996）。**科學學習心理學**。台北：心理。

廖焜熙（2001）。理化科學概念及過程技能之研究回顧與分析。**科學教育月刊，238**，2-11。

劉俊庚（2002）。**迷思概念與概念改變教學策略之文獻分析－以概念構圖後後設分析模式探討其意涵與影響**。國立台灣師範大學科學教育研究所碩士論文（未出版）。

鄭昭明（1993）。**認知新理學－理論與實踐**。台北：桂冠。

鄭麗玉（1993）。**認知心理學－理論與應用**。台北：五南。

鄭麗玉（1998）。如何改變學生的迷思概念。**教師之友，39**（5），28-36。

鄭湧涇（1998）。**概念學習研究對科學教師與師資的啓示**。國民中學學生概念學習學術研討會論文集，18-32。

鄭麗玉（2000）。**認知與教學**。台北：五南。

蘇景進（2004）。**高三學生酸鹼鹽迷思概念之研究**。國立台北師範大學科學教育研究所碩士論文（未出版）。

謝青龍（1995）。從迷思概念到另有架構的概念改變。**科學教育月刊，180**，23-29。

鍾聖校（1994）。對科學教育錯誤概念研究之省思。**教育研究資訊，2**（3），89-110。

NTTU Library

二、英文部分

Abimbola, I. O. (1988). The problem of terminology in the study of student conception in science.*Science Education, 72*(2), 175-184.

Cros, D., Maurice, M., Amouroux, R., Chastrette, M., Leber, J., & Fayol, M. (1986). Conception of first-year university students of the constituents of matter and the notions of acids and bases. *International Journal of Science Education, 8*(3), 305-313.

Cros, D., Chastrette, M., & Fayol, M. (1988). Conception of second-year university students of some fundamental notions in chemistry. *International Journal of Science Education, 10*(3), 331-336.

Driver, R., and Oldham, V. (1986). A constructivist approach to curium development in science. *Studies in Science Education, 13,* 105-122.

Fisher, K. M. (1985). A misconception in biology：Amino acids and translation. *International Journal of Science Education, 22*(1), 53-62.

Gauld, C. (1987). Student beliefs and cognitive structure . *Research in Science Education, 17*, 87-93.

Gibert, J.K.,Osborn, R.J.,and Fensham, P.J. (1982). Childrens' science and its consequences for teaching. *Science Education, 66*(4), 623-633.

Head, J. (1986). Research into "Alternative Frameworks": promise and problems. *Science and Technological Education, 4*(2), 203-211.

Hashweh, M. (1988). Descriptive studies of students' conceptions in science. *Journal of Research in Science Teaching, 25*(2), 121-134.

Linder, M.,C. J. (1993). University physics students' conceptualization of factors affecting the speed of sound propagation. *International Journal of Science Education, 15*(6), 655-622.

Novak, J D.＆Gowin, D. B. (1984). *Learing how to learn*. Cambridge University Press.

NTTU Library

Nakhleh, M. B. ＆ Krajcik, J. S. (1993). A protocol analysis of the influence of technology on students' acvions, verbal commentary, and thought process during the performance of acid-base titrations. *International Journal of Science Education, 30*(9), 1149-1168.

Nakhleh, M. B. ＆ Krajcik, J. S. (1994). Influence on levels of information as presented by different technology on students' understanding of acid, base, and pH concepts. *International Journal of Science Education, 31*(10), 1077-1096.

Novak, J. D. (1988). Learing science and science of learing. Study in *Science Education, 15*, 77-101.

Paradhan, H. ＆ Bano, Y. (2001). Science teacher' alternate conception about direct-currents. *International Journal of Science Education, 23*(3), 301-318.

Pozo, R. M. D. (2001). Prospective teacher' ideas about the relationship between concepts describing the composition of matter. *International Journal of Science Education, 23*(4), 353-371.

Ross, H. B. & Munby, H. (1991). Concept mapping and misconception：a study of high-school students' understanding of acids and bases. *International Journal of Science Education, 13*(1), 11-23.

Ross, B & West, L.H T. (1986). Conceptional understanding and science learing：An interpretation of research within a source of knowledge framework. *Science Education, 70*(5), 583-564.

Schmidt, H, J.（1991）.A label as a hindden persuader：chemists'neutralization concept. *International Journal of Science Education, 13*(4), 459-472.

Schmidt, H, J. (1997). Students' misconceptions –looking for a pattern *Science Education, 81*(2), 123-135.

Treagust, D. F. (1988). Development and use of diagnostic tests to evaluate students' misconception in Science. *International Journal of Science Education. 10*(2), 159-169.

Wandersee, J.H.,Mintzes J. J.,& Novak, J. D. (1994). Research on alternative conceptions in science.In D.L.Gable(Ed.), *Handbook of Research on Science Teaching and Learning：A Project of the National Science Teachers Association* (pp.177-210), NY:Macmillan.

NTTU Library

附錄一　　開放式選擇測驗預試另有概念人數統計表

問卷 概念類型	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	小計	百分比
電解質導電之辨別分析		✓	✓	✓	✓	✓	✓			✓		✓	✓	✓		✓	✓		✓	✓	✓	✓		✓	17	71%
氯化鈉之解離現象	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓		✓		✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	20	83%
電解質之解離說	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	20	83%
辨別不同溶液之酸鹼、中性				✓	✓		✓			✓			✓	✓		✓			✓	✓		✓	✓	✓	12	50%
利用指示劑分辨水溶液酸鹼性與pH值關係	✓	✓	✓	✓	✓	✓				✓		✓	✓	✓				✓		✓	✓	✓	✓	✓	16	67%
加入不同物質影響〔H^+〕與〔OH^-〕之間的關係		✓	✓		✓	✓	✓	✓		✓		✓			✓	✓					✓			✓	12	50%
酸雨性質與行成原因		✓	✓			✓		✓	✓	✓				✓		✓	✓				✓	✓		✓	12	50%
酸鹼中和反應吸熱或放熱	✓		✓		✓	✓	✓	✓		✓				✓	✓	✓			✓	✓	✓	✓		✓	15	63%
酸鹼中和反應指示劑顏色變化	✓	✓	✓	✓		✓		✓	✓	✓			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			✓	✓	✓	18	75%
酸鹼中和反應鹽類生成之產物		✓	✓			✓		✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	18	75%
酸鹼中和離子反應式	✓	✓	✓	✓		✓		✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	20	83%
生活中酸鹼中和原理運用			✓			✓		✓	✓	✓		✓		✓	✓	✓		✓	✓			✓	✓	✓	14	58%

NTTU Library

附錄二　　　　　　　　**酸、鹼科學概念試卷**

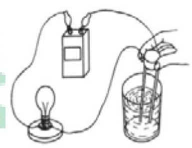
＿＿＿＿＿國中　　班級：＿＿＿＿　　　座號：＿＿＿＿

姓名：＿＿＿＿＿＿＿我是 ＿＿＿＿＿族（填寫漢族或原住民）

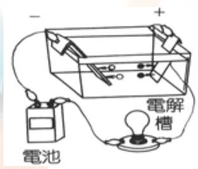
> 這是一份有關「酸、鹼」科學概念的試卷，現在請您填寫下面問題。這份問卷不是考試，也不會影響你的成績，仔細研讀題目後，盡量把所想到的寫出來，寫的越多越好，再次謝謝你的幫忙。

1. 現有各 0.5M 的（甲）蔗糖（乙）氫氧化鈉、（丙）鹽酸、（丁）硝酸鉀、（戊）酒精五種化合物以下圖實驗裝置來檢驗水溶液的導電性，試問這五種化合物水溶液何者會使燈泡發亮？（A）甲、乙、丙（B）乙、丙、丁（C）丙、丁、戊。答：＿＿＿＿。請寫出你的理由是：＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿。

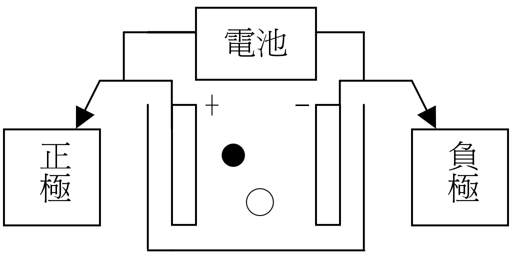


2、 右圖為 0.5M 氯化鈉水溶液電解情形，試以解離說解釋該電解質在水溶液中導電情形？



（1）氯化鈉溶解於水解離成帶電的離子，在溶液中（A）只有正離子（B 正、負離子都有（C）只有負離子。答：＿＿＿＿。請寫出你的理由：＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿。

（2）請你選出下圖鈉離子（●）和氯離子（○）在電解槽中通電後移動情形？（A）○→　●→　（B）○→　←●（C）←○　●→



●：Na^{+}
○：Cl^{-}

答：＿＿＿。你的理由＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿。

（3）氯化鈉在水溶液中完全解離後，正離子與負離子的離子數比為（A）1：1（B）1：2（C）2：1。答：＿＿＿＿＿。你的理由是：＿＿＿＿

＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿。

3、請將八種不同的物質溶於水中依酸鹼性分類：（甲）檸檬汁（乙）糖水（丙）氫氧化鈉溶液（丁）柳丁汁（戊）肥皂水（已）石灰水（庚）小蘇打水（辛）鹽水。

（1）何者是酸性物質？__________________（填代號 2 個）。

（2）何者是鹼性物質？__________________（填代號 4 個）。

（3）何者是中性物質？__________________（填代號 2 個）。

請寫出您分辨的方法及理由（利用試紙、指示劑或酸鹼通性等）：

____

____

____

____。

4、現有三支試管：甲.試管中溶液使紅色石蕊試紙呈藍色、乙.試管中溶液使酚酞試劑呈無色、丙.試管中溶液爲純水。

（1）請寫出甲、乙、丙三試管中液體的酸性、鹼性或中性？甲：______ 乙：_______ 丙.：______你的理由__________________________________

____。

（2）甲、乙、丙三試管中液體 pH 值的由大至小順序？（A）甲＞乙＞丙（B）甲＞丙＞乙（C）丙＞乙＞甲。答：_________。你的理由：__

____。

5、（1）所謂 pH 值表示水溶液的___________性。與何種離子濃度有關？

答：__________（填H^+或OH^-）。你的理由：_________________________

____

（2）甲是氯化鈉溶液，乙是碳酸氫鈉溶液，丙是醋酸溶液，其〔OH^-〕由大而小依序爲（A）乙＞甲＞丙（B）甲＞丙＞乙（C）丙＞乙＞甲。

答：__________。你的理由：______________________________________

____。

6、在純水中加入以下溶質請比較溶液中，氫離子濃度〔H^+〕與氫氧根離子濃度〔OH^-〕之關係和判斷水溶液呈酸性、中性或鹼性。

（1）加入氯化鈉：〔H^+〕____〔OH^-〕（填＞、＝、＜）水溶液呈______性。

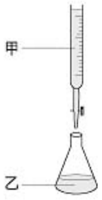
（2）加入硝酸：〔H^+〕____〔OH^-〕（填＞、＝、＜）水溶液呈______性。

（3）加入氨：〔H^+〕____〔OH^-〕（填＞、＝、＜）水溶液呈______性。

請說明你所填的理由：____

____。

7、小華在實驗室做酸鹼滴定中和實驗如圖，在滴定管甲中倒入 1M 100mL 的鹽酸（HCl） 溶液，在錐形瓶乙中倒入 1M 100mL 的氫氧化鈉（NaOH）溶液，並加入酚酞在氫氧化鈉溶液中當做指示劑，請回答下列問題：



（1）由以上實驗可了解酸鹼中和反應是？（A）吸熱（B）放熱（C）不作用

答：＿＿＿＿＿ 。你的理由：＿＿＿。

（2）酚酞指示劑在此酸鹼滴定中和反應過程中，最後滴定終了顏色如何變化？（A）無色變成粉紅色（B）粉紅色變成無色（C）無色變成藍色

答：＿＿＿＿。爲何加入指示劑，理由：＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿。

（3）酸鹼中和反應實驗最後的生成物，經蒸發後可得到什麼鹽類化合物？（A）NaOH（B）H_2O（C）NaCl。答：＿＿＿＿＿。理由：＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿。

（4）請問上述實驗，下列哪一項是酸鹼中和反應的反應式？（A）$H^+ + OH^- \rightarrow H_2O$（B）$H_2O \rightarrow H^+ + OH^-$（C）$2H_2O \rightarrow 2H_2 + O_2$。答：＿＿＿＿。

你的理由：＿＿。

8、學校辦理露營活動如果你被蜜蜂叮了產生紅腫刺痛，塗了一點氨水症狀就減輕了不少，爲什麼？（A）氧化還原原理（B）酸鹼中和原理（C）稀釋反應。

答：＿＿＿＿＿。請你寫出理由＿＿。

9、（1）酸雨是（A）酸性（B）鹼性（C）中性。答：＿＿＿＿＿。你的理由：＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿。

（2） 酸雨最主要是何種廢氣溶在雨水中所形成的？（A）SO_2（B）Cl_2（C）NH_3答：＿＿＿。 你的理由＿＿＿。

附錄三　　酸、鹼晤談題組

本研究依據概念分析表、專家概念圖，分成四個主要概念題組。題組一：電解質與解離說。題組二：.酸與鹼的性質。題組三：酸鹼的濃度與 pH 值。題組四：酸鹼中和、生活實例 。

晤談前準備－圖卡、字卡、錄音筆

◎題組一：電解質與解離說

準備器材：圖卡一、二、三、字卡一、字卡二、圍棋黑百子各一個。

晤談流程

1. 現有五種化合物（甲）**蔗糖**（乙）**氫氧化鈉**、（丙）**鹽酸**、（丁）**硝酸鉀**、（戊）**酒精**（圖卡一），將這五種化合物置入燒杯水中做導電實驗（圖卡二、實驗裝置）說出那幾種化合物溶液能導電使燈亮？爲什麼？
3. 能導電的水溶液稱爲電解質對嗎？請說出理由？
4. 請說出大致上電解質分成那三大類？
5. 電解質溶解於水解離成帶電的粒子，這粒子稱爲電子、原子或離子？爲什麼？
6. 請說出離子和原子有什麼不同（以Na^+和Na字卡一提示）？
7. 氯化鈉在水溶液中完全解離後（圖卡三）請你說出鈉離子（●）和氯離子（○）（圍棋黑、百子操作說明）在電解槽中通電後向正、負極移動分布情形？（字卡提示：●Na^+ 、○Cl^- ）
8. 氯化鈉在水溶液中完全解離後，溶液是帶電中性嗎？離子數比爲何？說出理由？（字卡二提示：$NaCl \rightarrow Na^+ + Cl^-$ ）

◎題組二：酸與鹼的性質和酸鹼指示劑的檢驗

準備器材：圖卡五

晤談流程

1. 請將六種不同的水溶液依酸鹼性分類（圖卡五）:（**甲）檸檬汁（乙）糖水（丙）氫氧化鈉溶液（丁）柳丁汁（戊）肥皂水（已）石灰水**。何者爲酸性或鹼性或中性？如何分辨請依序說出理由？
2. 請說出石蕊試紙、酚酞試劑（圖卡六）如何檢驗上述酸鹼物質？顏色如何變化？

◎題組三：酸與鹼的性質、酸鹼濃度與 pH 關係

準備器材：圖卡四

晤談流程

1. 現有三支試管（圖卡四）: **A.試管中溶液使紅色石蕊試紙呈藍色、B.試管中溶液使酚酞試劑呈無色、C.試管中溶液爲純水**，請說出 A、B、C 三種液體的酸鹼性？爲什麼？
2. 請說出溶液 pH 值是表示水溶液的什麼性質？請說出三支試管溶液 pH 值的大小順序？
3. 如將鹽酸加入C試管溶液中〔H^+〕與〔OH^-〕之關係？加入氨〔H^+〕與〔OH^-〕之關係？（學生答：＞、＝、＜）。請說出理由？

◎題組四：酸鹼中和原理、酸鹼應用生活實例

一、準備器材：圖卡七

晤談流程

1. 小華在實驗室做酸鹼中和實驗（圖卡七、實驗裝置），在滴定管甲中倒入的 0.1M 鹽酸（HCl）溶液，在燒杯乙中倒入 0.1M 氫氧化鈉（NaOH）溶液，並加入酚酞試劑在氫氧化鈉溶液中當做指示劑，由以上實驗可了解酸鹼中和反應是吸熱或放熱反應？爲什麼？
2. 上述酸鹼中和反應爲酚酞指示劑反應前後顏色如何變化？爲何加入酚酞指示劑說出理由？

3. 上述酸鹼中和反應實驗最後的生成物經蒸發後可得到什麼鹽類物質？爲什麼？

二、準備器材：圖卡八 、字卡三

晤談流程

1. 如果你被蜜蜂叮了產生紅腫刺痛（圖卡八），塗了一點氨水症狀就減輕了不少，爲什麼？

三、準備器材：圖卡九、字卡四

晤談流程

1. 台灣汽機車及工廠排放廢氣造成酸雨現象，酸雨是酸性還是鹼性的？爲什麼？
2. 汽機車及工廠排放廢氣含有何種化學物質會造成酸雨之原因？（字卡四提示）

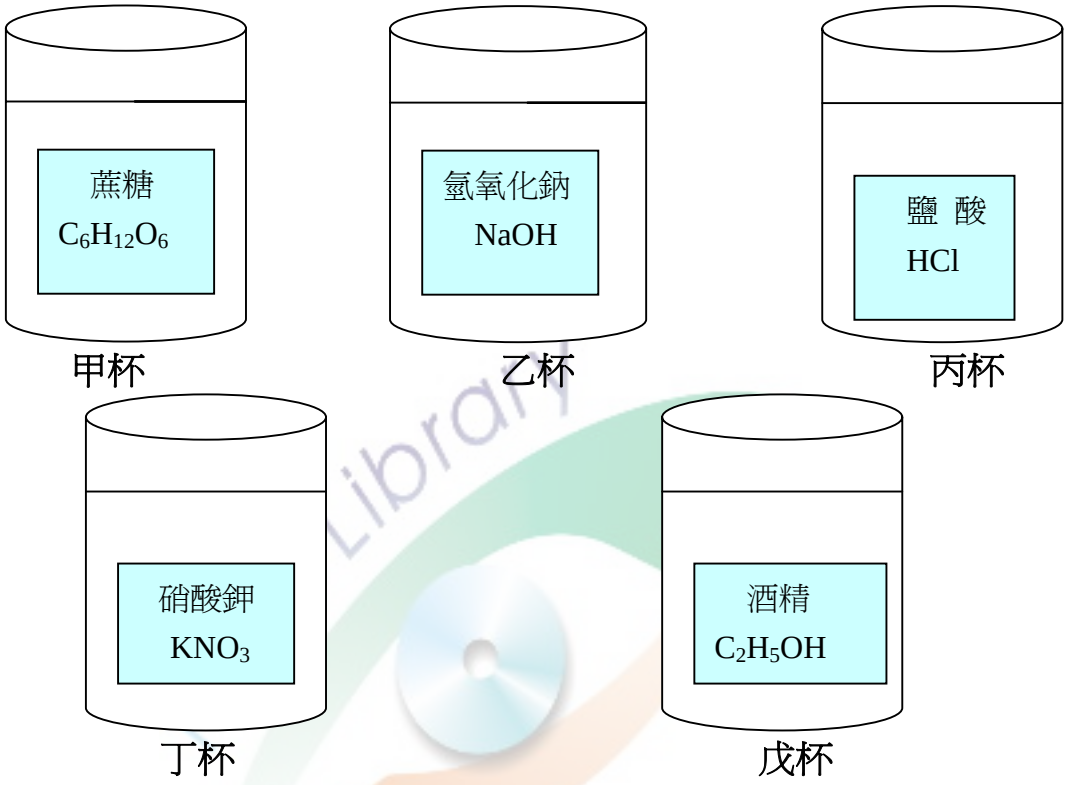
NTTU Library

附錄四　　晤談用圖卡

※圖卡一

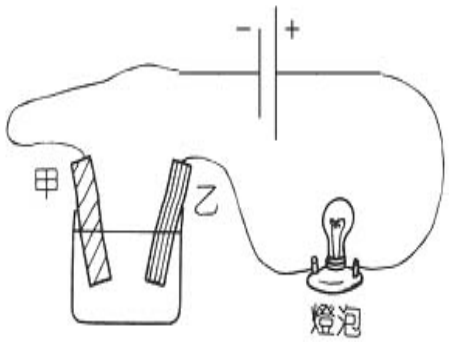
◎現有（甲）蔗糖（乙）氫氧化鈉、（丙）鹽酸、（丁）硝酸鉀、（戊）酒精

五種化合物水溶液



※圖卡二

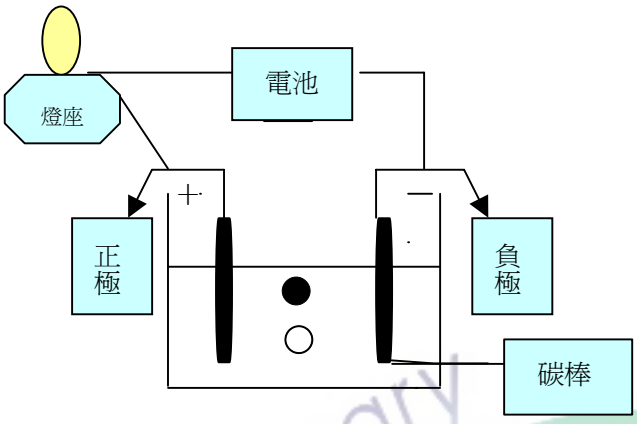
◎電解導電實驗裝置



※圖卡三

◎請你說出鈉離子（●）和氯離子（○）在電解槽中通電後移動分布

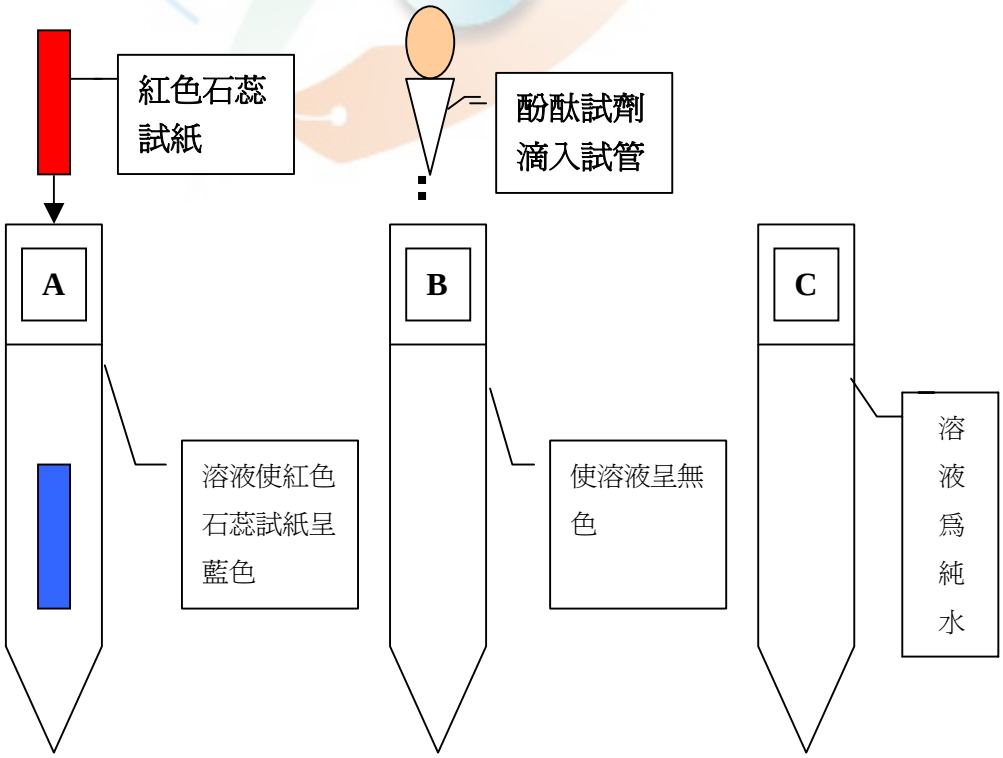
情形（向左 ← 或向右 → ）



※圖卡四

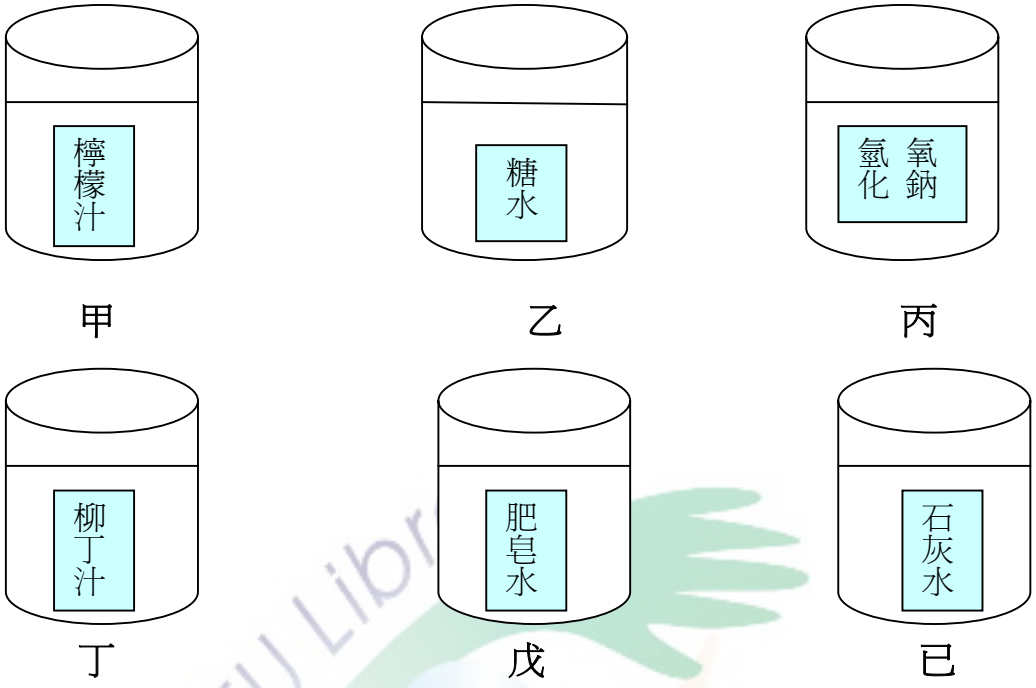
◎**A.**試管中溶液使紅色石蕊試紙呈藍色、**B.**試管中溶液使酚酞試劑呈無色

、**C.**試管中溶液爲純水



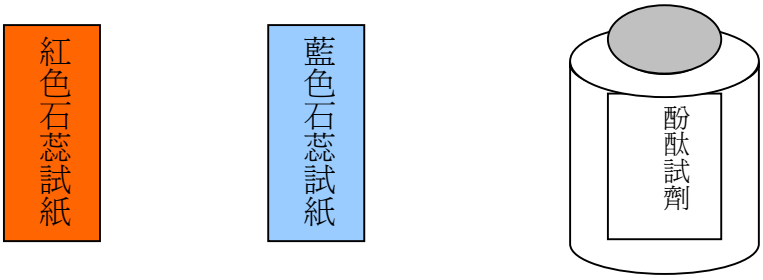
※圖卡五

◎請將六種不同的物質的水溶液依酸鹼性分類



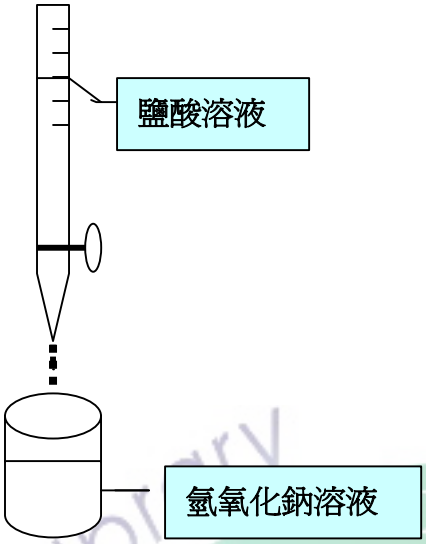
※圖卡六

◎不同酸鹼指示劑



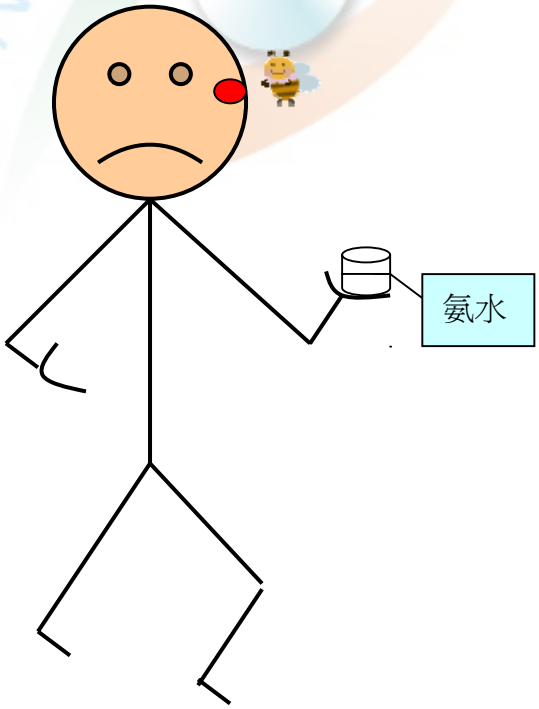
※圖卡七

◎酸鹼中和實驗：在滴定管中加入 **1M** 的鹽酸（**HCl**）溶液，在燒杯中倒入 **1M** 的氫氧化鈉（**NaOH**）溶液，並加入酚酞在氫氧化鈉溶液中當做指示劑



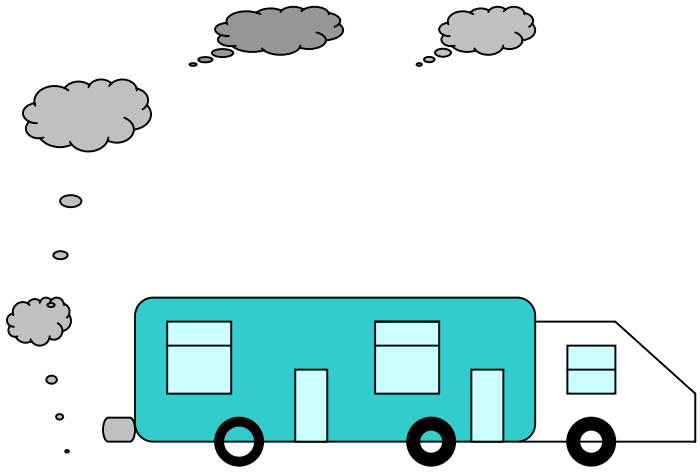
※圖卡八

◎小明臉部被蜜蜂叮後產生紅腫，塗抹氨水消腫



※ 圖卡九

◎汽車排放廢氣



NTTU Library

晤談用字卡

字卡一

Na^+	Na
鈉離子	鈉原子

字卡二

$NaCl \rightarrow Na^+ + Cl^-$

字卡三

氧化還原反應	酸鹼中和原理	解離反應

字卡四

SO_2 二氧化硫	Cl_2 氯氣	NH_3 氨氣

附錄五　　晤談評分者一致性表

晤談學生 / 不同評分者 / 另有概念	S01		S02		S03		S04		S05		S06	
	T_1	T_2	T_1	T_2	T_1	T_2	T_1	T_2	T_1	T_2	T_1	T_2
一、電解質導電之辨別												
1. 鹽酸水溶液不能導電。	✓	✓	✓	✓								
2. 酒精是電解質能導電。			✓	✓	✓	✓			✓	✓		
3. 蔗糖是電解質能導電。							✓	✓				
二、電解質之解離說												
1. 電解質分成中子、質子、電子三類。	✓	✓	✓		✓	✓			✓	✓	✓	✓
2. 電解質解離出粒子爲原子或電子。	✓	✓	✓	✓					✓	✓	✓	✓
3. .氯化鈉解離鈉離子向正極移動；氯離子向負極移動.。					✓	✓						
三、辨別不同溶液之酸、鹼性												
1. 石灰水是中性。				✓	✓	✓	✓	✓	✓			
2. 氫氧化鈉是中性。			✓	✓								
3. 鹽水是鹼性。	✓	✓	✓								✓	✓
四、指示劑分辨水溶液酸鹼性												
1. 紅色石蕊試紙變成藍色，該溶液爲酸性溶液。	✓	✓	✓		✓	✓					✓	✓
2. 酚酞試劑在溶液中，呈現無色該溶液爲鹼性溶液。	✓	✓	✓	✓				✓	✓	✓	✓	
3. .酚酞試劑在溶液中，呈現紅色該溶液爲酸性溶液。	✓											
	✓	✓	✓	✓				✓	✓	✓	✓	
	✓											
五、分辨水溶液酸鹼性與 pH 值關係												
1. 比較酸性鹼性水溶液 pH 值關係爲酸性 pH＞7、鹼性 pH＜7。.	✓	✓	✓	✓	✓						✓	✓
2. 鹽酸加入純存水中〔H^+〕＜〔OH^-〕。	✓			✓	✓	✓	✓				✓	
3. 氨水加入純水中〔H^+〕＜〔OH^-〕。	✓	✓		✓	✓	✓	✓				✓	✓
六、酸鹼中和反應指示劑顏色變化												
1. 酚酞試劑在酸鹼中和反應中，測量溶液酸鹼度。	✓	✓	✓	✓								
七、酸鹼中和反應鹽類生成之產物												
1. 生成之產物爲碳氫化合物。	✓	✓	✓	✓								
2. 酸鹼中和放熱是因爲溶於水。	✓	✓	✓	✓								
3. 酸鹼中和是吸熱反應。							✓	✓				

NTTU Library

八、酸鹼中和原理運用						
1. 被蜜蜂叮了產生紅腫刺痛，塗了一點氨水症狀就減輕了不少，.是利用氧化還原反應原理	✓	✓	✓	✓		
九、酸雨現象						
1. 酸雨是鹼性的。					✓	✓
2. 酸雨最主要是廢氣CO、NO_2溶在雨水中所形成的。	✓	✓	✓	✓		
3. 3.酸雨最主要是廢氣Cl_2溶在雨水中所形成的。					✓	✓

平均相互同意度：P＝0.87　　信度：R＝0.95

NTTU Library