

東海大學教育研究所

碩士論文

合作學習對八年級學生理化學習  
焦慮與學習成效的影響

The Effects of Cooperative Learning on  
Eighth Graders' Learning Anxiety and  
Performance of Science

研究生：張博超

指導教授：鄧佳恩 教授

中華民國一〇五年六月

# 合作學習對八年級學生理化學習焦慮與學習成效的影響

## 摘要

本研究主旨在探討分組合作學習對八年級學生理化的學習焦慮與學習成效的影響。自然科學是國中學習階段重要的一環，但許多學生聞理化色變。相關研究發現，由於理化的學習過程中牽涉數學的運算、符號的使用、實驗儀器與操作的技術、教材教法的選用、考試成績的壓力、家長期待與孩子自我期待等因素，致使學生們升上八年級之後都會擔心理化科的學習，進而產生強烈的焦慮感。

分組合作學習是一個能夠增加學生創造性問題的解決能力與合作學習的技巧，也能夠兼顧認知、情意、技能的教學方法。研究發現，分組合作學習可以提升國中生自然科的學習動機、學習成效與自我效能，但仍未有研究探討分組合作學習是否能夠有效降低理化學習焦慮。

本研究以準實驗研究法進行，以中部某私立高中國中部八年級兩個班 85 位學生為研究對象。兩個班級以隨機分配分為實驗組與對照組，並各接受八週（40 小時）的實驗教學。八週的課程中，將包括四週的化學反應單元與四週的氧化還原單元。實驗組班級全程以分組合作學習進行教學；控制組班級全程以講述法進行教學。本研究以小組成就區分法（Student-Teams-Achievement Divisions; STAD）作為分組合作學習的方式，每組六人，並採異質性分組。分組合作學習的教學流程包括五步驟：（一）全班授課；（二）分組學習；（三）小考與進步分數；（四）小組（及個人）獎勵；與（五）團體歷程。每組中的每個學生皆有特殊的角色與任務需要完成，並需詳實記錄小組成員表現與登記成績，以期待彰顯學習成效。對照組以講述教學法進行，學生進行個別學習，並獨力完成小考與測驗單、與回答教師問題。

本研究成果包括：（一）採用分組合作學習的學生，其理化學習焦慮顯著低於講述教學法學生。（二）採用分組合作學習的學生，其理化學習成效顯著高於講述教學法學生。（三）理化學習焦慮與理化學習成效呈現顯著負相關（四）採用分組合作學習的學生在心智圖繪製的豐富度、概念的深度與廣度、分類的正確性皆優於講述教學法的學生。

**關鍵字：**分組合作學習、小組成就區分法、理化學習焦慮

# **The Effects of Cooperative Learning on Eighth Graders' Learning Anxiety and Learning Performance of Science**

## **Abstract**

This study aimed to investigate the effects of cooperative learning in reducing eighth graders' learning anxiety of science and improving their learning performance. Junior high school science in Taiwan comprises fundamental physics and chemistry, both of which are important for junior high school students, but most of them encountered learning difficulties in class. Studies showed that learning science is related to mathematical calculation, symbolic representation, experiment procedures, learning materials, the pressure of tests, and the expectation of learning. All above issues could cause students' anxiety toward learning science.

Cooperative learning is effective in improving student creative problem solving and being able to teamwork with others. It is also a teaching strategy that enhances students domain knowledge and skills. According to empirical studies, cooperative learning improved students' motivation, learning performance, and self-efficacy. However, rare has been done to investigate its effect in lowering the anxiety of learning science.

A quasi-experiment was conducted. Two classes of 85 eighth-graders were involved in the study. One class was randomly assigned into experimental group and the other control group. Both groups received eight weeks (40 hours) of instruction. Students in the experimental groups learned with cooperative learning strategy, whereas the ones in the control group with lectures.

The findings of the study included: (1) students learned with cooperative learning strategy demonstrated lower learning anxiety than their counterpart. (2) students learned with cooperative learning scored higher in the evaluation tests than their counterparts. (3) students received content knowledge from cooperative learning strategy presented a more complete knowledge structure. (4) Students learned with cooperative learning strategy drew better concept maps than their counterparts.

**Keywords:** cooperative learning, Student Teams Achievement Divisions (STAD), learning anxiety

# 目次

目次.....	I
表次.....	II
圖次.....	III
<b>第一章 緒論.....</b>	<b>1</b>
第一節 研究背景.....	1
第二節 研究動機.....	3
第三節 研究目的與研究問題.....	5
第四節 名詞釋義.....	6
第五節 研究範圍與限制.....	7
<b>第二章 文獻探討.....</b>	<b>9</b>
第一節 合作學習.....	9
第二節 理化學習焦慮.....	17
第三節 合作學習對學習焦慮與學習成效的影響.....	27
第四節 心智圖.....	31
<b>第三章 研究方法.....</b>	<b>37</b>
第一節 研究架構與實驗設計.....	37
第二節 研究對象.....	39
第三節 研究工具.....	39
第四節 研究流程與教學設計.....	43
第五節 資料處理與分析.....	49
<b>第四章 研究結果與討論.....</b>	<b>51</b>
第一節 理化學習焦慮敘述統計與分析與討論.....	53
第二節 理化學習成效分析與討論.....	59
第三節 學習焦慮與學習成效之間的相關性與討論.....	63
第四節 心智圖分析與討論.....	66
<b>第五章 結論與建議.....</b>	<b>73</b>
第一節 結論.....	73
第二節 建議.....	74
<b>參考文獻.....</b>	<b>79</b>
<b>附錄.....</b>	<b>87</b>

## 表次

表 2-1	以精熟學習為目的的合作學習方式.....	14
表 2-2	近年使用合作學習對於學習焦慮的相關文獻.....	27
表 2-3	近年使用小組成就區分法對於學習成效的相關研究.....	29
表 2-4	近年使用心智圖於自然科教學的相關研究.....	35
表 3-1	實驗設計.....	38
表 3-2	理化焦慮量表結構.....	40
表 3-3	理化學習成效後測雙向細目表.....	41
表 3-4	理化後測試題專家效度.....	41
表 3-5	教學進度表.....	45
表 3-6	實驗組與對照組課堂教學步驟對照表.....	49
表 4-1	理化學習焦慮敘述性統計.....	51
表 4-2	實驗組與對照組理化學習成效得分.....	59
表 4-3	理化學習成效之共變數分析.....	60
表 4-4	高分群與低分群理化學習成就測驗成績.....	61
表 4-5	高分群學生理化學習成就測驗共變數分析.....	61
表 4-6	低分群學生理化學習成就測驗共變數分析.....	62
表 4-7	理化焦慮前測與前學期理化期末成績積差相關分析摘要表.....	64
表 4-8	理化焦慮後測與理化學習成就測驗成績積差相關分析摘要表.....	64
表 4-9	實驗組與對照組心智圖繪製分析比較.....	70

## 圖次

圖 1-1	學習金字塔之記憶保存率 .....	4
圖 2-1	不同種類教學目的所區分的合作學習法示意圖 .....	12
圖 2-2	STAD 教學模式之教學步驟 .....	15
圖 3-1	實驗架構圖 .....	37
圖 3-2	研究流程圖 .....	43
圖 4-1	組間學習焦慮總分前、後測得分 .....	52
圖 4-2	組間數學計算向度焦慮得分前、後測得分 .....	53
圖 4-3	組間符號圖表向度焦慮得分前、後測得分 .....	54
圖 4-4	組間理化實驗向度焦慮得分前、後測得分 .....	55
圖 4-5	組間教材使用向度焦慮得分前、後測得分 .....	56
圖 4-6	組間評量壓力向度焦慮得分前、後測得分 .....	57
圖 4-7	組間預期心理向度焦慮得分前、後測得分 .....	58
圖 4-8	實驗組心智圖 A .....	67
	實驗組心智圖 B .....	67
	實驗組心智圖 C .....	68
圖 4-9	對照組心智圖 A .....	69
	對照組心智圖 B .....	69
	對照組心智圖 C .....	69

# 第一章 緒論

本研究旨在討論合作學習對於八年級學生理化學習焦慮與理化學習成效的影響，並且探討理化學習焦慮與學習成效之間的相關性。本章共分四節，第一節是研究背景，第二節是研究動機，第三節為研究目的與研究問題，第四節為名詞釋義，第五節為研究範圍與限制。

## 第一節 研究背景

教育部自然與生活科技課綱中，揭示八年級理化部分接續七年級自然課程，增進學生對物質和能量世界的瞭解，以建立理化基本知識與概念，養成具有科學素養的國民。希能藉由生活化的實驗活動，培養學生科學興趣，熟練實驗方法，養成科學態度，以增進解決問題，適應變遷的能力。並且希望經由對日常生活現象與問題的探討，幫助學生體認自然的奧妙，認識科技發展對人類生活和環境影響，養成獨立思考，探求真理的習慣，培育尊重別人、愛護環境問題，積極樂觀的態度(教育部，2012)。

然而，在一般的理化教學中，教師較多以單向講述的方式傳遞學習內容。學生面對學習活動時，個人獨立作業，互不干涉，在座位上獨自上課與練習作業 (Farivar, 1985)。然而，教師單向的傳遞知識的過程，學生沒有機會表達自己的想法及意見，進而達到批判反思的效果，與科學求真並且質疑問題的理念大相逕庭。另外，單向的講述教學中，學生較少有機會主動參與知識的探索與建構，有可能弱化學生學習理化的動機，或是造成學習焦慮。

合作學習是一種有系統的教學策略 (Slavin, 1995)。教師將兩個以上不同屬性、不同能力的學生分配於小組中一起學習，不但可以培養學生團隊精神、人

際互動、社會合作的教學法，也可以刺激學生較高層次的思辯能力、提升學習效果。透過此方法，學生可藉由團隊合作的方式來達到學習的目標。

現在有許多學生聞「理化」色變，最主要在於理化的學習過程中牽涉到數學的運算、符號的使用、實驗儀器與操作的技術、教材教法的選用、考試成績的壓力、家長期待、孩子自我期許等因素(何東興，2005)。許多學生們升上八年級之後，對理化的學習漸漸產生學習焦慮感。

焦慮是指個人預料會有某種不良後果或是模糊性威脅將出現時產生的一種不愉快之情緒狀態(程剛、袁桂平，2005)，其具體的表現會有緊張不安、煩惱、害怕、恐懼，可能伴隨著出汗、心跳加快等生理症狀。而學習焦慮就是指學生學習過程中所產生最普遍消極的情緒反應。

何東興(2005)認為八年級這個階段，理化科的教學內容已經由具體思維進入了抽象思考，由背誦記憶延伸到了邏輯推理、公式推演、單位轉換、符號認識等等。這些轉變是學生在學習上所面臨的一個重大的轉折點。而研究者本身於學校任教理化科近十年，觀察任教過學生的理化學習表現，發現近來的學生，不論是平時成績、週考、段考、模擬考、甚至是國中教育會考，理化科學習成效的表現愈顯低落，顯示出學生學習理化的興趣每況愈下。

王雅玲、秦爾聰(2008)發現，應用合作學習能夠提昇學習數學的信心。多數學生接受合作學習教學模式後，認為自己有信心學好數學，因此降低了學生的數學焦慮。陳彥廷、姚如芬(2004)應用合作學習於高一數學課中，讓學生自行提出數學觀念來分組討論，並且不再為了彼此競爭而學習，改以互相合作、信賴的方式來達成學習目的，因而提升數學的學習成效。林俊卿(2007)將合作學習應用於自然科教學，發現合作學習有助於提升國小學童的學習成效，並且能增加學生創造性問題的解決能力、思考能力、教材理解程度，也提升學生的學習興趣與溝通能力。因此，合作學習應該也可應用於國中理化科的學教學，以降低學生的理化學習焦慮與提升理化學習成效。

「九年一貫課程」期待學生能透過統整課程、多元課程讓學生在學習過程中自己建構完整的知識與技能，其中一項重要的基本能力為：獨立思考與解決問題的能力（教育部，2001），強調以學生為中心，不再依循「背誦」、「強迫記憶」的傳統教學。因此，身為教師的我們不能只是教導學生對理化事實的記憶與學習，更要提供更多的機會並指導學生主動去思考，以多元的角度探究科學知識。

為了了解學生學習建構知識的歷程，Buzan&Buzan (1993)提倡以心智圖作為加強概念學習與評量學習成效的工具。心智圖是呈現概念最方便的視覺工具(林民棟，2006)，並且具有清晰呈現概念、擴散性思考及全腦思考模式等優點(許素甘，2004；陳盈達，2004)，能跳脫傳統、刻板、單一的束縛，以激發學生的創造力。林民棟(2006)建議可將心智圖應用於自然與生活科技的教學與評量，鼓勵學生將老師課程中的知識與訊息加以整理，讓學生在生動且結構化的情境中學習，以提升學生的學習成效、完整知識的建構的歷程。

## 第二節 研究動機

在研究者於教學現場長達十年觀察的結果發現，在理化科低學習成就學生的比率有逐年攀升的現象，而這些學生當中，時常會出現一些焦慮的外顯性行為，例如：緊張、不安、流汗、考試壓力大、說話結巴、面對較高層次的問題時會出現口頭抱怨、情緒低落、哭泣、懊惱、大吼大叫等行為。為了尋求能夠降低學生理化焦慮、提升學生學習理化成效的方法，研究者思考是否能夠藉由同儕之間的互動與相互協助來降低理化學習焦慮，是否有一種教學方法能夠讓同儕之間產生互助合作，共同克服課業上面臨到的問題與挫折。張新仁等人(2014)於教育部的合作學習手冊中提到提出學習金字塔理論 (Cone of learning)，如下圖 1-1。Dale (1960) 提到若學習者不自我思維，只是由他人灌輸知識，則

其學習成效難以提升；而主動分享自己所學的知識給他人者，其學習成效比只有提供他人正確答案、不做說明的學習者要好。若教師使用單向講述的授課方式，兩週後學生所能記得的內容只剩下 5%。反之，教師上課時採取讓同儕彼此討論的學習情境，安排學生扮演師傅與徒弟的角色互相交流，學習保存效果就可以高達 90% 以上。上述的文獻讓研究者思考，若只是遵循過去老師為教學中心的教學模式，不讓學生有表達、溝通、與分享的機會，學生的學習成效是否就是因此而效果不彰？尤其是理化科這種需要理解的科目而言。

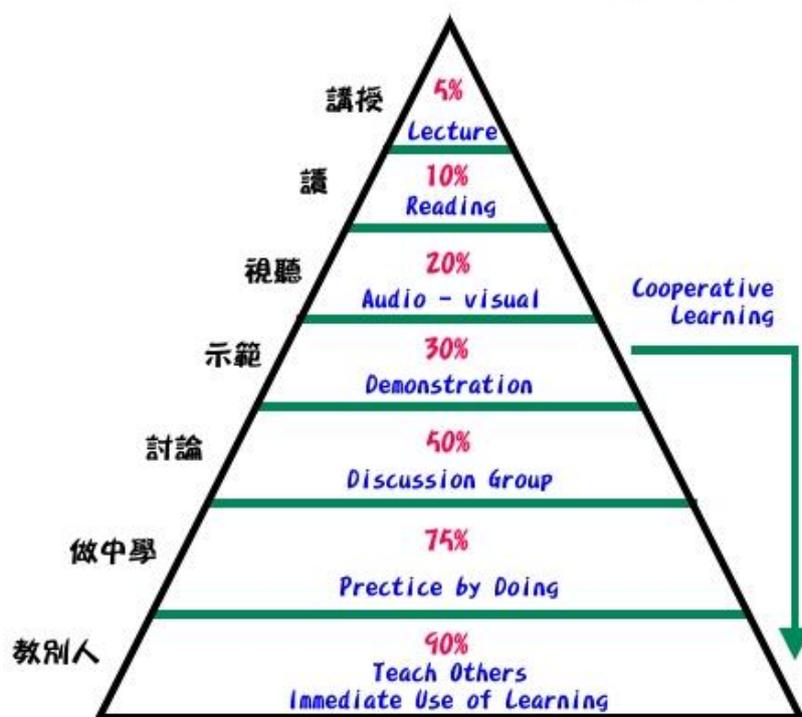


圖 1-1 學習金字塔之記憶保存率 (取自 Dale, The cone of experience, 1960)

此外，學習焦慮的相關研究一直是學者所關注的。但實施九年一貫課程之後，學習焦慮的文獻以數學焦慮(例如林獻堂，2014；謝偉宏，2012；朱柏宇，2011) 和英文焦慮 (例如林昭君，2013；王泳欽，2013；陳慈珍，2011) 相關研究居多，而與理化焦慮相關的研究僅何東興(2005) 一篇。因此，探討學生學習理化的焦慮，有其必要。

合作學習有助於降低英文學習的焦慮 (例如：秦翠虹，2003；許芳蘭，2010)與數學學習的焦慮 (例如：邱孟德，2010；黃俊程，2011)，但目前國內並

沒有合作學習對理化焦慮影響的文獻。因此研究者對於合作學習是否如同數學科與英文科一樣，有助於降低理化學習焦慮感到好奇。

研究者搜尋臺灣博碩士論文知識加值系統得知，國內目前並無以合作學習與理化學習成效為題的論文，在文獻相對較少的情況之下，加深了研究者對於以合作學習來降低學習焦慮、與提升理化學習成效的動機。

另外，許嘉仲 (2002) 的研究發現，中低成就的學生不是用理解的方式來學習理化，而是用「背」的方式將課程內容死記，但是這種死背學習方式無法建構正確的科學概念，一旦遇到數學計算或是概念理解等較高層次的問題，就容易答錯，造成學習成效依然低落。為了減少上述的狀況的發生，並且了解學生是否只將理化知識背誦下來而不做思維，引起了研究者的好奇心，決定不僅採取過往紙筆測驗的方式進行評量，而亦將採用讓學生繪製心智圖的方式，評量學生學習理化知識架構與概念，換句話說，也就是藉由心智圖作為評定建構主題知識的成效的工具。

### 第三節 研究目的與研究問題

本研究的目的是在於：

- (一) 探究合作學習對於八年級理化學習焦慮的影響。
- (二) 探究合作學習對於八年級理化學習成效的影響。
- (三) 探究理化學習焦慮與理化學習成效之間的相關性。
- (四) 探究合作學習對於八年級學生建構主題知識的成效。

而本研究所欲探討的問題為：

- (一) 合作學習對八年級學生的理化學習焦慮的影響為何？
- (二) 合作學習對八年級學生在理化學習成效的影響為何？
- (三) 八年級學生理化學習焦慮與理化學習成效之間的相關性為何？
- (四) 合作學習對於八年級學生建構主題知識的成效為何？

## 第四節 名詞釋義

### 一、合作學習

合作學習法的概念性定義(cooperative learning)是一種分組的教學設計(黃政傑、林佩璇, 1996), 參與活動的成員必須要分組, 並且分工合作。在此教學情境之下, 教學者將不同能力、性別, 社經背景的異質性學生分配於同一個小組當中, 互助合作, 並且達成學習的任務, 藉此培養學生將來在民主社會當中應該的能力, 適應在團體中工作, 互相解決問題, 以成為有社會責任感的公民(Parker, 1985)。

本研究所採用的合作學習是小組成就區分法 (Student Teams Achievement Divisions, STAD; Slavin, 1995)。教師將學生進行異質性分組, 每組約四人。小組成就區分法的教學流程如下:(一)全班授課,(二)小組分組學習,(三)個別測驗,(四)個人進步分數計算,(五)小組表揚。

### 二、理化學習焦慮

理化學習焦慮是指在面對理化學習情境時, 可能會有挫折、逃避、恐懼、擔憂的負面情緒等, 此統稱為理化學習焦慮(許嘉仲, 2002)。學習者若是在學習過程中產生焦慮, 就會緊張、不安與畏懼, 進而影響學習的專注力、投入的精力, 降低學習效率與品質(程剛、袁桂平, 2005)。

在本研究中理化學習焦慮是以何東興 (2005) 所編製「八年級學生理化焦慮量表」來測量。此量表將學習理化的焦慮因素區分「數學計算」、「符號圖表」、「理化實驗」、「教材使用」、「評量壓力」、「預期心理」共六個向度, 並且使用李克特五點量表(five-point Likter scale)來計分, 此六個向度的總得分愈高, 理化學習焦慮的程度就愈高。

### 三、理化學習成效

學習成效係指學習者透過教導與學習的過程, 所呈現的學習行為結果(許馨方, 2010)。本研究以兩種不同方式來評量學生的理化學習成效。第一種方式

是以理化學習成就測驗（段考）來評量學生對於主題內容與知識的學習。學生的學習成就測驗得分越高，則其學習成效越好。第二種方式是以繪製心智圖方式來評量學生的主題知識與概念，以學生所繪製的心智圖之主題知識豐富性、概念廣度與深度、及分類的正確性來評量學生所建構的知識。

## 第五節 研究範圍與限制

本研究以國中八年級學生為教學對象，因此無法類推至其他年段的學生。研究中只考慮理化焦慮對於理化學習成效的影響，其他不利之影響因素則不在本研究範圍內。研究中以小組成就區分法進行合作學習，因此無法類推至其他的合作學習法。



## 第二章 文獻探討

本章旨在歸納實驗研究近期相關的理論與文獻，作為本研究設計與數據分析的依據。本章分為四節：第一節為合作學習，分別探討合作學習的意義、特色、與種類，第二節是理化學習焦慮，第三節探討合作學習對理化學習焦慮與學習成效的可能影響，第四節探討心智圖的意義、繪圖原則、評分方式與心智圖運用於自然科之研究探討。

### 第一節 合作學習

本節分成三個來探討合作學習。第一部分為合作學習的意義，第二部分為各種不同類型的合作學習法與簡介，第三部分為小組成就區分法的介紹。

#### 一、合作學習的意義

合作學習(cooperative learning; Slavin, 1985, 1995) 是一種有系統的教學策略。教師將兩個以上不同屬性、不同能力的學生分配於小組中一起學習，並且鼓勵小組成員互相討論與幫忙，截長補短，以提高個人的學習效果，共同達成團體的目標。合作學習是一種可以培養學生團隊精神、人際互動、社會合作的教學法，刺激學生高層次思辯能力的教學法。透過此方法，學生可以團隊合作的方式共同達到學習目標。

Parker (1985) 認為合作學習提供學生一個與同儕相互學習的環境。同儕之間透過社會互動的方式互相幫忙、提供資源、分享成果、互相批判與糾正彼此的觀點，最後共享成果，並藉此合作的過程，潛移默化以培養更多的合作行為。異質分組的安排是為了讓學生能進入多元的社會學習環境，認知到不同的觀點與思考方式，達到激盪或互補的效果；同質分組的安排，組內的成員由於性

質相近因此較易溝通，但可能缺乏不同想法間互相激盪的火花，而使答案達到均一化（張新仁、王金國、田耐青，2012）。

Johnson 和 Johnson (1999) 認為合作學習有五大重要基本內涵，包括積極的互賴關係 (positive interdependence)、個人績效責任 (individual accountability)、面對面的增強互動 (face-to-face promotive interaction)、小組合作的社會技巧 (social skills)、與團體歷程 (group processing)。各內涵分述如下。

#### (一)積極的互賴關係 (positive interdependence)

合作學習並非只是讓小組成員互相討論即可，還要能夠產生正向的互賴，亦即 Deutsch (1949) 所謂的「積極的互賴」。若組員間有良好的互賴關係，在組員表達與分享知識給他人的過程中，能夠進行知識重構的過程，達到認知精緻化的效果，以求得更佳的學習成效 (Dansereau, 1988)。

合作學習充分利用了小組活動中的各種互賴因素。全體成員為了達成共同目標，在資源、資訊、合作技巧與人際關係上互相依賴，將團體的成功視為自己成功的一個標誌，將團體的快樂看成是自己的快樂，並且做到學業上的同舟共濟，對於學習歷程的流暢性與學習成效有正面的助益 (沈權，2003)。

#### (二)個人績效責任 (individual accountability)

合作學習強調每一位組員都要能夠習得教材，所以每一位組員都要表現個人的績效、完成自身的任務來促成整個小組的成功。但是為了避免分組後削弱個人的責任感，有搭便車(get ride)的心態，造成學習成效下降，應該也要訂定每個人自己的工作權責，確認自己負責的部分都有完成。因此，合作學習是「共同學習，獨自表現」。

Slavin (1983, 1995) 發現到教師如果能將個人責任和團體酬賞整合放入教學策略中，就能發揮最大的學習成效。因此獎勵可以分成個人的獎勵與小組的獎勵。若是表現優異的個人或組內進步分數最高的成員，皆可獲得教師安排的獎勵。如此一來，組內個體便會努力完成自身的任務，同時也互相協助，產生

一股正向爭取個人榮譽與團體獎勵的氛圍，期待著得到獎勵而產生更高的學習動機。

### (三)面對面的增強互動( face-to-face promotive interaction )：

小組內的成員透過互相面對面的分享、教學、鼓勵、欣賞、溝通、表達，能夠讓彼此產生正向的增強，讓學習能夠更有動機與效率。學習者應該不只是被動地接受由外而內來的資訊，而是必須主動建構知識與經驗。小組成員必須重視其他與自己不同的觀點。而小組成員之間的互動，可以增進成員們熟練困難的概念(Damon, 1984; Murray, 1982)。

### (四)小組合作的社會技巧 (social skills)

學生必須透過基本的社交與人際互動的關係來分享他們的學習，但是並非分組後學生就瞭解如何運作，教師應該訓練學生領導、決策、溝通與管理的技巧，學生方能有效率地應用合作學習的情境。若學生能夠有效的互動，討論的過程當中便會使學生產生認知上的衝突，暴露自己的不足，進而擷取他人的優點，如此一來，便有助於高層次問題的理解 (Damon, 1984; Murry, 1982)。

### (五)團體歷程 (group processing)

學習結束後，小組成員需討論本次學習有哪些行為是有益的，哪些行為是無意義甚至有害的，分析小組的運作機制與人際技巧使用的情形，並修正學習方法，強調自我檢視的重要性，以期使將來能夠不斷的進步與成長。

綜合上述可知，合作學習並非只是將不同能力的學生混成一個學習小組，而必須要透過適當的方式來分組，透過有組織與規劃的教學活動，甚至包含獎勵，讓學生在團隊合作的情境當中，體會互相分享、討論、協助、並建構知識的過程，在共同的學習中透過團隊的方式獲得知識與成就，同時也提升個人的學習效果。每一位學生對於問題都有獨特的看法，但是並非完整或正確。因此若能結合小組不同成員的意見，合作推論出答案，此歷程符合科學質疑求證的精神。

## 二、各種不同類型的合作學習

張新仁等學者 (2014) 將常見的合作學習方式歸納如下圖 2-2。若以教學目的來區分，可以分為精熟學習、分享討論、與探究學習三大類。教師可以依照不同的教學目的採用不同的合作學習法。

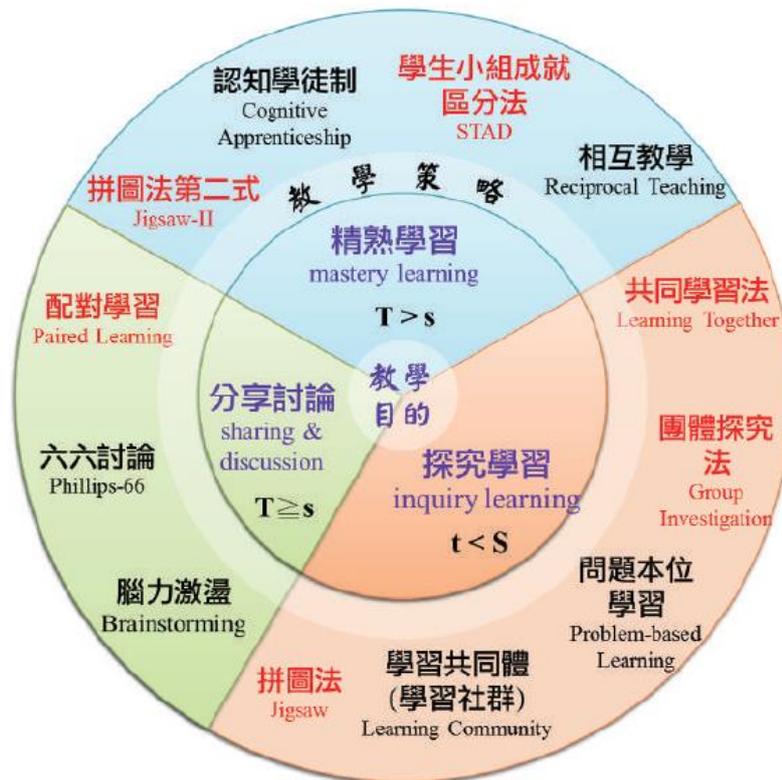


圖 2-1 不同種類教學目的所區分的合作學習法示意圖

(取自張新仁 2014，教室教學的春天，分組合作學習，p45)

本研究的目的是在於幫助學生精熟理化課程，因此考慮四種以精熟學習為目的的合作學習方式，包括認知學徒制 (cognitive apprenticeship; Collins, Brown, & Newman, 1987)、相互教學法 (reciprocal teaching; Palincsar & Brown, 1984)、拼圖法二代 (Jigsaw II; Ellion, Aronson, & Slavin, 1978)、與小組成就區分法 (STAD; Slavin, 1978)。四種合作學習方式的比較整理如表 2-1。

表 2-1 中，認知師徒制強調師傅與徒弟的互動。師傅的角色非常的重要，幾乎是徒弟獲取知識的唯一來源，但缺乏聆聽其他同學的意見的機會(陳木金，

2005)。拼圖法二代適用於小組成員平均能力皆很強，具備有指導別人的能力時才適用(王金國，2002)，或比較適合使用於社會科學等科目。相互教學法重視老師與學生間的對談，但不適用於學生人數過多的情況，因為過多的學生便會分散師生間對話的機會。李榮通(2006)認為 STAD 是合作學習中最容易實施的一種模式，因為它所使用的教材的內容、評分的標準，皆與傳統方法的設計沒有太大的差異。考量教學實務、學生性質與編班方式，研究者認為對於之前沒有合作學習教學經驗的教師而言，STAD 是一個進入合作學習較為簡單的入門方式。

### 三、小組成就區分法

小組成就區分法 (Slavin, 1978) 在國內是常被應用的合作學習教學方式，是當今頗受重視與應用的合作教學方法之一(趙沐深，2007)。劉秀嫻(1998)指出，此方法為合作學習當中最簡單的方法，並且適用於所有的學科，有鑑於此，研究者採用小組成就區分法作為本研究的教學方法。

Slavin (1991)指出 STAD 有幾個基本的特色，分別為：(一)個人的績效表現：每位組員分配適當的權責，過程強調完成自身的任務，並重視個人的學習歷程與成效。(二)小組共同目標：訂定一個共同的目標，透過小組成員分工合作來解決問題。(三)每個人都有公平的成功機會：自己跟自己過去的成績比較，避免跟別人比較，因此每個人都有屬於自己成功的機會。(四)分組方式為學生以四～六人為一組，採異質性分組，各組間程度約略相當，每一組內均有較優者(高成就)，亦有較落後者(低成就)，STAD 的教學步驟如圖 2-2。

表 2-1

## 以精熟學習為目的的合作學習方式

名稱	方式	特色	步驟	限制
認知學徒制	師傅(專家)經過示範提供統整的概念模式，學徒(生手)一面觀察一面學習，並藉由不斷的回饋師傅(專家)的示範、教導、支持，終而學得一項複雜的技能。教導啟發示的內容、強調真實的學習情境、專家的示範與闡明、教導與回饋。	1. 情境學習，強調從真實的情境或是模擬真實的情境讓學者能在工作崗位上感受到知識的實用性 2. 不止教導書上的知識，也教導經驗與訣竅，清楚的傳授。 3. 簡正信念系統，發展出普遍性的原則。可以延伸學習情境產生學習遷移的效果。	1. 示範 2. 指導 3. 闡明 4. 反省 5. 探究	師傅教導採取一對一制，但若是師傅的心態不正確，將會影響到徒弟的學習。將學習重心完全放在師傅身上，缺乏聆聽其它同學異見的機會。
拼圖法二代	培養小組內的成員成為各學習主題的專家，成員將各專家主題的知識帶回原組別做教學與分享並且交流，以求達到精熟學習。	1. 每組必須要有專家。 2. 成員平均能力要強。 3. 不適用低成就與表達能力差的學生。	1. 閱讀 2. 專家小組討論 3. 回歸原小組報告 4. 小組測驗	適用於小組成員平均能力相當的時候，常使用於社會科學等學習領域。
相互教學法	透過教師的導入與對話，接著逐漸將學習的焦點導引到學生身上，最後讓學生獲得獨立學習的能力。	適用閱讀文章的學習，教師需要從旁監控學生的文章理解程度，並進而促進學生獨立學習、自我監控的學習境界。	1. 預測 2. 摘要 3. 發問 4. 澄清	透過師生之間對話的方式來培養學生的閱讀理解能力，師生比太低時，許多學生缺乏與老師互動的機會
小組成就區分法	每位組員分配適當的權責，過程強調完成自身的任務，並重視個人的學習歷程與成效。小組訂定共同的目標，透過小組成員分工合作來解決問題，為了讓每個人都有公平的成功機會：自己跟過去的成绩比較，避免跟別人比較。	獨立責任、共同獎勵，學生採取異質性分組，能聆聽多元的意見，每個人追求屬於自己的進步，也追求團體的共同榮譽。	1. 全班授課 2. 分組學習 3. 小考與進步分數 4. 小組獎勵 5. 團體歷程	

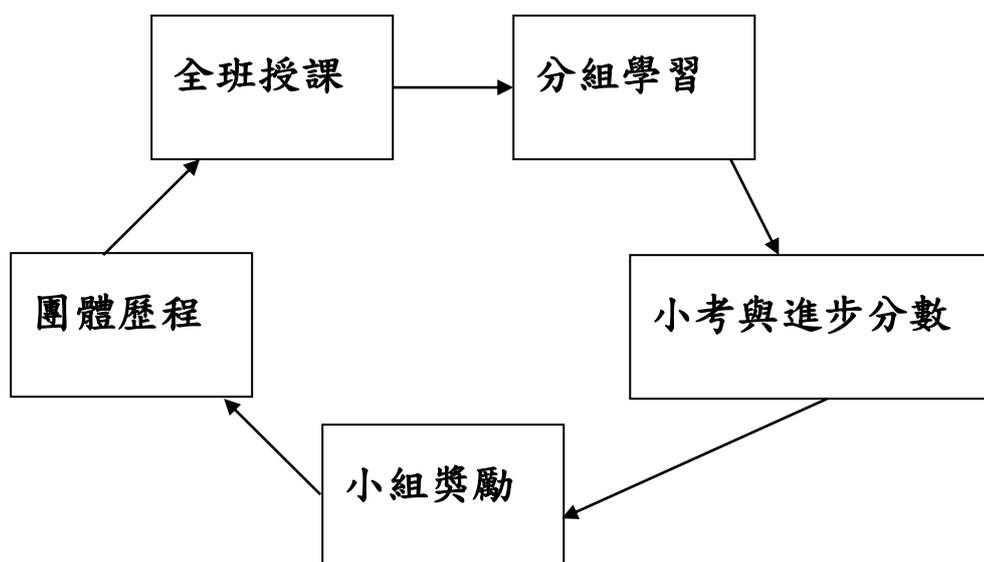


圖 2-2 STAD 教學模式之教學步驟

STAD 的實施可以分成四個步驟 (Slavin, 1988)：

(一) 全班授課(class presentations)

1. 開始活動：回顧學生的先備知識，強調本次課程的目標與重點，以解決真實的問題為導向來誘發學生的學習。

2. 發展活動：強調學習的概念而非記憶的部分，使用各種不同多元的教學資源，有時可以配合播放教學影片，說明本學習單元主要的內容與概念，目標是讓學生掌握課程的核心。

3. 引導練習：用詰問的方式引導學生思考問題的答案，抽點學生回答問題並且誘使學生思考，立即回饋學生的答案，鼓勵反思。

(二) 分組學習(team learning)：

1. 分組人數：人數過多時會排擠學生發言的空間，人數過少則缺乏了傾聽他人，學習別人長處的機會，因此每組人數不宜過多或是過少，老師宜將學生分為 4~5 人的小組。

2. 異質分組：所謂的異質就是以不同的性別、種族、學業成就、學習風格、學生特質等等不同的變項來分組。

3. 同儕互動：分組後提供學習單或材料，鼓勵學生投入自己的能力、知識、各種資源來互相協助、學習、思辯及討論。當組員發生錯誤時，互相修訂錯誤，以期使組內的每一位成員皆能完成單元的學習內容，建立正確的觀念，精熟單元的教材並且共同完成學習的目標。

#### (三) 個別測驗與進步分數(quizzes)

##### 1. 獨立測驗：

分組學習結束後，教師給予學生測驗，各人獨力完成，成員間不能互相協助。完成後讓組間的學生互相交換改考卷，或是由老師來評分，目的是評鑑學生於此單元的學習成效，作為形成性評量之用。

##### 2. 計算個人進步的成績：

為了不流於教師的主觀判斷，評分方式依學生過去成績紀錄作為基本分數，著重於學生個人的進步程度，如此一來，學生將付出最大的努力(Slavin, 1996)。

進步分數的用意在於強調每個人不需要跟它人做比較，只要能夠認真的學習，並且內化成自己的知識。小組的成績則由組內各成員的進步分數累積而得。Slavin(1995)提出將進步分數可以轉換成「積分」，再用小組成員的總積分除以小組的人數成為小組分數，小組分數就是組內成員進步分數的平均數，這種設計方式強調每個人都要為小組付出努力，並且協助組內的同學，如此一來，不只個人能獲得成功，整個小組都能在學習中獲得成功。

#### (四) 小組獎勵(team recognition)

小組平均的進步分數若是達到前幾名，將給予獎勵，個人獎勵依每個人進步分數最高者給與獎勵，小組獎勵就是依照小組平均進步分數最佳組別給予獎勵。Slavin(1978)認為獎勵的方式可以使用物質方面或是精神方面的獎勵皆可，皆有鼓勵學生更積極參與課程的效果。

合作學習主要的目的就是希望團隊能夠形成合作目標結構 (Deutsch, 1949)，也就是個人所做的努力達有助於達成他人的目標，而非阻礙他人。團體成員

必須幫助其他組員進行有助於團體成功的事情，最重要的是，以團體的表現做為酬賞的標準，如此一來，團隊就會互相合作並協助學習。

除此之外，黃詠仁、王美芬(2002)認為教師也應該善用小組獎勵的方式，誘發學生增加內在學習動力，正面激勵學生認真參與組內的討論，學生因有獎勵的誘因，會盡量讓自己專注，以求得好成績，如此才能提升整個組別的成绩；在這樣的機制下，除了要求個體本身認真學習之外，組內高學習成就的學生即會主動協助低學習成就的學生，成員都希望能夠協助同伴學會教材，為組別爭光，因此改善學習氛圍與增進學習動機。

李榮通(2006)認為 STAD 是合作學習中最容易實施的一種模式，研究者認為對於之前沒有使用過合作學習的教師而言，STAD 教學法是一個進入合作學習較為簡單的入門方式。吳耀明(2006)認為 STAD 適合定義較為清楚的學科內容之教學。理化科著重定義與概念的學習與理解，每個月學校進行段考的時候時常以紙筆測驗來進行學習成效的評估，因此研究者認為 STAD 亦應適用於理化科的教學，並且應該會有不錯的效果。

## 第二節 理化學習焦慮

本節以兩個部分來探討理化學習焦慮。第一部分為學習焦慮的內涵，第二部分為學習焦慮對學習的影響，第三部分為理化學習焦慮源，第四部分為小結。

### 一、學習焦慮的內涵

程剛、袁桂平(2005)指出，焦慮是指個人預料到會有某種不良的後果或是模糊性威脅時產生的一種不愉快的情緒狀態，具體的表現通常為緊張不安、憂慮、煩惱、害怕、恐懼，並且可能伴隨著出汗、顫抖、心跳加快等生理症狀。而學習焦慮是焦慮的其中一種特殊的表現形式，泛指學生在學習的過程中產生

最為普遍的消極情緒反應，主要特徵為害怕家長或是老師的否定評價、對考試的恐懼不安、上課時害怕提問，甚至產生失眠、作惡夢的情形。研究者觀察課堂上的學生，在面對理化考試或是上課的過程當中，時常可以觀察到學生出現緊張、煩惱、害怕等，類似學習焦慮的情緒。

若是學習反覆帶給學習者焦慮，焦慮就會變成一種長期的心理狀態，由焦慮導致出緊張不安與恐懼，這些負面的情緒又會影響學習投入的精力與注意力，最後會導致學生失去學習的興趣，嚴重的影響到學習的效率與品質(程剛、袁桂平，2005)。學生學習上的焦慮屬於暫時性的焦慮，生活中暫時性的焦慮並非心理異常，換句話說，當學生遠離引起焦慮的情境時，則焦慮狀況自然消失(張春興，1990)。假如此情境不斷地發生，將會對於引起焦慮的人、事或學科產生永久性的排斥和厭惡，導致學生提早放棄這個科目的學習(黃騏堯，2003)。為了改善學生放棄理化科的學習的情況，研究者想要將理化課的上課環境，變成一個不會引起學生焦慮的環境場域。

## 二、學習焦慮對學習的影響

Spielberger(1996)年研究指出，20%以上的學生因為高程度的焦慮導致學習失敗，而被迫中途輟學；而在低焦慮程度的學生當中，因為學習失敗而輟學的比例只有6%。

程剛、袁桂平(2005)提出，焦慮與學習之間的關係是十分複雜的，它對於學習可能會有促進的作用，也可能會有抑制的作用；另外學習焦慮的因素有許多，但主要包含三個方面：(一)個體原有焦慮水準的差異，(二)學習材料的難易程度，(三)學習者本身能力水準能力；一般來說，隨著學生能力水準逐漸提高，焦慮對於學習成效的影響就會逐漸降低；也就是說，高度焦慮需要高度的能力才有促進學習的效果，高度的焦慮若是配合低能力就會有嚴重的抑制學習效果，由此處研究者瞭解到，高度的焦慮程度不見得會降低學習成效，還必須考慮學習者本身的能力水準。

Yerkes 與 Dodson(1908) 提出，焦慮程度與學習效率之間的關係呈現倒 U 型曲線，焦慮程度太高或是焦慮程度太低時，都會降低學習的效率，也就是學生維持中等學習焦慮程度的時候，才会有最大的學習成效表現。由此可見，焦慮並非完全是件壞事，適當的焦慮可以讓學習者保持警覺，影響學生學習投入的時間與精力。此理論說明了，若是能讓學生維持較低或是適當的學習焦慮，應該可以讓理化的學習成效有所提升，但是仍待研究者的確認。

程剛、袁桂平(2005) 認為，不同的焦慮程度對於陳述性知識的問題表現影響不大，但若是較複雜的學習任務如程序性的知識，就會與學習焦慮的水準高低有深刻的相關性。低焦慮程度會比高焦慮程度的人在程序性知識上表現較佳，原因是有較多的心理思考資源可以思考問題。研究者認為，由於理化的教學過程當中，常常牽涉到較高層次的思考與問題，因此焦慮程度對於理化學習成效應該具有相當的影響。

Eysenck & Calvo (1992)年提出過程效能理論 (processing efficiency theory)，認為焦慮程度較高者會過度於關注自己的負面情緒，分散個體的注意力，消耗個體有限心智資源，導致反應需要的時間增加、判斷力下降，最後導致較低的學習效率。而焦慮的程度與學習成效也會產生交互作用，原因是學習者若有高度的學習焦慮，就必須承擔「認知過程」和「焦慮體驗」兩種任務。焦慮體驗為額外的任務，會消耗個體的心智資源，減低認知過程的工作記憶體，造成學習的成效下降。同理，在學習理化的過程當中，若是學生焦慮體驗的比重太重，消耗過多的腦力於與學習本身無關的事物，就會干擾理化學習的過程，造成理化學習成效的低落。

Zacks & Hasher (1988) 提出了抑制理論 (inhibition theory)，認為學習者可以嘗試控制與工作無關的分散物(distracters)。若是控制得當的時候，可以抑制焦慮或是其他干擾，使得學習的成效不受干擾，維持應有的水準；但若是個體無法控制分散物時，學習仍然會被與工作無關的資訊效耗掉，造成學習成效低落。研究者認為若是能夠發展一種教學模式，協助學生於學習的過程中抑制、

降低焦慮，便可如同抑制理論所論述的，使學生於學習的時候能夠專心一致的面對理化的內容，全心全意的思考，並且降低甚至排除焦慮的干擾，如此一來便有機會達到較高的學習成效。

理化科的學習過程當中所產生的學習焦慮，統稱為「理化學習焦慮」。許嘉仲(2002)曾經調查指出國中生最不喜歡的科目前三名為「數學、理化、英文」，不喜歡的原因為學生認為上課很無聊，無法理解老師在說什麼，有的學生認為他永遠學不會理化，甚至有許多同學認為理化比數學或是英文更為困難。

陳慧娟（1994）認為理化學習成效低落的原因是因為長期累積失敗經驗的結果，學習者不僅展現消極的學業態度、自尊心低落，連學習適應與社會適應都不良。研究者認為，若是在理化學習的過程當中，能夠提升學生學習理化的自信心，將失敗的經驗轉化為學習成功的經驗，將能夠扭轉學生對於學習理化的態度。

### 三、理化學習焦慮

何東興 (2005)探究理化學習焦慮，並歸納出六個因素，包括數學計算、符號與圖表的使用、實驗及操作、教材的使用、考試評量、與學生自我預期。說明如下：

#### (一) 數學計算

吳琪玉(2004)探討我國八年級學生在 TIMSS 1999 與 TIMSS 2003 數學與科學之表現，發現數學的學習成就與物理、化學的學習成就之間關係密切，為高度正相關。蔡淑君、段曉林(2004)將數學視為學生在科學學習過程中溝通的工具，從數學語言的角度論述科學與數學統整的重要性，他們認為將來的教導自然科學的老師不能只具備物理、化學、生物、地球科學的學科知識，也要能夠在課堂之中瞭解學生相關的數學概念是否有跟上，學生遇到相關的數學問題，也必須具備協助學生學習或是解決的能力；而數學教師在培養孩子的數學能力的同時，也要能夠理解科學的課程中所用到的數學概念。如此一來，學生面對數學與科學時，才能相輔相成，學習到完整的數學與科學概念。

William (2003) 發現學生在國、高中時期學習理化課程中的莫耳概念時，普遍存在學習上的困難，包括：數學計算能力不足、無法正確的使用科學記號。雖然對於莫耳的定義，約有一半的學生可以理解，但是只要牽涉到數學計算的部分，學生的學習成效就會受到影響，導致學生此概念的學習上產生困難。而許嘉仲 (2002) 的研究發現，中低成就的學生不是用理解的方式來學習理化，而是用「背」的方式將課程內容死記，但是這種學習方式，只要遇到數學計算的部分，就會因為數學計算的部分，而沒有辦法解決問題，造成學習成效低落。

歸納上述文獻，學生理化的學習成效與其數學能力相關。學生若是數學能力不足，將不利於其理化的學習，甚至感到產生懼怕，進而產生焦慮。

## (二)符號與圖表的使用

White & Frederiksen (1998) 提到，以往的科學課程所著重的是對於定義、事實、公式的記憶，學生是以背誦而非理解的方式學習科學，因此所學到的科學概念無法在真實的情境間產生遷移的作用。

蕭延霖(2002)的研究中提到，符號與公式的呈現有助於學生在閱讀時做好組織，增進閱讀理解效果，使學生具有較佳概念性理解之知識結構，所以學生能建立較佳的基模來解題。但許嘉仲(2002)的研究發現，學生對於符號的理解與記憶存在不同程度的困難。化學式的符號對於中低成就的學生來說，猶如一條無法跨越的鴻溝。老師有時會不經意地使用符號來代表物理概念與單位，此舉對於高學習成效的學生不會造成影響，但是會加深中低學習成效學生對於理化的不良觀感，認為它難以學習。

何東興(2005)年與許多資深理化老師面談的結果，發現學生對於理化的圖表理解上有相當程度的困難與焦慮感。例如繪製圖表時，學生經常經 X 軸與 Y 軸的符號與意義混淆，造成理解上的困難；若是本身對於符號不熟悉，繪製圖表時又牽涉到符號之間的數學關係時，學生反而更難理解，此時圖表的使用反而對於理化的學習是一種阻礙。

如果只是透過死記的方式將符號背起來，無法舉證與真實世界的關聯性，學生會出現連背都懶得去背的情況，如此一來，就會出現學習困難。研究者認為許多的科學課程如只著重符號的記憶，但是並未注重學生理解與建構符號知識的過程，往往造成學生不理解物理、化學符號的意義。

### (三)實驗及操作

許嘉仲(2002)提出大多數的學生都喜歡理化的實驗活動，高成就的學生喜歡做實驗的原因是可以幫助記憶與理解，而低成就的學生喜歡的原因是可以操作實驗器材，並且上課可以自由活動。實驗教學對於讓學生能夠熟悉相關的科學概念以及技能扮演非常重要的角色，足以見到實驗課程在理化學習中的重要性。

Taconis, Ferguson-Hessler, 與 Broekkamp (2001) 探討了實驗活動的設計，主張為了能使學生增加長期記憶，以及形成新知識表徵的方法，必須讓學生擁有該學習單元所配合實驗的基本知識及操作技能，經由實驗活動中的動手操作，形成知識及技能，如此就能對該單元相關的知識形成長期記憶，並且形成深層的反設認知策略，因此實驗的設計在理化課程中，具有重要的意義，可以輔助學生學習，但 Hurd (1983) 針對美國各州數學及科學實驗課程進行探討，許多高中學生反映在實驗室中的學習經驗是困難的，他發現食譜式的科學實驗並無法引起學生學習的動機，也未能將科學的真實面貌呈現於日常生活之中。而我國八年級學生理化實驗手冊的安排皆為食譜式的實驗流程，學生在操作實驗的過程當中，時常與教師反映不會操作實驗儀器，或是不懂得實驗的流程，這些現象都有可能增加學生學習理化時的焦慮。

陳雅芬(2004)指出學習自然科學意願愈高的學生，對實驗活動也會表現出正向的態度，愈喜歡做實驗活動的學生，對於學習科學的態度表現也愈正向，另外學生認為實驗課雖然有分組，但是有無法盡情討論的情形。部分的學童反應出不喜歡紀錄實驗過程，對實驗的步驟有自己的想法，若是實驗的結果無法得到理想的數據，學生就會對於自然學科產生負面的心理。

理化實驗是培養學生由抽象的課文內容進入實際觀測的操作方式，而低學習成就的學生對於課程內容理解程度原本已經不高，若是實驗的步驟較複雜或是實驗本身的操作難度較高時，學生在面對陌生的實驗器材、不熟悉的實驗進行方式與記錄實驗數據的過程中，就容易產生挫折感，可能連帶產生焦慮感。

#### (四)教材的使用

周婉綺(2006)的研究發現，由於漢語本身的特性，科學文本某些隱含語意會造成學生閱讀理解的困難；教師的教學能夠顯著提升學生對於科學文本的理解力；教師能透過不同的發問方式以及測驗工具來瞭解學生在哪個部分的理解出了問題。因此老師的教學與各式各樣的教學情境安排，對於提升學生理解科學課文的內涵與學習自然科學扮演了重要的角色。由此可見，若是有適當的教學方式與鷹架，將可以提升學生對於科學文本的理解度，減低學生理解與學習理化上的困難。

吳健維(2012) 探討閱讀不同型式文本融入自然與生活科技領域教學，發現學生喜愛有插圖的文本，甚至是把科學知識的呈現改成以漫畫的形式，能夠提升學生的學習成效。閱讀科學文本融入教學可增加教學的多元化，且是可行的教學策略。研究者認為學生的閱讀理解能力逐年下降，喜愛閱讀插圖的方式更甚於許多文字的表達，太多的文字與不適當的科學教材將有可能增加學生在學習理化上的焦慮。

黃豔萍(2012)提出教材應能充分將內容、技巧、方法三者有機地結合起來，以學習者為中心搭配編排科學，呈獻出趣味性、實用性、多樣性、真實性、現代性原則。她認為課文的篇幅、課文的深度與廣度、教材的教輔作用對於學生的學習焦慮皆有影響，教材也是提升學生自學能力的得力助手，它應該具備啟發性、提升性與指導性，最好能夠讓教學者與學習者都能夠有共鳴，倘若教材內容的安排不佳、課文篇幅太長、課程內容太深、文字的安排不適切的時候，將會增加學習者的焦慮感。

目前坊間的理化教科書與理化教材選擇性十分的多元，教師選擇適當的教科書或是教材對於學生的學習成效影響甚大。由於科學文章的閱讀與一般文章的閱讀在理解上是不同的，科學概念是構成教科書內容的重要架構，但是理解與編排必須要符合學生建構知識的程序，才有辦法讓學生在學習的時候容易理解；若是教材的選用、編排或是文字敘述的方式未參照學生的先備知識，學生的學習就會產生困難，進而產生學習焦慮。

#### (五) 考試評量

考試是臺灣的學生都會面臨到的情境，凡舉考試前、中、後都會有許多外在與內在的因素引起學生的焦慮。研究（例如 Hembree, 1988; Sapp, Durand, & Farrell, 1995）也證實過度的考試焦慮會影響個體的學業成就表現。學生對於自我的信心不足，在父母或是外界的期待與要求之下，非常在意考試成績的結果，擔心只要表現稍微有疏失就會影響成績，這類的孩子往往因為考試帶來強烈的焦慮感（Cassady & Johnson, 2002）。對青少年而言，考試焦慮是生活中重大的壓力來源，屬於需要被協助的重要困擾（Bishop, Bauer, & Becker, 1998），而相關研究（Cassady & Johnson, 2002）也顯示，考試焦慮和學業成績表現呈現負相關。

許嘉仲(2002)認為學生學習理化的主要目的是為了應付考試，而非為了獲得更多的理化知識而學習，在單純為了得到高分的目標導向的學習之下，理化的學習常常是僅止於表面的學習，較少到達深一層的思考，造成學習成效的低落。研究者認為理化科的學習時常牽涉到較高層次的認知層次，若僅是為了考試成績而將答案背起來，在認知的層次就僅止於記憶的層面，無法達到理解、分析、應用甚至評鑑等更高的層次。

研究者發現在考試的前後，學生都容易出現內心焦慮的表現，呈現在聯絡簿或是週記當中。而考前或是公布成績時，學生也容易表現出外在的情緒性表現。研究者認為，在家長的期待與功利主義的競爭氛圍之下，考試的經驗已經

造成許多同學引起嚴重的焦慮感，但理化考試是教學中無可避免的過程，因此也可能引起學生的理化學習焦慮。

#### (六)學生自我預期

許嘉仲(2002)提出自我認知的差異對理化科學習有舉足輕重的影響，當學生認為自己學習理化對於未來生活毫無幫助，或是對於學習理化科目本身沒有興趣的話，就會容易在學習的時候力不從心，信心崩潰，進而影響學習意願。由此文獻可以瞭解到，學生自我對於理化科的期望與學習意願和自信心有關，若失去了學習的信心與自我的期待，將可能引發學習焦慮。

張殷榮(2001)認為，學生學習理化的成效與對於自然科學的認同程度之間有很大的關聯，所謂的認同程度就是指將來希望從事有運用到自然科學工作的喜愛程度；認為自然科學是簡單科目；自然科學對每個人的生活很重要的。他發現學生若對於自然科學的認同程度愈高，理化的學習成效也會愈高。如同此研究的結論，研究者認為，若學生能夠對於理化的學習有信心，將能夠對於理化的學習有正面的效果，至少學生們不會抗拒理化的學習，而是以正面的態度面對學科的學習。

由上述文獻可推論，學生對於自我的預期，也就是認為自己在自然科應該有怎樣的表現，會影響其自然科的學習成效。因此，家人師長對學生的期待、學生對自我的期待，以及學生用什麼樣的心態看待理化這個科目，皆會影響到理化學習的焦慮程度。

#### 四、小結

焦慮的程度通常會影響學習的成效，因此研究者由前述文獻的探討確立了想要探索理化焦慮與理化學習成效關聯性的動機，另外，高焦慮程度的學生在程序性知識的表現上較差，由於理化科在學習時常常面臨高層次的問題與概念，是否可以推論高焦慮程度的學生在面對理化科的學習時學習成效就會下降？為了降低學生的理化焦慮，使學生能夠在理化的學習上有良好的成效，研究者希望能夠發展一種理化科的教學模式，就如同前述抑制理論所提及的，能夠協

助學生於學習的過程中抑制、降低焦慮，使學生能夠專心一致的的面對理化課程的內容，全心全意的去思考；如同過程效能理論所敘述的，將焦慮體驗這種額外的任務所消耗的心智資源能夠降至最低。因此，研究者於教學設計時將小組採取異質性的分組，並且適當的安排學生的座位，將高成就的學生放置在學習小組的中心，期待透過座位的安排，使高成就的學生給予低成就學生適當的鷹架與教導，期待藉此降低班級整體在理化學習過程中的焦慮感。若是學習者的焦慮感可以降低，將能夠提升學生在學習理化的自信心，並且增加學習者的成功經驗；若是成功的經驗愈來愈多，或許能夠扭轉學生對於理化恐懼的態度，使得學生將來能夠用正向的態度來學習理化。

另外，由理化學習焦慮的因素給研究者一些啟發，從數學計算向度來探討，在設計理化的課程時，應該要能夠著重學生對數學計算能力的培養與協助，平時鼓勵學生多算數學，培養數學基本運算的能力，並在面臨理化問題中的數學計算時，特別花時間停留並補充重要的數學計算過程；從符號與圖表向度來探討，設計理化教材與課程時應該著重符號的講解與說明，務必使學生釐清符號的意義，學生方能夠使用符號於往後的學習，而圖表需要調整到適當的大小，不可以太小，並且要清楚的標示 X 軸、Y 軸的意義，著重變數之間的關聯性與意義的探討，使學生能夠清楚的理解圖表的意義；從實驗與操作向度來探討，研究者將於實驗時清楚的列出實驗器材的清單並且詳細的講述實驗器材的使用過程，對於食譜式的實驗步驟應該力求教材印刷與清晰的呈現，實驗圖示必須有適當的大小搭配清楚的步驟說明文字，並且融入適當的鷹架系統，如教師的口頭協助或是學生間的互相觀摩，期使學生於操作實驗器材時，不會引發不知道實驗步驟、不熟悉實驗器材的徬徨；在教材使用的向度來探討，研究者認為教材的編排必須參考學生的先備知識，設計出符合學生建構知識程序的內容，並且能夠將內容、技巧、方法等三者有機地結合起來，呈現出趣味性、實用性、多樣性、真實性、現代性，文字的敘述需要符合學生的閱讀理解能力，因此研究者將依照上述的原則設計出符合學生程度與認知程序的學習單與教材；

從考試評量向度來探討，由於過往的段考與紙筆測驗時常引起學生的考試焦慮，因此研究者於將教學的過程當中置入了許多的形成性評量，例如：抽問、小組共同解決問題、課後作業等，並將繪製心智圖作為評量的一種工具，心智圖的繪製過程充滿了色彩、線條、與不同的架構的展現，大多數的學生會有好奇心與新鮮感，避免以單一段考作為學生評量的唯一工具，產生一試定江山的焦慮感；從自我預期的向度來探討，研究者於教學歷程中將會時常鼓勵學生，強化學生內心對理化科的信念，只要認真學習，每位學生皆可以學得不錯，鼓勵學生能夠用正向的態度來學習理化，並且提供學生未來自然組升學與往後職涯發展的相關訊息，期望能用生涯規劃的角度來引導學生的學習。

### 第三節 合作學習對學習焦慮與學習成效的影響

本節的第一部分探討合作學習與學習焦慮相關的文獻，第二部分探討合作學習對於學習成效之影響的文獻。

#### 一、合作學習對於學習焦慮的影響

查詢全國博碩士論文知識加值系統，可得知 2000 年至 2015 年間，合作學習對學習焦慮的影響的論文有 8 篇，其中主要為英文與數學焦慮的研究，如表 2-2 所示。

表 2-2

#### 近年合作學習對於學習焦慮的相關文獻

合作學習方式	作者	年份	科目	教學階段	對學習焦慮與學習成效的影響
小組成就區分法	秦翠虹	2003	英語	國小	1. 英語學習成效方面顯著提升。 2. 提供同儕支持與協助，幫助低成就學生學習，減低學習焦慮的問題。

(續下頁)

表 2-2

### 近年合作學習對於學習焦慮的相關文獻(續)

小組成就 區分法	邱孟德	2010	數學	國小	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 以小組合作方式能降低學生的學習焦慮。</li> <li>2. 融入弱結構問題引發學生學習數學的興趣並增進學生發表解題的能力。</li> </ol>
小組分享 式閱讀教 學	許芳蘭	2010	英文	國小	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 小組分享式閱讀比全班分享式閱讀顯著提升國小學童學習態度的表現。</li> <li>2. 能明顯降低國小學童英語學習焦慮。</li> </ol>
自然實驗 與問卷結 合的合作 學習法	盧曉紅 (大陸地 區)	2001	自然	國中	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 合作學習法減輕了學生的學習焦慮。</li> <li>2. 認為傳統講述法鼓勵學生互相競爭，合作學習法鼓勵學生互相依賴。</li> </ol>
小組成就 區分法	黃俊程	2011	數學	國中	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 接受合作學習法的學生數學學習成效顯著高於接受傳統講述法的學生。</li> <li>2. 接受合作學習法的學生在高理解層次的試題表現顯著優於傳統講述法。</li> <li>3. 接受合作學習法的學生在數學焦慮方面呈現下降。</li> <li>4. 接受傳統講述法的學生在數學焦慮的得分上面呈現上升。</li> </ol>
小組成就 區分法	朱衛華	2012	英語 聽力	大學	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 有效提高學生的合作學習能力。</li> <li>2. 降低英語學習焦慮。</li> <li>3. 提高聽力水準。</li> </ol>
參考拼圖 法的概念 為主的合 作學習法	林曉芳	2013	教育 統計	研究 所	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 有助在職進修學生學習成效的提升。</li> <li>2. 能有效彌補教師中心教學法缺點，改善學生學習態度並降低學習焦慮。</li> </ol>
小組成就 區分法	鄭淑玲	2015	數學	高職	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 學生的數學學習成就明顯優於只進行講述教學的學生。</li> <li>2. 合作學習可以降低學生的數學焦慮，尤其在低分組的學生身上效果更為顯著。</li> </ol>
參考小組 成就區分 法之合作 學習	陳俊呂	2015	英文 聽力	國中	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 聽力焦慮降低的程度達到顯著。</li> <li>2. 聽力能力的部分進步幅度未能達到顯著差異。</li> </ol>

由表 2-2 得知，合作學習應用在不同的教育階段、不同的科目上，可以降低學習焦慮。但目前國內尚缺乏合作學習對於八年級學生與理化學習焦慮產生影響相關的文獻，這也是亟需研究探討的。

## 二、合作學習對於學習成效的影響

國內 2000 年至 2015 年使用合作學習為研究主題的文獻有 1022 篇。其中，合作學習對學習成效影響的文獻有 191 篇，其中以小組成就區分法 (STAD) 的文獻有 66 篇，是較多研究者採用的合作學習方式。本研究採取 STAD 法，研究者將近五年(2011~2015)年採用 STAD 對學習成效的文獻歸納如下表 2-3。

表 2-3

### 近年使用小組成就區分法對於學習成效的相關研究

使用者	年分	科目	學習 階段	特色與成效
王梅碟	2011	社會	國小	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 合作式學習教學法對於合作技巧的提升，有正向顯著的關係</li> <li>2. 合作學習有助於提升學習動機</li> <li>3. 合作學習並未顯著提升學生於社會領域的學習成效</li> </ol>
徐昇鴻	2011	英文	國小	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 合作學習組學生英語學習成就上，顯著優於傳統學習組學生。</li> <li>2. 合作學習組低能力水準的學生在英語學習成就上，顯著優於傳統講述組。</li> <li>3. 合作學習組中水準的學生在英語學習成就上與傳統講述組沒有顯著差異。</li> <li>4. 合作學習組高能力水準的學生在英語學習成就上明顯優於傳統講述組學生。</li> </ol>
王鏡淑	2012	數學	高中	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. STAD 使學生的整體數學學習態度、數學價值觀、學習動機與解決學習困難均獲顯著改善，因此此法能有效改善學生之數學學習態度</li> <li>2. STAD 合作學習法使學生對數學學習的看法有許多正面迴響，學生上課變得更專注、學習更具熱忱、學習概念更清楚、學習氣氛更提升、也更認真練習數學完成作業</li> </ol>

(續下頁)

表 2-3

近年使用小組成就區分法與學習成效的相關研究(續)

使用者	年分	科目	學習 階段	特色與成效
林立軒	2013	英文	國中	1. 運用 STAD 合作學習法於國中英語補救教學整體表現未達顯著差異，但在情境興趣上有明顯提升。 2. STAD 合作學習法營造融洽的上課氣氛，因此增進學生學習意願、提升學習信心
邱易萍	2014	英語	國小	1. 合作學習教學之後，發現學生英語學習成效高於未進行合作學習教學之前。 2. 合作學習教學後，發現傾聽、鼓勵的社會技巧皆顯著高於未進行教學方案前。
林冠妙	2014	英語	高職	1. STAD 合作學習對於學生口語閱讀流暢度中之準確度(accuracy)、數度(rate)WCPM、理解(comprehension)有正面影響。
李素娥	2015	數學	高中	1. 合作教學模式，對高二學生學習三角函數單元之學習成就的增進，女生較有顯著的效果。 2. 合作教學模式，對高二學生學習三角函數單元之學習成效(包含學習動機與態度、合作技巧與同儕互動及師生關係三個面向)的增進，僅在合作技巧與同儕互動的增進，全體學生及男生較有顯著的影響效果。
范金鳳	2015	自然	國小	1. 平板電腦融入 STAD 教學模式相較於傳統講述結合 STAD 教學模式，學生在學習成就上達到顯著差異的水準 2. 學生對使用平板電腦融入 STAD 教學模式的滿意度較傳統講述結合 STAD 教學模式高

歸納上述的文獻，可知實施 STAD 於不同的科目或是不同的教育階段，大致上皆能提升學生的學習成效。除了能夠提升學習成效之外，尚有許多的優點如：提升數學計算能力、學習動機、學習態度、人際關係、社交技巧等。但表 2-3 所列文獻中，評估學習成效的方法大部分為紙筆測驗，較少多元評量的方法。因此本研究將採取使用讓學生於學習後繪製心智圖的方式，來探究 STAD 對於學習成效的影響為何。

## 第四節 心智圖

本節將分為四個部分，第一個部分為心智圖的意義與特色，第二個部分為繪製心智圖的法則，第三個為心智圖的評量方式，第四部分為心智圖近年來用於自然科的相關研究，分別敘述如下：

### 一、心智圖的意義與特色

心智圖法（Mind Mapping）是英國學者 Buzan 在 1970 年代初期所創。心智圖法就是一種運用左右腦的特性，例如：關鍵字、符號、圖像、線條等，以全腦思考的方式，加上擴散式的思考方法，把思想、知識及所學的一切將它概念式的呈現出來，是一種視覺化加上圖像化的筆記技巧，將其運用在思想整合、腦力激盪、自由聯想、創意激發、有效記憶等方面也是一個創造思考的策略方法，可以用來自我檢學習如何學習，或是用來作為評量學習歷程的工具來說是有其效果的(陳盈達，2004)。

心智圖是運用線條、圖案、顏色、關鍵字、符號等的一種左右腦全方位思維的表徵方式，將知識擴散思考以視覺化或圖像化呈現綱要的知識管理策略，來強化學習、記憶與創新的技法(許素甘，2004)。

Novak (1990) 提出心智圖是一種教導科學教育的有效工具，可以針對目前所學主題，重新檢視複習甚至重新建構自己已經學過的概念，也可以作為評量的工具。Budd (2004) 認為繪製心智圖可以活化學生的思考，可以讓學生整合過去學到的知識與概念，並在繪製的過程中重新活化與思考相關概念。Buzan(2005)認為心智圖利用輻射狀的思考模式來最大化腦力的潛能，亦可以解放創意、激發記憶、甚至改變生活方式，主要的繪製方式為在中心點繪製一個大的主題，大的主題可以分支幾個次主題並以線段的方式連結，次主題的概念又可以分為此概念下的子主題，並且依此類推，最後形成輻射狀的圖形。

雖然現在是科技日新月異的時代，許多的資料垂手可得，但學生須不斷的學習分析、歸納、綜合的能力，心智圖可以訓練學生上述的能力，而藉由心智圖來呈現概念是最方便的視覺工具，也是一種評量學習成效與歷程的工具(林明棟，2006)。

心智圖的可以提升學習成效，也是一種教學指導的工具，另外心智構圖可以視為另一種可行的評量學習成效之工具，有超過 80%的學生認為心智圖可以幫助整概念(邱垂昌、陳瑞斌，2000)。

魏靜雯(2004)將心智圖的特色規納如下述四點：

- (一)具有概念的層次關係：心智圖是以愈中心為愈重要的概念，向四周分支輻射擴散為分支的子概念
- (二)有概念間的連結：心智圖的繪製強調將分支之間的相關概念連結起來，以建立概念間的關聯性
- (三)心智圖繪製時不需要使聯繫詞，只需箭頭呈現概念與概念之間的連結省略了連結語之後，學生能以更精準的辭彙做跳躍式思考，不受到連結詞彙限制。
- (四)繪智心智圖時以文字及弧線呈現，而且強調符號、圖像的表達，能刺激學生的擴散思考能力。

Buzan(1993)提出心智圖法思想整合技巧，改變傳統條列式的思考邏輯及聚斂式的思考模式，而改以擴散式思考模式呈現，具有水平思考與垂直思考的特性，讓大腦思緒自由放射與思緒自由聯想，產生無限的創意。孫易新(2003)認為擴散性的思考是人類大腦的自然思考方式，心智圖的擴散性思考方法，可以增加資料的累積速度與數量，並且將資料依據彼此間的關聯性分層、分類管理，使資料的儲存、管理與應用更有系統化，且增加大腦的效率

綜合上述，心智圖繪製的過程中，透過符號、圖像更可以引導學生的注意力，並將抽象的課本內容具體表徵出來，具有統整知識結構的概念於其中，且能夠引發學生的擴散式思考模式，對於理化知識與科學概念的建構相當有幫助，因此研究者認為心智圖相當適合作為教學前、中、後形成性的評量的工具。

## 二、繪製心智圖的法則

繪製心智圖有四個法則，分別為使用強調法、使用聯想、重視清楚明確、培養個人風格(Buzan, 1993)，依此四個法則而有下列的繪製心智圖步驟(孫易新譯，1998；孫易新，2001)：

(一)主題：在紙中央寫出或畫出主題，要清晰及有強烈視覺效果，但是不要將主題框架起來，中央主題定位結束後，在中央畫上一個「十字」，如果有四個主要分支，正好每一個象限分配一個分支，若有更多的分支，則要適當的分配版面。

(二)關鍵字：圈選出文章的關鍵字，並填上關鍵字，由左至右書寫。之後設立主要分支，從中心將有關聯的要點分支出來，畫成波浪狀分支，愈接近中央的分支愈粗，將教材的主要關鍵字填到主要分支的線上，關鍵字的字數以一個詞或符號為單位，字必須在支線上，可用不同的圖案、符號、數字、字形大小等，表示類型、次序、重要性。

(三)分類：在各象限上「分層分類」，將相關的內容放在同一分支上，以亞分支分散出來，每一線條上放關鍵字，並用用箭頭、符碼或顏色把相關概念的分支連起來。

(四)個人風格：線條除流暢、粗細並且接點連接外，還需要注意角度問題，一般以  $45^\circ$  為可接受的範圍。線條的長度要與文字長度或圖形的大小相當，線條的粗細，則是以中央主題為中心，線條由粗而細、其餘分支以一條細線即可。完成關鍵字填寫後，接著使用不同符號、圖像來製作心智圖，並且鼓勵學生發揮創意來製作。

## 三、心智圖的評量方式

評量心智圖的方式大致有兩類，第一類以內容、想法與技巧為主，第二類則以字彙、概念、組織為主（引自魏靜雯，2004）。

(一)以內容、創意與技巧為主的評量方式

評分的重點放在廣度和深度，廣度的部分期望學生在主要分支能夠涵蓋所有的重要內容與概念，並且將關鍵字分類正確，深度的部分期待歸納出來的概念有層次性、組織性，並於關鍵字與關鍵字之間作適當的連結。此種評量方式期望學生要有自己的想法，並運用繪圖技巧來完成心智圖，符號、箭頭與概念的分類皆為評分的重點。

#### (二)以字彙、概念、組織為主的評量方式

Goodnough 與 Long(2002)提出心智圖在科學測驗上的計分方式，依字彙、科學專有名詞概念的正確性、顯示概念關係的組織性三方面計分，說明如下：

- 1.字彙：心智圖中包含正確專有名詞或概念的百分比愈高，給予愈高的分數。
- 2.科學專有名詞與概念的正確性：心智圖中對專有名詞與概念書寫的正确性與瞭解程度愈高，給予愈高的分數。
- 3.顯示概念關係的組織性：分支的個數愈多、分支與細節的概念間的連結性、字與符號之間的箭頭連結清楚者給予愈高的分數

除了參考上述的文獻之外，研究者也參考莊景益(2008)、黃一泓與王貞雯(2011)分析心智圖評分的方式，綜合歸納出本研究心智圖的評分方式，分別以關鍵字個數、概念的深度、概念的廣度、分類的正確性四個向度來分析學生的心智圖。

#### 四、近年來使用心智圖用於自然科教學的相關研究

查詢臺灣博碩士論文加值系統，國內以心智圖為論文名稱的論文共有 184 篇，其中有 15 篇是用應在自然科的相關實徵研究，而近 5 年內(2011~2015)的自然科相關研究有 6 篇，研究者將這 6 篇文獻的特色、成效與發現歸納如下表：

表 2-4

## 近年使用心智圖於自然科教學的相關研究

使用者	年分	學習階段	使用方法或目的	特色、成效與發現
張惠媚	2013	國小三年級自然	實施八周的「自然與生活科技領域心智圖教學方案」課程，讓學生繪製心智圖學習單。	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 心智圖教學方案可以運用在自然與生活科技領域中。</li> <li>2. 心智圖教學融入自然與生活科技學習領域中對低成就學童的學業成就表現有進步。</li> <li>3. 低成就學童對心智圖融入自然與生活科技學習領域中採正面的看法。</li> </ol>
魏嫻芳	2014	國中理化	藉由「合作式心智圖」，促使學生相互依賴，積極合作，不斷的複誦促進長期記憶的形成，指導學生利用心智圖作筆記，學會統整與概念。	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 研究顯示以心智圖教學可以提升學生學習態度。</li> <li>2. 心智圖做筆記能幫助學生記憶、搜尋重點、組織架構。</li> <li>3. 透過分組合作學習可以藉由互助合作、腦力激盪提升學習效能。</li> <li>4. 透過心智圖教學研究歷程、教師省思與修正，有助於促進教師專業成長。</li> </ol>
許永明	2014	國小四年級自然	透過科學閱讀步驟的教學活動和心智圖的繪製之行動研究，目的在提升學童在自然領域的學習成效。	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 結合科學閱讀與心智圖教學策略融入自然領域教學具有可行性。</li> <li>2. 心智圖教學活動有助於增進學生的閱讀理解能力。</li> <li>3. 心智圖教學活動能提升學生的學習專注力。</li> <li>4. 心智圖的運用有助於提升學生對課程內容的統整能力。</li> <li>5. 心智圖教學活動的實施能促進學生對科學詞彙的學習。</li> </ol>

(續下頁)

表 2-4

## 近年使用心智圖於自然科教學的相關研究(續)

使用者	年分	學習階段	使用方法或目的	特色、成效與發現
彭兆璋	2015	國小六年級	旨在探討運用數位心智圖融入教學對國小學童自然科學學習成效之影響，採準實驗研究法，比較兩組間的差異。	1. 發現運用數位心智圖融入教學有助提升國小學童在自然科的學習成效。 2. 心智圖是一種可將書面上的知識轉化成視覺化學習的模式，協助學習者對概念加以理解與記憶
陳健忠	2015	國中自然	以心智圖和論證教學模式為教學活動的理論依據，促進學生在參與科學展覽活動的過程中積極進行科學探究。	1. 結合心智圖與論證教學模式融入科學展覽活動可以促進學生的科學探究能力 2. 聚焦式同儕討論是心智圖用來培養形成科學議題能力的關鍵因素 3. 科學探究能力的培養必須建構在學生的科學知識基礎上
張文淵	2015	國小五年級	心智圖教學法融入自然與生活科技領域，對學習態度與學習成效之影響，採用「準實驗模式」，讓學生於前、後測繪製心智圖。	1. 心智圖教學法對自然科之學習動機、學習態度、教師態度及學習策略有正向且顯著的影響。 2. 心智圖教學法對自然與生活科技領域之學習成效亦有正向且顯著的影響。

由上述文獻可以歸納，心智圖不但可以作為評量的工具，也是一種有效的教學方法，可以協助學生重新建構自己的知識結構，提升學生思考統整能力、學習興趣、學習動機、學習態度、閱讀理解、科學探究能力，一方面也協助學生在學習理化的過程中複習自己所學的知識，研究者因此將於第三章的研究工具當中，使用心智圖作為評量學生學習成效的工具。

## 第三章 研究方法

本章共分為四節，包含研究架構與設計、研究對象、研究工具、研究流程與教學設計及資料處理分析。

### 第一節 研究架構與實驗設計

#### 一、研究架構

本研究以準實驗研究法來探討合作學習對於八年級學生理化學習焦慮與學習成效的影響。實驗的自變項為「教學方法」，分為「傳統講述法」與「合作學習 STAD」兩組。實驗組學生於課堂上採用 STAD 進行學習，而對照組採用傳統講述法。本研究的依變項為「理化學習焦慮」與「理化學習成效」。研究架構如圖 3-1 所示。

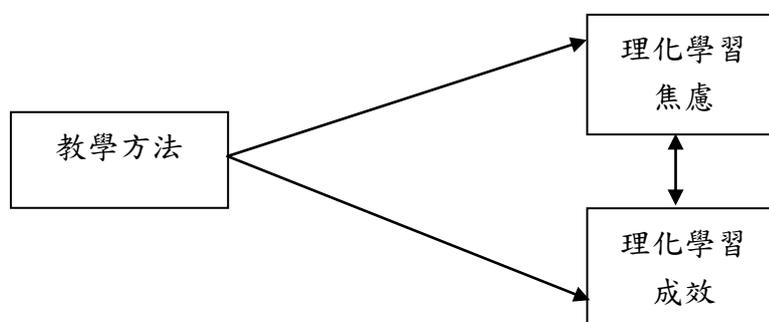


圖 3-1 實驗架構圖

實驗組與對照組均由研究者擔任授課教師，以避免實驗受教師教法或是個人特質所影響。實驗組與對照組每週四節課，每節課上課 50 分鐘，每週上課 200 分鐘。每一章節結束之後實施小考，課堂上立即檢討回饋並由老師記錄成績表現。

實驗中的授課教材為翰林版的理化教科書與研究者自編的學習單(如附錄七)，此份學習單的設計參照第二章理化焦慮的結論部分來製作，將學生懼怕理化的因素考量進入編制而成，課程內容為八年級下學期第一章化學計量、與第二章氧化還原反應。

學生學習成效測驗內容分兩部分。第一部分由研究者自國中基測 94~104 年的試題與各校大考試題當中，選取符合八年級程度的題目 50 題作為理化成效測驗(學校段考試題)，於實驗結束之後於兩組分別實施理化成效測驗後測並讓學生繪製心智圖。理化成效測驗施測的時間為 60 分鐘，共 50 題。

第二部分由學生繪製主題知識心智圖。繪圖時間為 50 分鐘，於進行完理化成效測驗後測後的下一節課於課堂進行繪製。

## 二、實驗設計

本研究的實驗設計如表 3-1 所示。

表 3-1  
實驗設計

組別	前測	實驗處理	後測
實驗組	O <sub>1</sub>	X	O <sub>2</sub> O <sub>3</sub> O <sub>4</sub>
對照組	O <sub>1</sub>	---	O <sub>2</sub> O <sub>3</sub> O <sub>4</sub>

符號說明：

X：表示實驗組接受 8 週的合作學習 STAD 教學法

O<sub>1</sub>：表示接受理化學習焦慮量表前測

O<sub>2</sub>：表示接受理化學習成就測驗後測

O<sub>3</sub>：表示接受理化學習焦慮量表後測

O<sub>4</sub>：表示繪製理化心智圖

在實驗前，不論是實驗組或是對照組都要接受「理化學習焦慮量表前測」，並以上學期理化學期總成績做為學習起點行為。

實驗開始後，兩個組別分別進行不同的教學法，正式實驗教學課程為期八週，每週四堂課，每堂課 50 分鐘，一週為 200 分鐘，分別對實驗組與對照組進行教學。實驗教學結束後，兩個組別皆實施「理化學習焦慮量表後測」、「理化學習成就測驗後測」，並且讓兩個組別的學生繪製心智圖。

## 第二節 研究對象

本研究以臺中市某私立國中八年級兩個班共 85 名學生作為研究對象。學生上學期的理化期末組總成績表現相近，經過 t 檢定後，無論高分群、低分群、以及整體學生之間的表現皆無顯著差異，因此兩個班級可視為同質性，研究者採取隨機選取，一個班級為實驗組，另一個班級為對照組，各組參與實驗學生的人數，實驗組有 38 人，對照組有 47 人。兩個班級課後補習的人數均小於 10%，不至於影響實驗的結果。

為了顧及研究倫理，在實驗之前請學生家長填寫同意書。全部家長均同意提供學生理化學習成就測驗成績與理化焦慮量表成績以供研究分析使用。其目的除了降低理化焦慮、提升理化學習成效外，也能提升同學團隊合作與人際溝通互動的能力。

## 第三節 研究工具

本研究用來蒐集數據的研究工具包括：(一)理化學習焦慮量表、(二)理化學習成就測驗試卷，與(三)心智圖。

### 一、理化學習焦慮量表

本研究以何東興(2005)所發展的「理化學習焦慮問卷」作為研究理化學習焦慮的工具(如附錄一)。何東興探討造成理化學習焦慮的原因，歸納出包括數學計算、符號圖表、實驗進行、教材使用、評量壓力、預期心理等六個向度。經過原作者同意之後，決定直接採用其「理化學習焦慮問卷」作為評定理化焦慮的工具。

理化學習焦慮量表的內容分為兩部分。第一部分是基本資料，第二部分是焦慮試題。在基本資料部分，學生須填寫基本資料，如：座號、性別、前學期理化期末考成績、家長對於理化學習的期待。

第二部分焦慮試題部份共有 29 題問項，試題結構如表 3-2 所示。量表以李克特氏五點量表(five-point Likter scale)來計分。每個問項皆有五個選項，包括非常符合、大部分符合、符合、小部分符合、非常不符合，計分方式分別為 5、4、3、2、1 分。受試者根據自身的感受來作答，分數愈高，代表學生對於此題目描述的狀況感受到的焦慮程度愈高，藉此來測量學生的理化學習焦慮。量表的內部一致性 Cronbach's  $\alpha$  值為.92，具有良好的信度。

表 3-2

理化焦慮量表結構

範圍	題號	題數
數學計算	1,2,3,4	4
符號圖表	5,6,7,8,9,10	6
實驗進行	11,12,13,14	4
教材使用	15,16,17,18,19	5
評量壓力	20,21,22,23,24	5
預期心理	25,26,27,28,29	5

## 二、理化學習成就測驗

本研究中的學習成就測驗以學校的定期評量來進行，以前一學期理化學期期末總成績作為前測成績，以下學期的第一次理化定期評量的成績作為學習成就後測成績。作為後測的第一次定期評量之雙向細目表如表 3-3 所示。由表 3-3

可知，此份試題是以理解、應用、分析三個層次為主要的試題；試題中有超過一半的題型為應用與分析等較高層次的問題。本研究藉由理化學習成就測驗的得分作為評定理化學習成效的工具，比較不同組別的后測成績得分。

表 3-3

**理化學習成效後測雙向細目表**

	記憶	理解	應用	分析	評鑑	題數
化學反應與質量守恆	25	23, 24, 26	27, 29, 33	28, 30, 34		10
原子量、分子量與莫耳		31, 35, 36, 43, 44, 45, 50	32, 37	38, 39, 40, 41, 42, 46		15
反應式與化學計量				47, 48, 49		3
氧化反應與活性	8	6, 18	13	3, 10, 19, 22	21	9
氧化與還原	2		9, 15, 16	4, 5, 11, 12		8
氧化還原的應用	20	1, 17	14	7		5
題數	4	14	10	21	1	50

此份後測試題經兩位校內及三位校外理化任教超過十年以上的教師（表 3-4）共同審題，進行試題檢討、分析與研究。所有的題目請審題教師們進行文字上敘述的修正，鑑別題目於雙向細目表的歸類是否正確，並且篩選掉鑑別度不夠高的題目，取代為具有鑑別度的題目，以建立專家效度。

表 3-4

**理化後測試題專家效度**

姓名	職稱	教學年資
陳○利	東大附中學務主任/理化科教師	15 年
沈○修	東大附中理化教師	16 年
李○賢	金門高中理化科教師	10 年
陳○宇	花蓮自強國中理化科教師	10 年
錢○新	爽文國中理化科教師	10 年

### 三、心智圖

本研究使用心智圖(mind map) 來檢驗學生對主題概念的知識結構與理解程度。研究者會於教學單元之後，利用一堂課讓兩個組別的學生當場繪製心智圖，實驗組的學生利用一節課於前 20 分鐘進行小組討論，主要探討心智圖應該如何繪製，討論結束後於課堂後 30 分鐘個別獨立繪製一份心智圖；對照組的學生利用一節課前 20 分鐘的時間自行複習課程的內容，並於後半 30 分鐘個別繪製一份心智圖。心智圖繪製的時機放在結束一個單元完整的教學後，因此於研究者於單元主題教學後，讓學生繪製心智圖。

本研究以心智圖來探究接受不同教學方式的學生，所建構出來的主題知識是否有所差異。研究者並邀請兩位學校資深理化科教師們協助繪製課程中「化學反應」主題的心智圖，作為專家範本，與學生的心智圖相互對照。

學生心智圖的評量方法，研究者主要參考莊景益(2008)、黃一泓與王貞雯(2011)的分析方式，以關鍵字個數、概念的深度、概念的廣度、分類的正確性四個向度來分析學生的心智圖，分別陳列如下述四點：

- (一)概念的豐富度 (關鍵字的個數)
- (二)概念的廣度 (大分支的個數)
- (三)概念的深度 (分支的平均層數)
- (四)節點位置是否正確 (分類的正確性)

#### 第四節 研究流程與教學設計

實驗組的教學設計分為三個階段，第一個階段為研究準備期，第二個階段為研究實施期，第三個階段為資料總結期，研究流程如圖 3-2，另外將三個階段的實施重點分述如下。

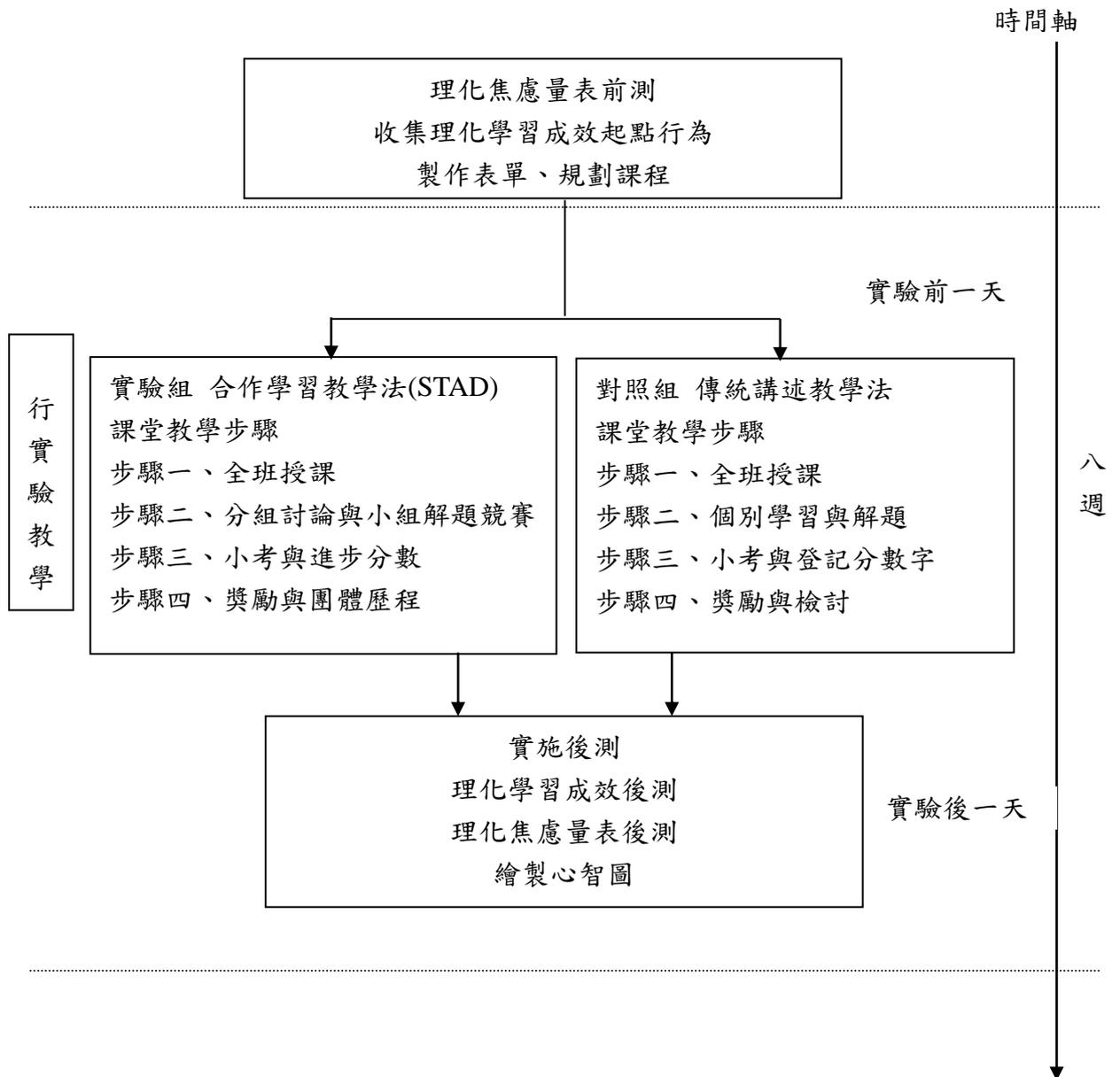


圖 3-2 研究流程圖

## 一、研究準備期

在正式進行實驗教學前需為了實驗教學做準備，共有九個步驟，分別敘述如下。

### (一)擬定研究主題並且蒐集文獻資料

研究者由過去十年的教學經驗觀察到學生對於理化學習的焦慮感與挫折感與時俱增，因此對於學生產生焦慮感的原因與如何提升學習成效充滿興趣，故蒐集近十年國內外關於不同階段不同科目的「學習焦慮感」、「學習成效」、「合作學習」、「心智圖」相關的文獻，並以此導引出研究的輪廓，多次與指導教授討論，並且確認研究主題與所必須準備的工作項目。

### (二)研究工具的選擇與設計

確定研究的主題與研究目的之後，根據想要研究的相關變項來尋找適當的研究工具。研究工具的詳細論述請參閱第四節研究工具的部分。

(三)實驗組與對照組於進行「理化學習焦慮」前測並統計「理化學習成效起點行為」。

### (四)設定教學進度

本研究的教學內容為理化第四冊的第一章化學反應與第二章氧化還原反應，共有 6 小節，約為每週完成一小節，共八週，教學進度表如下表所示：

表 3-5  
教學進度表

週次	教學單元	內容進度
第一週	1-1	化學反應與質量守恆
第二週	1-2	原子量、分子量與莫耳
第三週	1-2	原子量、分子量與莫耳
第四週	1-3	反應式與化學計量
第五週	1-3	反應式與化學計量
第六週	2-1	氧化反應與活性
第七週	2-2	氧化與還原
第八週	2-3	氧化還原的應用

#### (五)決定個人基本分數

定義個人的基本分數為國二上理化學期總成績，不論高中低成就的學生，都讓他們都了解自己的基本分數為何，並且與學生說明計分的規則。期使學生追求屬於自己的進步分數，由每次測驗後由小考測驗轉換進步分數單(附錄三)計算出個人進步積分，並且計算出小組的總分與平均進步成績。

#### (六)進行異質的分組

本研究採用異質性的分組，依據學生八年級上學期理化科學期總成績排序，以「S」型的方式進行分組，儘量使得每一組的學習能力平均分配，另定義前學期成績前 1/3 為高分群，後 1/3 為低分群，中等程度就是全班扣除高低分群後的學生，因此組內有 2 位高能力、2 位中能力、2 位低能力的學生。實驗的場地在普通的教室內，考量場地的大小與噪音互相干擾與桌面排列等等因素，總共分為 6 組，每一組總共安排 6 到 7 位學生。

#### (七)設計教材學習單與教學活動教案

教學前需要準備的工具與其功能分別敘述如下:

1.教學活動教案：每週上課前準備當週的教學教案，供教師作為教學設計與教學規劃之用，並且參考學習焦慮相關的文獻編排教學的模式。

2.教材學習單(如附錄七)：上課前皆編制教材學習單，用來引導課程的學習目標與小組討論的重點，並且參考理化學習焦慮的因素來設計學習單。

3.準備理化教學過程中的學習資料，除了教材學習單之外，尚包括理化課本、習作和補充講義。

4.準備理化心智圖的範例圖與繪製流程圖：為了讓學生於每個章節的學習之後能夠除了透過紙筆測驗來了解學生的學習成效之外，將透過心智圖的範例圖與研究者的指導，引導學生繪製屬於學生個人的理化學習心智圖。

#### (八)準備實施合作學習法(STAD)的各式紀錄表單

1.個人的小考測驗卷：用來做為個人每單元學習後的評量，在每個單元結束後進行本單元小考，測驗時不可以交談，由學生單獨完成。測驗分數關係著個人分數與團體分數。在完成學習單後提供每組一份解答，讓各組自行訂正進行檢討，需強調實驗組與對照組的小考考卷完全相同。

2.小組小考測驗得分單和小組測驗得分單(如附錄三、附錄四)：用來檢驗每個單元合作學習法教學節數之後的階段性評量。

3.合作學習任務分配表和小組角色分派記錄單(如附錄五、附錄六)。

#### (九)熟練合作技巧

為了順利讓實驗組實施小組成就區分法，於實施此法之前一個月，偶爾於課堂中留 5~10 分鐘讓學生們可以與自己的好友，或是鄰近的同學進行討論，目的是先讓孩子們學會同儕互動的技巧，熟練互相溝通與學習的方法。此時尚未開始實驗教學。

## 二、研究實施期

此時期正式進行實驗教學，實驗組與對照組的教學步驟分述如下：

### (一)實驗組

參考 Slavin 於 1978 年所提出的合作學習教學法(STAD)具體實施的步驟來實施，課前要求學生按照老師的安排事先排好座位，全班於上課前都坐在安排好的位置，才可以開始正式上課，詳述步驟如下：

### 1.全班授課(10 分鐘)

於課堂初始，教師必須明確指出重要的學習目標與學習任務，並於開始陳述章節重要觀念與範例，此過程中，教師必須設法連結學生的既有知識，指導學生必須如何做，才能夠完成學習遷移。設法讓學生瞭解今日上課的主要目標與討論學習的方向，明確說明老師自編的教材學習單要如何完成，為接下來的分組討論作鋪路。說明結束後鼓勵學生提出問題，避免學生因為不熟練主題產生額外的學習狀況。最後確立小組內各成員該負責的事項並做說明(合作學習任務分配表和小組角色分派記錄單)，避免分組合作學習的效率低落。

### 2.分組討論與小組解題競賽(30 分鐘)

組內每一個成員的任務有二，分別為「學習工作」與「支援工作」，詳細的任務分配如附錄五。讓各個小組對理化課本的例題、內容、老師自編的學習單進行討論。討論時，鼓勵高成就的學生指導中、低成就的學生，目標是讓整個小組都能夠精熟老師的學習單與教材的內容，釐清不懂的部分並且互相交流。老師於學生討論的過程中，隨班觀察每位學生是否認真參與討論，並監督每一個組別是否確實做好任務分配。

### 3.小考與進步分數(10 分鐘)

每個章節結束之後可以安排一次小考以進行階段性的評量。考試時，每個學生都是獨立應考不可互相討論。小考完成之後，組別之間交換批改考卷並登錄成績，讓學生了解基本分數與進步分數的計算方法，並且算出每個人的進步分數與整組的平均進步分數。

### 4.獎勵與團體歷程

每次小考之後皆登記個別成績與小組成績，於全班共六組當中，進步分數平均最高的兩個組別進行表揚；每一個組別中，進步分數最佳的個人亦進行表揚。獎勵的內容為:小文具、鼓勵小卡一張、平時成績加分與老師口頭嘉勉。小考後，同學互相討論本次的考題並且進行交互訂正學習。結束之後讓個小組討

論本次的合作學習，每位同學或是整個小組在流程上或技巧上是否有改進之處，以期下次的合作學習能夠更順利的進行。

## (二)對照組

### 1.全班授課(30 分鐘)

教材的內容與學習單皆與實驗組相同，但上課時以教師的講述為主，學生於自己的座位學習。

### 2.個別學習與解題(10 分鐘)

讓每位同學對於理化課本的例題、內容、老師自編的學習單進行個別學習。學生單獨完成學習單的流程與任務。老師觀察每個人解題的情況，直到全班九成的學生都完成學習單題目之後，教師給予解答。學生有問題的部分可以提出來，由老師進行講解。

### 3.小考與登記分數(10 分鐘)

每個章節測驗一次，題目與實驗組完全相同，測驗之後的成績也登錄於成績登記表上面。

### 4.獎勵與檢討

小考成績登錄後，學生不懂的問題向老師發問，老師協助同學訂正與講解。最後鼓勵全班表現最優異的八位同學，並口頭激勵表現不佳的同學。獎勵的內容與實驗組完全相同。

將上述實驗組與對照組的課堂教學步驟歸納，可呈現如下表 3-2，課程的進行原則上依照下表的步驟，但並非每一節課都安排小考；若是該堂課沒有安排考試，則兩個組別皆省略步驟三與步驟四，將持續重複步驟一與步驟二。

表 3-6

**實驗組與對照組課堂教學步驟對照表**

課堂教學教學步驟	實驗組	對照組
步驟一	全班授課(5 分鐘)	全班授課(25 分鐘)
步驟二	分組討論與小組解題競賽(30 分鐘)	個別學習與解題(10 分鐘)
步驟三	小考與進步分數(10 分鐘)	小考與登記分數(10 分鐘)
步驟四	獎勵與團體歷程(5 分鐘)	獎勵與檢討(5 分鐘)

另外，教師應謹慎實施並且記錄各項表單以供日後分析之用，其目的除了用來做為實驗資料分析之外，也促進教師本身瞭解合作學習(STAD)對學生學習成效的表現，並以此作為日後理化教學精進的依據。

### 三、資料總結期

本研究對於實驗組與對照組所得到的分數，都利用 SPSS18.0 軟體進行分析，並將結果整理與歸納於第四章，進而於第五章撰寫結論與建議。

## 第五節 資料處理與分析

本研究使用電腦軟體 SPSS 第 18 版來進行資料分析，分別進行敘述性統計以及推論統計中的 t 考驗與共變數分析(Ancova)。另外，將學生繪製心智圖的部分進行資料的質性分析。資料的處理將說明如下：

### 一、敘述統計 (descriptive statistics)

根據實驗組與對照組在「理化學習焦慮問卷」、「理化學習成就測驗」所蒐集的資料，利用統計方法中的算術平均數與標準差的統計方法，來分析實驗組與對照組的學生於「理化學習焦慮問卷」、「理化學習成效」此二方面的狀況。

## 二、推論統計

### (一)考驗檢定：相依樣本的 t 檢定 (Two-sample t-test for paired data)

以「教學方法」為自變項，將「理化學習焦慮後測」成績與「理化學習焦慮前測」成績進行相依樣本的 t 考驗，以瞭解實施實驗教學之後，兩組的依變項「理化學習焦慮」總分與六個不同向度的得分是否有差異。

### (二)單因子共變數分析(Ancova)

以「教學方法」為自變項，將「理化學習成效後測」設定為依變項，以「理化學習成就起點行為」成績設定為共變項進行共變數分析，以分析在排除理化起點行為分數影響的情況下，實施實驗教學之後兩組之間、高分群之間與低分群之間的學生其「理化學習成效後測」的得分是否有差異。

### (三)積差相關(Pearson correlation)

探究「理化學習焦慮得分」與「理化學習成效」之間的關聯性。利用積差相關進行分析，用以瞭解不同焦慮程度的學生在理化學習成就測驗中的表現。

## 第四章 研究結果與討論

本章總共分為五節，第一節呈現理化學習焦慮敘述統計與分析與討論，第二節進行學習成效之比較分析與討論，第三節探討理化學習焦慮程度與理化學習成就間的相關性與討論，第四節進行單元主題心智圖之分析比較。

### 第一節 理化學習焦慮敘述統計與分析與討論

本節先比較實驗組與對照組學生在實驗教學前的學習焦慮，再進行教學後焦慮變項的前後測比較。

表 4-1  
理化學習焦慮敘述性統計

變項	N	前測 M (SD)	後測 M (SD)	t	p
數學 實驗組	38	11.24 (3.96)	9.89 (2.36)	4.28	$p < .001^{***}$
計算 對照組	47	10.47 (4.49)	10.74 (3.64)	-1.29	$p = .204$
符號 實驗組	38	16.45 (5.52)	14.92 (6.50)	3.99	$p < .001^{***}$
圖表 對照組	47	16.68 (6.50)	17.36 (5.63)	-2.58	$p < .05^*$
理化 實驗組	38	7.18 (3.52)	6.42 (2.29)	2.77	$p < .01^{**}$
實驗 對照組	47	7.30 (3.49)	6.79 (2.33)	2.02	$p < .05^*$
教材 實驗組	38	11.79 (4.42)	11.16 (2.70)	1.90	$p = .066$
使用 對照組	47	12.02 (4.74)	12.40 (4.49)	-2.24	$p < .05^*$
評量 實驗組	38	10.71 (4.41)	11.55 (4.19)	-5.05	$p < .01^{**}$
壓力 對照組	47	11.83 (5.72)	12.87 (5.25)	-5.64	$p < .001^{***}$
預期 實驗組	38	12.13 (3.81)	11.66 (2.36)	1.21	$p = .232$
心理 對照組	47	12.91 (5.66)	13.89 (5.54)	-5.93	$p < .001^{***}$
焦慮 實驗組	38	69.50 (18.56)	65.61 (12.03)	2.99	$p < .01^{**}$
總分 對照組	47	71.21 (26.03)	74.06 (22.57)	-2.87	$p < .001^{***}$

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

為瞭解學生在實驗教學前後，其理化學習焦慮的變化，研究者比較學生理化學習焦慮前、後測得分。學生理化學習焦慮前後測的敘述性統計如表 4-1 所示，相依樣本 t 考驗結果亦呈現在表 4-1 中。

比較實驗組與對照組學生在教學前的學習焦慮，發現兩組的焦慮總分未有顯著差異，顯示兩組學生在進行實驗教學前，焦慮的程度沒有差異。進一步分析可以發現，兩組學生在「數學計算」、「符號圖表」、「理化實驗」、「教材使用」、「評量壓力」、「預期心理」六個向度的焦慮皆未有顯著差異。因此，在進行實驗教學之前，實驗組與控制組學生的理化學習焦慮沒有顯著差異，可視為同質。

#### 一、理化學習焦慮總分的分析與討論

在理化學習焦慮總分部分，實驗組進行 STAD 合作學習後，「理化學習焦慮總分」平均分數顯著下降， $t(37)=2.99, p<.01$ 。對照組進行講述法教學後，「理化學習焦慮總分」平均分數顯著上升， $t(46)=-22.87, p<.001$ 。由圖 4-1，可以看出實驗組與對照組理化學習焦慮總分在實驗教學前後的變化。經過實驗教學後，實驗組學生的理化學習焦慮明顯下降，而對照組則呈現明顯上升。換言之，STAD 合作學習有助於降低學生學習理化的焦慮感。

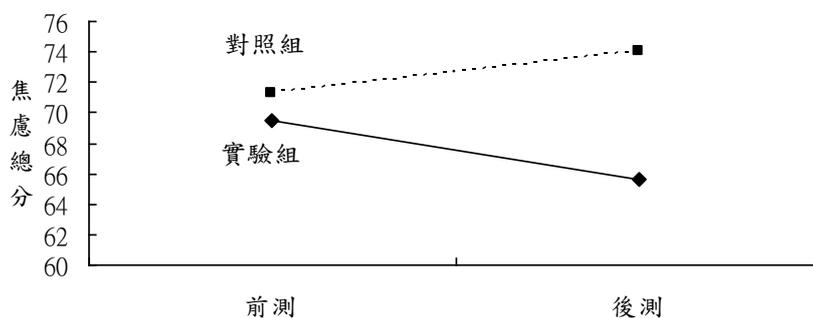


圖 4-1 組間學習焦慮總分前、後測得分

整體而言，STAD 合作學習教學對學生理化學習焦慮下降的程度優於傳統講述教學，此研究結果與黃俊程(2011)、陳惠琦(2014)、與盧曉紅(2001)的研究結果類似。至於為何傳統講述組的焦慮程度會上升?研究者認為本次實驗教學的內容為化學反應與氧化還原反應，課程的內容涉及較多的數學計算與符號使用，在認知的層次上屬於較高的層次的問題較多(理解、分析、評鑑)，本來就是八年級學生相當害怕的學習單元；研究者認為，合作學習組透過同儕間互相幫忙與鷹架造成整體的焦慮下降，但是對照組卻因為較高層次的理化問題導致整體的學習焦慮上升。

## 二、「數學計算」向度的分析與討論

在學習焦慮的數學計算向度中，實驗組學生經過 STAD 合作學習方式介入之後，「數學計算」分向度的焦慮感顯著降低， $t(37)=4.28$ ， $p<.001$ 。而對照組的「數學計算」分向度的焦慮感雖上升，但未有顯著差異。由圖 4-2 中，可以看出實驗組與對照組理化學習焦慮數學計算向度在實驗教學前後的變化。經過實驗教學後，實驗組學生在「數學計算」分向度的學習焦慮顯著下降；對照組則略為上升，但無顯著差異。

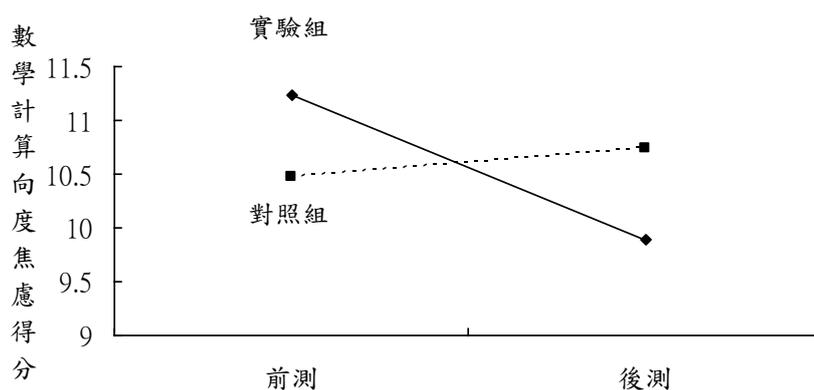


圖 4-2 組間數學計算向度焦慮得分前、後測得分

就「數學計算」這個向度來探討，理化的學習過程中常常會伴隨著數學邏輯思考的問題，本教學單元中應用到數學計算的部分較多，而高分群的學生在數學概念理解與運算的熟練度較高，與題目之間的連結和運用適當的計算方法

解決問題的能力相對較佳；低分群的學生在面對教材中相關的數學問題時，運算上不知道如何使用適當的數學方法，因此學習時常常會因此停頓，甚至束手無策，這也是傳統講述組於本單元數學計算向度焦慮提升的原因。此時若透過合作學習的對話與討論，低分群的學生將可以在數學運算的過程當中獲得高分群學生的支援，以協助使用適當的計算方法與計算流程，藉此獲得數學上的支援，故實驗組在「數學計算」這個向度的焦慮程度呈現顯著的下降。此項研究結果與黃俊程(2011)對於數學焦慮的研究有類似的結果。

### 三、「符號圖表」向度的分析與討論

在「符號圖表」的向度分析中，實驗組經過 STAD 合作學習教學之後，「符號圖表」向度的學習焦慮平均分數顯著下降， $t(37)=3.99$ ， $p<.001$ 。而對照組的「符號圖表」向度的學習焦慮則顯著上升， $t(46)=-2.58$ ， $p<.05$ 。圖 4-3 是實驗組與對照組理化學習焦慮前後測成績。由圖 4-3 可以發現，經過實驗教學後，實驗組「符號圖表」向度的學習焦慮後測得分明顯下降；而對照組則明顯上升。

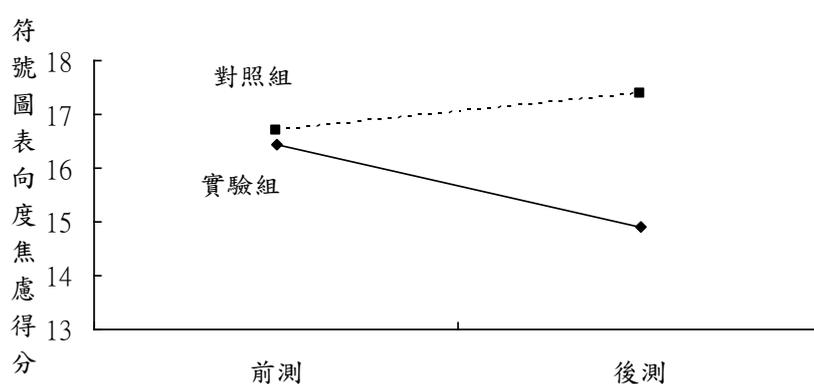


圖 4-3 組間符號圖表向度焦慮得分前、後測得分

就「符號圖表」這個向度來探討，理化課程的學習常常需要面對許多物理、化學符號與圖表的理解，尤其本次教學內容為莫耳數與氧化還原，需用到許多化學符號如：價數、元素符號、化學反應式，本次實驗教學符號使用的機率更

是高於其他理化章節。高分群的學生在符號的記憶與運用上較為熟練，對圖表的理解與解釋能力較佳，若是學習過程中需要用到符號圖表時，可以快速的理解教材並使用；而低分群的學生常見的問題是不理解符號的意思，也不記得符號本身，看到圖表時的理解速度與應用能力不若高分群。透過合作學習的對話與討論，低分群的學生將可以藉由同儕的協助，在符號與圖表的學習過程中獲得支援，故實驗組在「符號圖表」這個向度的焦慮呈現顯著的下降。而對照組在缺乏同學互相支援符號、圖表的理解，因此在「符號圖表」這個向度的焦慮呈現顯著的上升。此結果與蔣宇立(2000)研究學習數學符號產生的焦慮結果類似，低成就的學生對於數學符號有相當的恐懼。

#### 四、「理化實驗」向度的分析與討論

在「理化實驗」向度的學習焦慮分析中，實驗組經過 STAD 合作學習方式介入之後，「理化實驗」向度的後測得分平均分數顯著下降， $t(37)=2.77$ ， $p<.01$ 。而對照組的「理化實驗」向度的後測得分平均分數亦顯著下降， $t(46)=2.02$ ， $p<.05$ 。圖 4-4 是實驗組與對照組學生「理化實驗」向度的焦慮得分。經過實驗教學後，實驗組與對照組學生在「理化實驗」向度的學習焦慮都顯著降低。

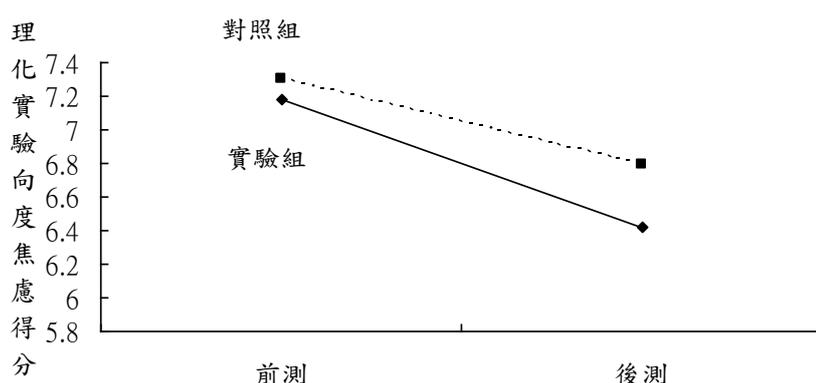


圖 4-4 組間理化實驗向度焦慮得分前、後測得分

就「理化實驗」這個向度來說，前一學期的實驗課，兩個班級皆採取教師示範的方式進行實驗，形同傳統講述法。本次教學實驗，實驗組的學生接受合作學習法的教學後，組內成員互相討論實驗的內容、步驟、器材的使用，再加

上本次的實驗為氧化還原反應的實驗，實驗本身的難度與複雜性皆不高，因此實驗組的學生於「理化實驗」這個向度的焦慮呈現顯著的下降。而對照組的學生仍由老師進行示範實驗課程，再抽點學生上來進行模仿實驗，結果發現對照組在「理化實驗」也呈現顯著的下降，但下降幅度不若實驗組；研究者認為本次實驗的內容為氧化還原反應，實驗的內容與步驟較為簡單，應該是造成兩個組別「理化實驗」焦慮皆下降的主因。

#### 五、「教材使用」向度的分析與討論

在「教材使用」向度的學習焦慮部分，實驗組學生在接受 STAD 合作學習方式教學之後，在「教材使用」向度的學習焦慮些微下降，但不顯著。對照組學生「教材使用」向度的學習焦慮顯著增加， $t(46)=-2.24$ ， $p<.05$ 。圖 4-5 是實驗組與對照組在「教材使用」向度的學習焦慮變化情形。經過實驗教學後，實驗組學生在「教材使用」向度的學習焦慮下降，但不顯著；對照組學生的焦慮則顯著增加。

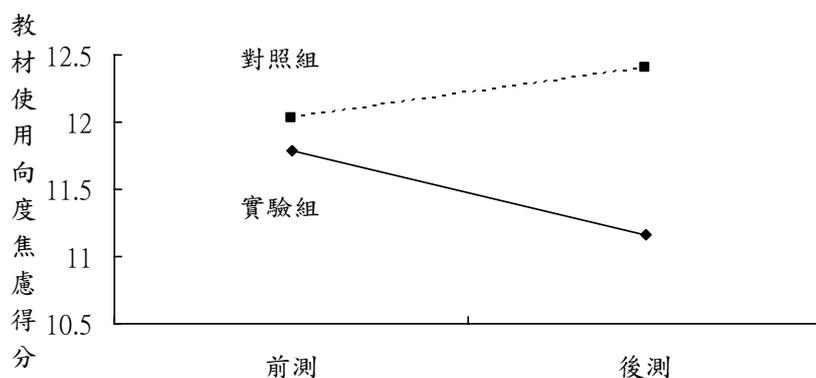


圖 4-5 組間教材使用向度焦慮得分前、後測得分

就「教材使用」這個向度來說，研究者認為高分群的同学在對於理化科教材閱讀的理解力較強，低分群的同学對於理化科教材的閱讀理解力較弱，透過合作學習的對話與討論，低分群的学生理應可以在閱讀理化教材的過程當中獲得支援與同儕間的鷹架，高成就的学生會在低成就的学生面對教材閱讀理解上問題時，給與口頭輔導或是紙筆上的指導；儘管如此，實驗組在「教材使用」

這個方面的焦慮下降並未達顯著差異，研究者認為可能是高成就同學的教導方式與期待仍然會加深低成就同學的學習焦慮，深怕辜負組內高成就成員的期待，而對照組的學生在教材使用的部分則呈現顯著的增加，研究者認為化學反應的教材部份較難，學生難以自學，才会有這樣的結果。

#### 六、「評量壓力」向度的分析與討論

在「評量壓力」向度的學習焦慮部分，實驗組學生在實驗教學後，「評量壓力」向度的學習焦慮顯著增加， $t(37)=-5.05$ ， $p<.01$ 。而對照組學生的「評量壓力」向度的焦慮也顯著上升， $t(46)=-5.64$ ， $p<.001$ 。由圖 4-6 可以看出實驗組與對照組「評量壓力」向度的學習焦慮在實驗教學前後得分的變化。經過實驗教學後，實驗組與對照組在「評量壓力」向度的學習焦慮都顯著上升。

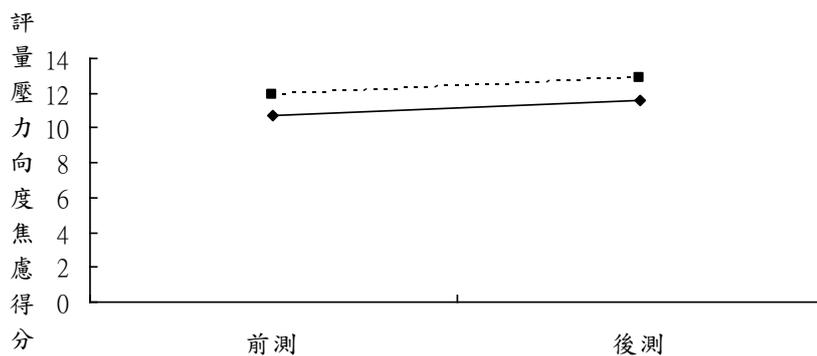


圖 4-6 組間評量壓力向度焦慮得分前、後測得分

就「評量壓力」這個向度來說，研究者認為兩個組別焦慮皆呈現顯著增加的原因可能是，雖然採用合作學習法可以降低學習過程中的焦慮程度，但是學生對於考試與評量的恐懼主要是來自於家長、老師、考試制度本身或是其他主觀的因素，研究者認為這是屬於在課堂學習結束之後仍然會面對的壓力，因此在學生在面對評量或是考試時，心中所產生的長期焦慮仍然無法藉由合作學習法教學法來消除，仍然會擔心考試成績無法達到身邊眾人的期待；而對照組的考試焦慮也成現顯著的增加，這點在預期之中，由於數學與問題的難度較高造成的考試焦慮，此研究結果與陳婉真(2008)的研究結果相符合；父母對學業

成績的重視不但妨礙了子女的主動多元學習與發展，而且父母關注子女的考試成績，可能不利於子女考試表現達到預期的實力，特別是對於原先即為害怕失敗或批評的學生。

#### 七、「預期心理」向度的分析與討論

在「預期心理」向度的學習焦慮部分，實驗組經過 STAD 合作學習教學之後，「預期心理」向度的學習焦慮得分降低，但不顯著。而對照組學生「預期心理」向度的學習焦慮得分顯著上升， $t(46)=-5.93$ ， $p<.001$ 。由圖 4-7 可以看出實驗組與對照組「預期心理」向度的學習焦慮得分變化。經過實驗教學後，實驗組「預期心理」向度的得分略為下降，而在對照組「預期心理」向度的得分顯著上升。

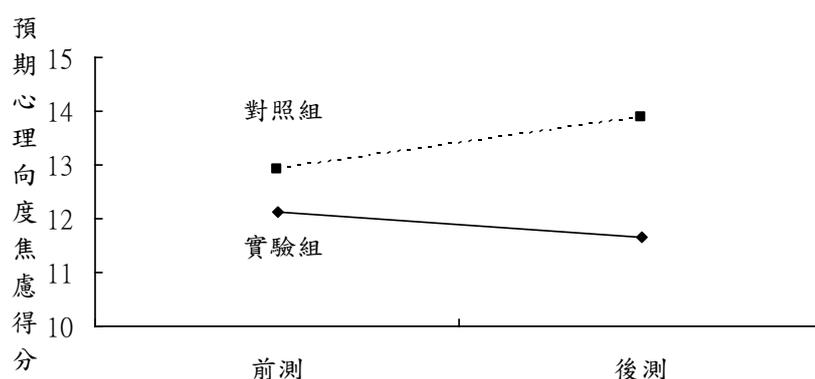


圖 4-7 組間預期心理焦慮得分前、後測得分

就「預期心理」這個向度來說，透過合作學習的對話與討論，低分群的學生將可以在學習理化的過程當中獲得同儕間的支援、鷹架、正向的回饋與鼓勵，學習的過程當中面臨到問題可以立即透過高分群的協助立即獲得解決，故提升了在理化學習過程中的自信心，故實驗組在「預期心理」這個向度的焦慮程度呈現下降但是未到達顯著。而對照組的學生在面臨數量龐大的計算與符號的理解以及高層次的理化問題時，容易產生恐懼的心態，對理化的自信心因而下降，也說明了為何對照組在此向度的焦慮繪有顯著上升的情形。

#### 八、小結

本研究發現，實施 STAD 合作學習有助於降低學生的理化學習焦慮，實驗組與控制組學生在實驗教學前的理化學習焦慮並無顯著差異。但在八周的實驗教學之後，實驗組學生整體理化學習焦慮顯著下降，其中「數學計算」、「符號圖表」、「理化實驗」三向度的學習焦慮顯著降低，而「教材使用」、「預期心理」這兩向度焦慮雖降低，但統計上未達顯著水準。在「評量壓力」這個向度的學習焦慮，仍然顯著增加。

對照組學生整體理化學習焦慮顯著增加，其中「符號圖表」、「教材使用」、「評量壓力」、與「預期心理」此四個向度的學習焦慮皆顯著增加，「數學計算」向度的焦慮程度增加但未達顯著，而「理化實驗」向度的學習焦慮卻降低。

## 第二節 理化學習成效分析與討論

本節分為兩個部分，第一個部分探討理化學習成效分析，第二個部分為理化學習成效分析之討論，分別敘述如下：

### 一、理化學習成效分析

學生理化學習成就測驗得分如表 4-3 所示。本研究以學生前學期理化學期成績作為實驗教學前學習起點成績。後測部分則採用學生在校定期評量的段考成績。

表 4-2 實驗組與對照組理化學習成效得分

學習成效	N	前學期理化成績	成就測驗後測
		M (SD)	M (SD)
實驗組	38	63.00 (17.73)	72.00 (15.05)
控制組	47	61.36 (16.23)	65.62 (17.15)

首先比較兩組學生的前學期的理化期末成績。兩組的平均成績無顯著差異，因此兩組學生在實驗教學前的起點行為可視為同質。

研究者接著以單因子共變數分析(one-way ANCOVA)來比較不同教學方式是否對學生的理化學習成效造成影響。以教學方式(傳統講述法與 STAD 合作學習)為自變項,理化學習成就測驗後測為依變項,前學期理化成績為共變項進行分析。組內迴歸係數同質性考驗未達顯著水準,表示兩組迴歸線的斜率相同;換言之,共變項與依變項間的關係,不會因為自變項的處理水準不同而有不同。共變數分析的結果如表 4-3 所示。

表 4-3

理化學習成效之共變數分析

變異來源	SS	df	MS	F	p	$\eta^2$
共變項	14385.89	1	14385.89	156.76	.00	.66
組間	546.92	1	546.92	5.96	.02	.07
誤差	7525.22	82	91.77			

由表 4-3 得知,在排除前學期的理化學習成就後,實驗組學生的理化學習成就顯著優於控制組學生,  $F(1, 82)=5.96$ ,  $p=.017$ ,  $\eta^2=.07$ 。亦即,接受 STAD 合作學習教學的學生,其理化學習成就優於接受傳統講述法的學生。

接著,為了瞭解不同程度學生在實驗教學前後的學習成就,研究者比較實驗組與對照組中,不同程度學生的理化學習成就。

以兩個班級理化前學期成績前 1/3 的學生為高分群(實驗組有 13 人,對照組有 16 人,共 29 人),後 1/3 的學生為低分群(實驗組有 13 人,對照組有 16 人,共 29 人)。高分群與低分群學生的「理化學習成就測驗」敘述性統計如表 4-4 所示。

表 4-4

高分群與低分群學生理化學習成就測驗成績

組別		N	前學期理化成績 M (SD)	成就測驗後測 M (SD)
高分群	實驗組	13	82.62 (6.50)	87.38 (7.09)
	對照組	16	79.13 (8.61)	80.44 (13.04)
低分群	實驗組	13	42.46 (5.72)	56.92 (5.27)
	對照組	16	43.50 (6.02)	52.12 (5.95)

先以單因子共變數分析檢定不同教學方式是否影響高分群學生的理化學習成就。以教學方法為自變項(傳統講述法與 STAD 合作學習)，「理化學習成就測驗後測」為依變項，前學期理化學其總分為共變數進行分析。結果如表 4-5 所示，實驗組與對照組學生的理化學習成就測驗得分沒有顯著差異。亦即，不同教學方式對實驗組與對照組中高分群學生的理化學習成就測驗影響不顯著。

接著同樣以單因子共變數分析來比較實驗組與對照組中低分群學生地理化學習成就測驗成績。分析結果如表 4-6 所示。由表 4-6 得知，對低分群學生而言，實驗組學生的理化學習成就測驗得分顯著高於對照組學生， $F(1,26)=8.26$ ， $p<.01$ ， $\eta^2=.24$ 。換言之，接受 STAD 合作學習教學的低分群學生，其理化學習成就測驗的成績優於對照組低分群學生。

綜合上述結果，STAD 合作學習教學確實有助於提升學生的理化學習成效，尤其是低分群的學生。對高分群的學生而言，是否實施 STAD 合作學習教學對其理化學習成效的影響並不顯著。

表 4-5

高分群學生理化學習成就測驗共變數分析

變異來源	SS	df	MS	F	p	$\eta^2$
共變項	1583.46	1	1583.46	26.23	.00	.50
組間	83.13	1	83.13	1.38	.25	.05
誤差	1569.55	26	60.37			

表 4-6

低分群學生理化學習成就測驗共變數分析

變異來源	SS	df	MS	F	p	$\eta^2$
共變項	232.16	1	232.16	9.54	.01	.27
組間	200.88	1	200.88	8.26	.01	.24
誤差	632.51	26	24.33			

## 二、理化學習成效分析之討論

實驗組的學生相對於前學期理化成績，在理化學習成就測驗達到顯著性的進步；若是更進一步分析可以發現，實驗組高分群的學生在前學期理化成績與理化成就測驗成績間沒有顯著性的差異，但是實驗組低分群的學生在前學期理化成績與理化成就測驗達到顯著性的差異。歸納上述結果可得知，實施合作學習法對於高分群學生在理化學習成效的表現無明顯的提升，但是對於低分群的學生學習成效則有顯著的提升。針對八年級學生在理化學習成效的表現，合作學習組整體學生的理化成效有顯著的提升，其中高分群的學生在理化學習成效表現無明顯的提升，但是低分群的學生在理化學習成效表現有明顯的提升，此結果與謝君琳(2003)、張正仁(2005)的研究結果類似。

另外，此份理化後測試題有超過 60% 為應用與分析等高層次的題型，研究者發現應用與分析的題型透過合作學習的方式，實驗組學生回答正確的比例確實優於對照組，但是在記憶與理解層次的題目，實驗組與對照組的學生作答情形就沒有顯著差異，可見合作學習對於高層次的理化試題的學習有正面的效果。

在理化學習的過程當中，常常需要作概念之間的連結，除了需要數理邏輯概念之外，也需要能夠熟悉符號；教材的敘述需要能夠符合學生的先備知識，才能促成學生概念之間的連結；此外在進行考試與理化成效測驗的時候需要能夠熟悉理化教材內容、數學符號的表示法，並且具備足夠的閱讀能力與理解能力，方能夠在理化成效測驗的時候表現出來；此外，學生學習的自信心也很重

要，否則無法長時間接觸教材的內容，造成閱讀時間不夠，學習成效低落的惡性循環。低分群的同学通常無法到達上述的要求，需要許多的支援才有辦法改變上述的現象。

低分群的学生在合作學習的教學情境中，較有機會表達自己的意見，反映自己的學習狀況，若是組內充滿和和諧合作的氛圍，對他們來說，小組同儕間的討論是不具威脅性與自由的。因此低分群的学生可以透過合作學習的過程中補足較差的數學、圖表、教材理解能力，觀摩別人的學習策略，修正自己的錯誤觀念與理化學習上的迷思概念。

相對地，高分群的同学雖然在上述各學習情境的表現較佳，能夠根據教材的難易程度調整自己的閱讀理解速度，合理的選擇自己的學習策略，但是由於高分群的学生本來的成績就相當優秀，進步的空間相對地不大，因此透過合作學習教學之後，學習成效的進步幅度不大。

### 第三節 學習焦慮與學習成效之間的相關性與討論

本節探討理化學習焦慮與理化學習成效之間的相關性。第一部分對理化學習焦慮前測與前一學期理化期末總成績進行相關性分析，第二部分對理化學習焦慮與理化成就測驗成績進行相關性分析，第三部分針對上述結果進行討論。

#### 一、理化學習焦慮前測與與前學習理化期末成績之相關性分析

以理化學習焦慮前測得分與前學期理化期末總成績進行 Pearson 積差相關分析(兩個班級全部的学生)，結果如下表 4-7 所示。

表 4-7

理化焦慮前測與前學期理化期末成績積差相關分析摘要表

	1.前學期理化期末成績	2.焦慮前測總分
1.前學期理化期末成績	--	
2.焦慮前測總分	-.28**	--
3.數學計算	-.32**	.75**
4.符號圖表	-.21	.84**
5.理化實驗	-.17	.57**
6.教材使用	.09	.79**
7.評量壓力	-.33**	.89**
8.預期心理	-.21	.91**

註:N=85 \*\*\* $p<.001$  \*\* $p<.01$  \* $p<.05$

發現理化學習焦慮前測得分與學生前學期理化期末總成績顯著負相關( $r=-.28$ ,  $p<.01$ )。而在其中，學生前學期理化期末成績與學習焦慮中「數學計算」向度呈顯著負相關 ( $r=-.32$ ,  $p<.01$ )，與「評量壓力」向度亦呈顯著負相關 ( $r=-.33$ ,  $p<.01$ )。

## 二、理化學習焦慮後測與理化學習成效測驗成績之相關性分析

其次進行理化學習焦慮後測與理化成就測驗成績進行相關性分析(兩個班級全部學生)。Pearson 積差相關分析發現如下表 4-8 所示。

表 4-8

理化焦慮後測與學習成就測驗積差相關分析摘要表

	1. 學習成就測驗成績	2.焦慮後測總分
1. 學習成就測驗成績	--	
2.焦慮前測總分	-.31**	--
3.數學計算	-.31**	.70**
4.符號圖表	-.31**	.81**
5.理化實驗	-.16	.54**
6.教材使用	-.10	.70**
7.評量壓力	-.28**	.86**
8.預期心理	-.21	.87**

註:N=85 \*\*\* $p<.001$  \*\* $p<.01$  \* $p<.05$

學生的理化成就測驗與理化學習焦慮後測顯著負相關( $r=-.31$ ,  $p<.01$ )，而其中，學生的理化成就測驗與「數學計算」向度呈顯著負相關 ( $r=-.31$ ,  $p<.01$ )，

與「符號圖表」向度呈顯著負相關 ( $r=-.31$ ,  $p<.01$ )，與「評量壓力」向度亦呈顯著負相關 ( $r=-.28$ ,  $p<.01$ )。

總結上述分析，可知「理化學習焦慮」與「理化學習成效」之間為顯著負相關。在理化學習焦慮的向度中，「數學計算」與「評量壓力」和學生前學期理化成績呈現顯著負相關；而在實驗教學之後，學生的理化學習成就測驗除了與「數學計算」、「評量壓力」呈現顯著負相關之外，也與「符號圖表」呈現顯著負相關。

### 三、理化學習焦慮與理化學習成效關聯性之討論

本研究發現，理化學習焦慮程度與理化學習成效呈現顯著負相關。可以推論，學習焦慮愈低的學生，學習成效得分表現愈高；而學習焦慮程度愈高的學生，則反之。

研究者認為理化焦慮程度愈低，對於自我學習的信心就會提升，面對學習情境時，有足夠的信心去學習與完成問題，正向的心態容易在學習的過程當中獲得成就感。反之，若是理化焦慮的程度愈高，面對學習情境時，自我的學習信心不足的情況之下，容易在面對問題時產生消極的態度，進而產生挫折感，因此在理化學習成效的表現就會下降。

另外，「數學計算」、「評量壓力」兩個向度焦慮得分與學生前學期理化成績顯著負相關，而「數學計算」、「評量壓力」、「符號圖表」三個向度焦慮得分與理化學習成就測驗得分顯著負相關，研究者推論為本次實驗教學的範圍(莫耳數、化學計量、氧化還原)需要使用到大量的符號才能進行教學，因此在後測時學生的「符號圖表」向度焦慮得分與「學習成效後測」亦達到顯著的負相關。由此可以推論「數學計算」與「評量壓力」是理化學習焦慮中穩定並且重要的因素。

## 第四節 心智圖分析與討論

本節共分為兩個部分，第一個部分為心智圖的分析，第二個部分為討論，分別敘述如下：

### 一、心智圖的分析

為瞭解接受不同教學方式的學生在實驗教學後所建構的主題知識，本研究讓學生以繪製心智圖的方式，來呈現其理化學習成效。本節呈現學生心智圖繪製結果，並以四個面向來分析心智圖，包括 (一)概念的豐富度、(二)概念的廣度、(三)概念的深度、(四)概念歸類的正確性。概念的豐富度以圖中關鍵字(節點)個數來計算，同時也計算圖中有意義的關鍵字比例。有意義的關鍵字必須本身概念正確，不可以與主題概念無關。概念的廣度以圖中大分支的數量來計算；而概念深度，則以各分支的層數來計算。本研究也評量概念分類的正確性。關鍵字的正確性，指的是關鍵字本身正確，並且放在圖中正確對應的分支上，才視為概念分類正確；關鍵字雖然本身正確，但並沒有放在相對應的節點之下，則視為分類錯誤。

以下分別以三幅實驗組學生所繪心智圖(如圖 4-8[a], [b], [c])，與三幅對照組學生所繪的心智圖(如圖 4-9[a], [b], [c])來說明分析心智圖的方式。

圖 4-8(a)心智圖中的關鍵字有 26 個，其中 3 個大分支，每個大分支平均有 3 層，有意義的關鍵字的比例為 100%，分類的正確性亦為 100%，即全部的關鍵字皆放在正確的節點之下並且分類正確。

圖 4-8(b)中有 32 個關鍵字，全部皆為有意義的關鍵字，其有意義的比例為 100%，其中有 8 個大分支，每個分支平均有 3 層，32 個關鍵字當中有 31 個分類位置正確，其正確性為 96.55%。

圖 4-8(c) 心智圖中有 56 個關鍵字，關鍵字的數量較大，有意義的關鍵字有 55 個，其比例為全體關鍵字的 98.2%。其中有 4 個大分支，每個分支平均有 4 層，56 個關鍵字當中有 54 個分類位置正確，其正確性為 96.4%。

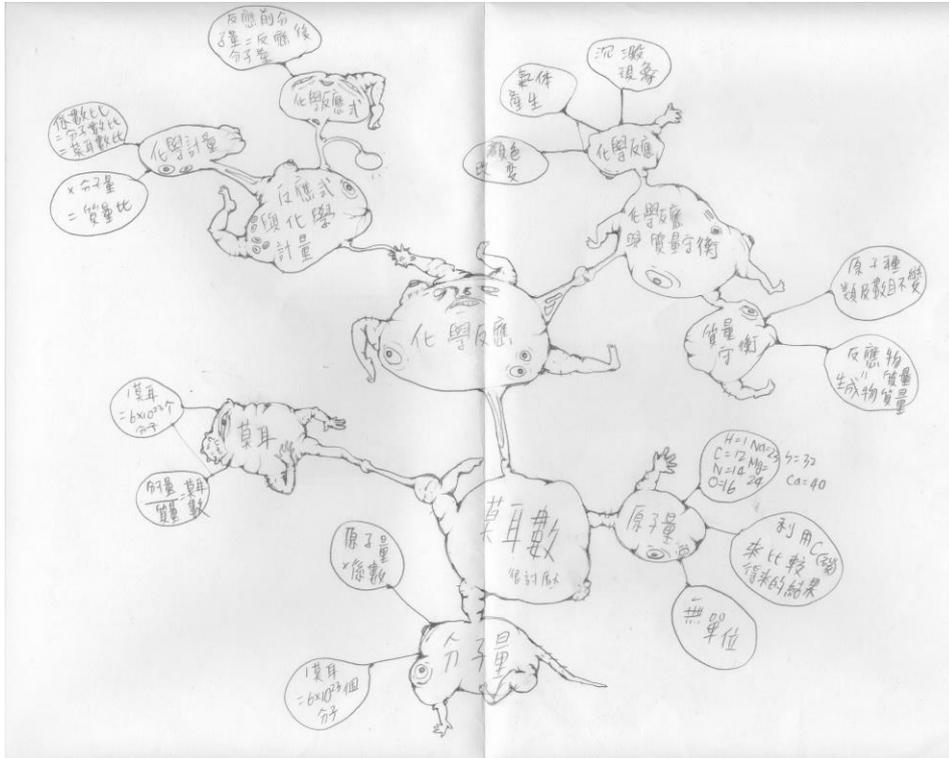


圖 4-8(a) 實驗組心智圖 A

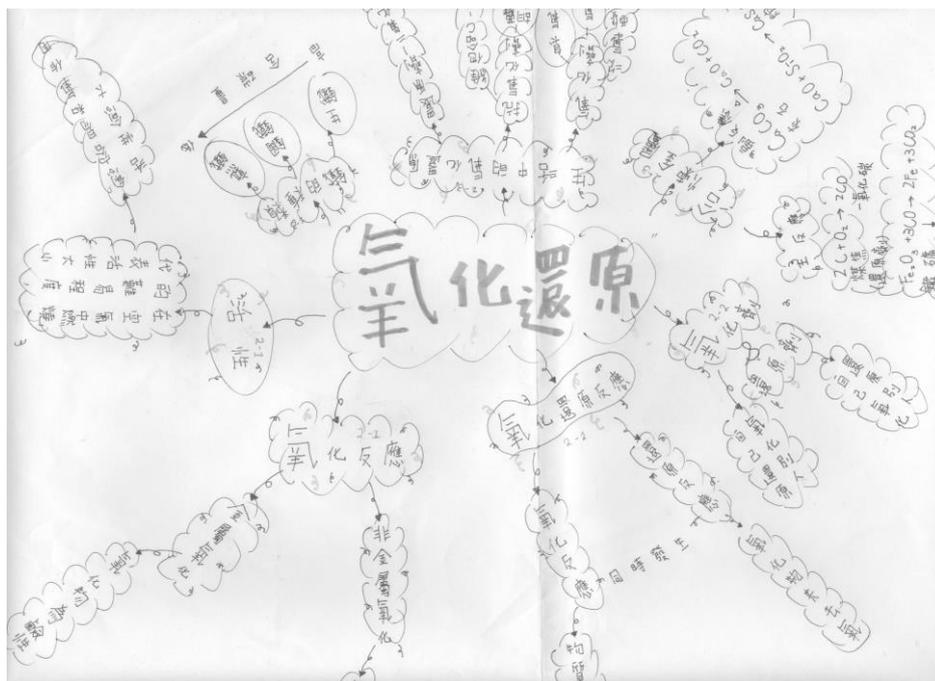


圖 4-8(b) 實驗組心智圖 B

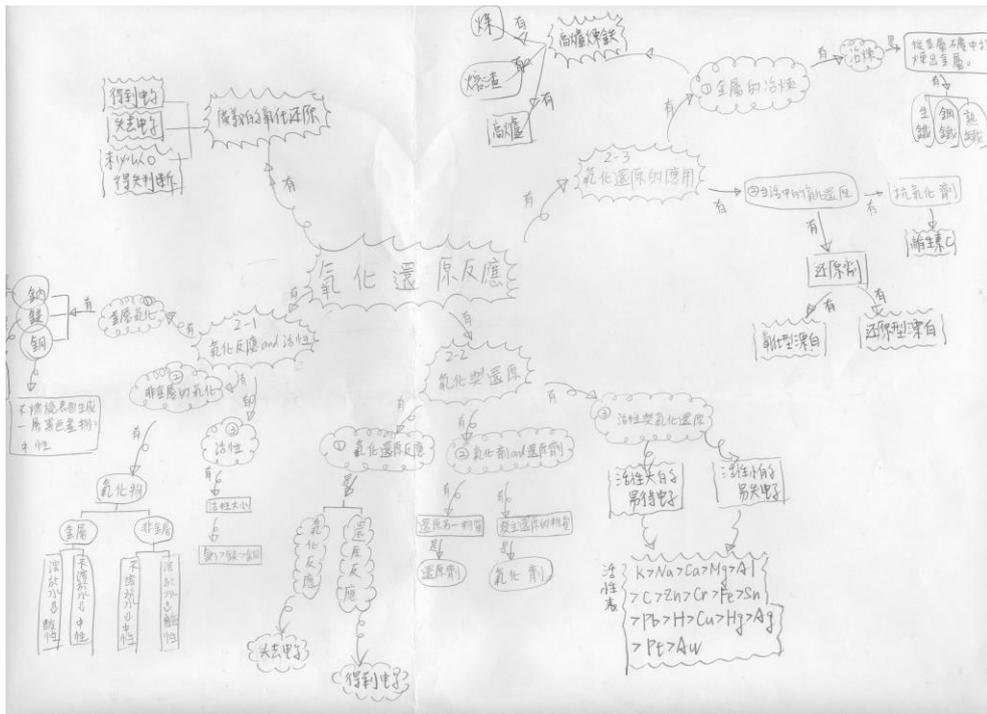
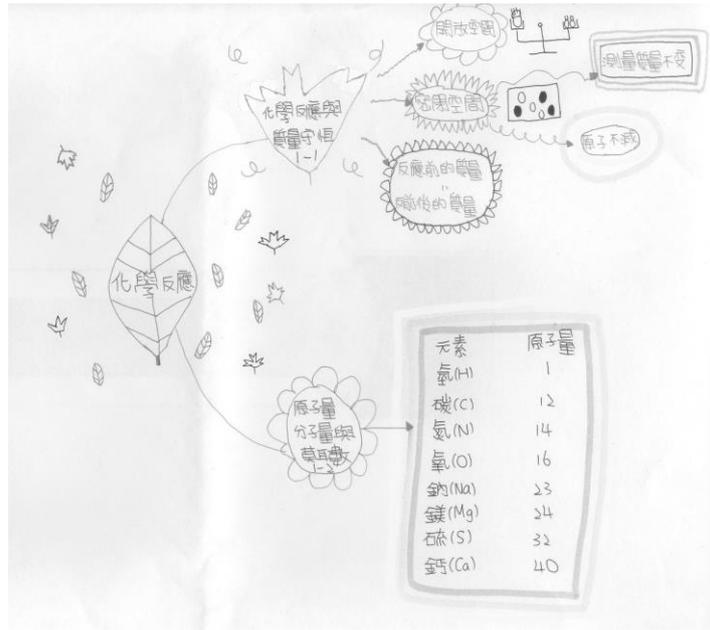


圖 4-8(c) 實驗組心智圖 C

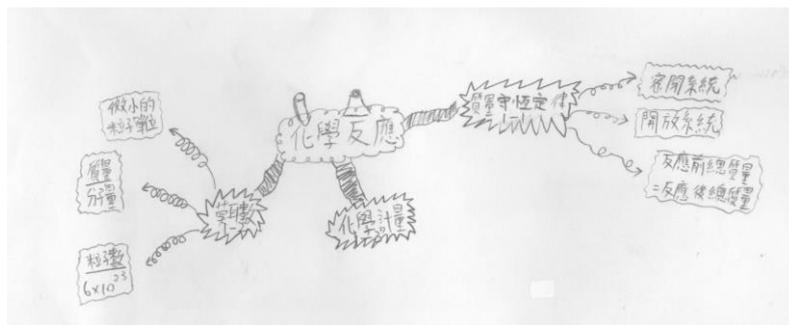
對照組學生所繪製之心智圖部分，圖 4-9(a) 心智圖中有 16 個關鍵字，有意義的關鍵字為 16 個，佔全體關鍵字的 100%，關鍵字的數量明顯較實驗組為小，其中只有 2 個大分支，每個分支平均有 2 層，16 個關鍵字當中有 15 個關鍵字的分類位置正確，其正確性為 93.7%。

圖 4-9(b) 心智圖中有 10 個關鍵字，有意義的關鍵字為 10 個，佔全體關鍵字的 100%，關鍵字的數量明顯較實驗組為小，其中有個 3 大分支，每個分支平均有 1.9 層，10 個關鍵字當中有 9 個關鍵字的分類位置正確，其正確性為 90.0%。

圖 4-9(c) 有 12 個關鍵字，有意義的關鍵字為 12 個，佔全體關鍵字的 100%，關鍵字的數量仍較小，其中只有個 2 大分支，每個分支平均有 2.8 層，12 個關鍵字分類位置皆正確，其正確性為 100%。



(a)



(b)



(c)

圖 4-9 (a) 對照組心智圖 A, (b) 對照組心智圖 B, (c) 對照組心智圖 C

將所有實驗組與對照組學生所繪製心智圖之分析結果整理於表 4-9。

表 4-9

實驗組與對照組心智圖繪製分析比較

向度	實驗組	對照組
概念的豐富度(個)	32.3	16.6
(有意義關鍵字比例)	(95%)	(92%)
概念的廣度(個分支)	4.6	3.2
概念的深度(層)	3.6	2.2
概念分類的正確性(個)	31.0	15.3
(比例)	(96%)	(92%)

實驗組 (STAD 合作學習方式教學) 學生所繪製的心智圖中，平均有 32.3 個關鍵字(只有一位學生的關鍵字少於 20 個)，其中有意義的關鍵字的比例有 95%。對照組 (傳統講述法教學) 學生心智圖中平均有 16.6 個關鍵字 (甚至有幾位同學的關鍵字只有 5~10 個，少部分的同學關鍵字大於 20 個)，其中有意義的關鍵字比例有 92%。

就概念的廣度而言，如表 4-9 所示，實驗組學生的心智圖中平均有 4.6 個大分支，對照組學生心智圖中平均有 3.2 個大分支。

就概念的深度來看，實驗組學生的每個概念平均可以向下衍伸出 3.6 層的概念節點；而對照組學生平均為 2.2 層的概念節點 (甚至有幾位同學的層數只有一層)。

就概念分類的正確性而言，實驗組平均有 96%的關鍵字皆放在正確的位置，而對照組的關鍵字平均只有 92%放在正確的位置。

因此，整題而言，實驗組學生在實驗教學後，其所建構主題知識之豐富度、廣度、深度、與正確性皆優於對照組學生。若是以心智圖做為評量學習成效的依據，接受 STAD 合作學習組的的學生在概念的豐富度、概念的深度、概念的廣度、概念分類的正確性，皆優於接受傳統講述法的學生。

## 二、心智圖分析討論

本研究以學生所繪製的心智圖來評量其所建構的主題知識是否完整。研究顯示，接受 STAD 合作學習教學的學生所繪製的心智圖完整性較高，此可歸因於繪製心智圖前，實驗組透過小組合作討論的前置作業後(20 分鐘)才進行個別心智圖的繪製(30 分鐘)，同儕之間互相討論溝通的結果，容易呈現在心智圖的繪製之上，換句話說，群體的智慧優於個人的智慧，合作學習組低成就的同學可以藉由與高成就的同學互相討論與觀摩，產生腦力激盪的過程，因此得到較佳的心智圖的結果；而對照組僅在繪製心智圖之前給予個人複習上課教材的時間(20 分鐘)，因此在心智圖的繪製上(30 分鐘)無法呈現較佳的心智圖形，導致繪製心智圖的結果較差。

從兩組繪製心智圖的狀況來分析，不論以概念的豐富性、概念的深度、概念的廣度、分類的正確性來看，接受合作學習的學生在知識建構的完整性優於接受傳統講述的學生。



## 第五章 結論與建議

本章共分為二節，第一節為結論，總結研究資料分析的結果。第二節為建議，對於本研究的討論與結論提出具體的意見，以作為教育方面及後續研究參考。

### 第一節 結論

本研究目的在探究合作學習的教學模式，對於八年級學生在理化焦慮與學習成效造成的影響，藉此了解合作學習中的 STAD 模式，在八年級學生理化教學實施的可行性，並探討理化焦慮程度與理化學習成效的關聯性。

本研究採準實驗研究法進行。實驗組與對照組由研究者任教之班級隨機分派，研究樣本共有 85 人，其中實驗組有 38 人，對照組有 47 人，以上學期理化總成績為學習成效的起點行為，兩組學生分別接受八週的實驗教學。實驗組採取 STAD 合作學習法，對照組採取傳統講述法，並於兩個班級施以理化焦慮量表前、後測、學習成效後測試卷、心智圖做為實驗數據；理化焦慮量表分為六個向度，分別是「數學計算」、「符號圖表」、「理化實驗」、「教材使用」、「評量壓力」、「預期心理」，最後根據得到的量化的資料進行統計與分析。茲將實驗組與對照組在理化學習焦慮表現與理化學習成效的研究結果綜合整理如下：

一、合作學習有助於降低八年級學生理化焦慮，尤其是在「數學計算」、「符號圖表」、「理化實驗」三個向度。

(一)接受 STAD 合作學習教學的八年級學生在理化學習焦慮測驗得分前、後測表現相較之下，實驗組的學生相較於對照組，在整體理化焦慮測驗總分下降並達顯著差異。

(二) 接受 STAD 合作學習教學的八年級學生在理化學習焦慮測驗得分前、後測表現相較之下，實驗組的學生，在「數學計算」、「符號圖表」、「理化實驗」三個向度的焦慮下降程度皆達顯著差異，而「教材使用」、「預期心理」此兩個層面的焦慮下降程度則未達顯著性，另外「評量壓力」的焦慮程度則呈現顯著上升。

## 二、合作學習有助於提升理化學習成效，尤其是對低分群的學生。

(一) 接受 STAD 合作學習教學的學生在理化學習成就顯著提高。

(二) STAD 合作學習教學無法顯著提升高分群學生的理化學習成就；換言之，效果很有限。

(三) STAD 合作學習教學能夠顯著提升低分群學生的理化學習成就。

## 三、理化焦慮程度與理化學習成效呈顯著負相關

(一) 理化學習焦慮程度愈高，理化學習成效得分愈低；理化學習焦慮程度愈低，理化學習成效得分愈高。

(二) 理化學習焦慮中的「數學計算」、「符號圖表」、「評量壓力」三個向度與「學習成效」為顯著負相關。

## 四、合作學習有助於學生建構主題知識

接受 STAD 合作學習教學的學生所繪製之心智圖在豐富度、深度、廣度、與正確性上皆優於接受傳統講述法教學的學生。換言之，接受合作學習教學的學生在知識建構的完整性優於接受傳統講述法的學生。

## 第二節 建議

本節的內容將以「合作學習教學法」對於八年級學生「理化學習焦慮」、「理化學習成效」之研究結果，以及在實驗教學情境所遇到的問題上給予建議，以提供未來相關研究之參考。以研究者實際的教學經驗和實驗中遭遇到的困

難提出下列相關的建議，第一為學習焦慮之建議，第二為學習成效之建議，第三為對教學實務上的建議，第四為對後續相關研究之建議。

### 一、學習焦慮之建議

為了降低學生學習理化的學習焦慮，研究者採用了 STAD 合作學習模式來進行理化課程，經過實驗教學後，也確實驗證了 STAD 合作學習教學法確實可以降低學生的學習焦慮，學生更容易得到同儕的鷹架協助與刺激。而在本章節化學反應、氧化還原這兩章節為學生十分恐懼的單元，可以由傳統講述組整體學習焦慮提升來觀察到，因此未來的理化教師在進行本單元的教學時務必了解學生的需求與先備知識，藉由本研究中探討與分析的焦慮程度來設計教材與教學活動，期使未來八年的學生在學習本單元時能夠免除恐懼，充滿自信地學習。

研究者認為學生學習理化時的焦慮感下降，有增加學習的動機與學習信心的效果，利用此合作學習法後，將會有更高比例的學生能夠抱持著正向的角度來學習而非放棄、排斥理化，將會影響學生將來升學與就業是否選擇進入自然科學的領域；長遠看來，能夠協助學生自我探索並增加選擇機會。

### 二、學習成效之建議

現行國民中學評量理化科的學習成效的方式仍然以紙筆測驗為主，但研究者認為除了紙筆測驗之外，應該採取其他的方式進行多元評量，因此讓學生進行學習後的理化心智圖之繪製，藉以評定理化概念之間連結的豐富程度與正確性，作為另一種評量學習成效的方式。研究者採用 STAD 教學法來探討合作學習法，經過實驗教學後發現，STAD 合作學習法確實可以提升紙筆測驗的成績，與過去的許多研究結果相符合。

但若以心智圖的繪製來判定學習成效，研究者發現經過 STAD 合作學習教學法的學生，在心智圖的豐富度、概念的深度、廣度、分類的正確性亦優於傳統教學法的學生，建議將來的老師也可以多利用此方式來評定學生的學習成效。

### 三、對於教學實務上的建議

#### (一)教學前

在正式實施合作學習教學法之前一個月的時間，教師需要事先準備好合作學習的教材與表單，分配正確的座位，並且教導學生溝通運作的方法與說明計分的方式，簡言之，教師與學生均應該熟悉教學的流程，才可以讓合作學習在正式實施時順利。

本實驗採取合作學習中的 STAD 模式，另外尚有不同的合作學習模式，可以適用於不同教學情境下的師生，因此建議老師可以視情況採取不同的合作學習模式來進行教學。

另外由於本研究發現數學、符號的能力顯著影響理化的焦慮，而理化焦慮又與學習成效呈現顯著的負相關，因此數學為學習理化的一大重要因素。建議將來的教師，若是能讓學生在學習理化前奠定好數學與符號使用的基礎，將來對於理化學習成效的提升與焦慮的下降指日可待。

#### (二)教學中

合作學習教學的過程當中，秩序的管理是一大挑戰，研究者的班級有時需要教師維持秩序，否則學生坐在一起的時候難免會閒聊、討論課外話題，若是教師沒有適時的發現與指正，整個小組的討論情況與學習方式就會大打折扣。另外，學生的情緒與人際關係也是個不定時炸彈，若是某位同學人際關係不佳或是某幾位同學情緒不佳時，該堂課的討論與互動的情形就會下降，因此如何掌握班上的情緒與人際關係網絡，進行組別內座位的調整，也是影響合作學習進行的重要因素。另外，高分群的學生在組內通常會教低分群的學生，但是若是在教學的過程中，低成就的學生仍然無法理解高成就學生的表達時，高分群的學生由於未經過專業的訓練，因此有時會出現教學倦怠的現象，而低分群的學生也偶爾會因為遇到挫折產生學習倦怠或產生新的學習焦慮，此時教師適時的鼓勵與輔導就變得非常重要。

### (三)教學後

教師在每次的教學之後須針對教學中遇到的問題作紀錄，如：學生溝通的情況、討論中遇到的困難、教材的順序安排、小組的觀察者表單與計分單的填寫的情況等等...，並且在下一次的上課之前做調整與檢討。

學生若是溝通狀況不佳，或是在人際溝通上遇到了困境時，可以稍微調整座位或是給與溝通技巧的建議，討論中整組都遇到困難時，可能是上課時給予學生的教材或討論問題的難易程度過高，或是教材安排的順序不當，將會讓學生無所適從，降低討論的動力與學習成效。若是小組的觀察者表單與計分單填寫疏漏或是不正確的時候，將影響小組內各成員的努力程度與小組成績的排名。教師需要花費許多時間與心力來進行教學後的總檢討，並於下次上課之前予以修正，如此將會有更佳的教学成效。

### 四、後續相關研究的建議

本實驗以準實驗研究法探討合作學習教學法對於八年級學生理化焦慮程度與學習成效的影響，但是研究難免有許多的因素是無法由人為全權控制的，另有學校行政、人力、物力、教學時間、教學情境的複雜性上的限制，對於理化學習焦慮的下降與提升理化學習成效的目標，研究者期許未來能夠有更多的研究不斷的改正與修訂教學方法。以下為列出三點做為對未來研究的建議：

#### (一)對研究樣本的選取

本研究的選取對象為臺中市某私立中學八年級的兩個班級，因此人數較多，學生的家庭社經背景多為中高收入戶，教育資源相對豐富，或許課後的補習與課後輔導的時間與次數皆多於公立學校的學生，因此推論至其學校相較之下就不具有代表性。也無法將此研究結果推論至其他的教育階段，因此將來研究對象的選取可以公立學校的學生，或是選擇高中生、大學生、小學生等不同的階段，甚至非正規學制內的課程。

#### (二)選取不同科目與章節進行合作學習與繪製心智圖

可選擇其他不同的理化章節來做實驗教學，由於教材內容不同、所配置的理化實驗不同，可能會影響到教材向度、理化實驗向度的焦慮。此外，心智圖的繪製亦可以擴張到其他科目與其他章節，不同的章節與科目其概念的理解難易程度有所差異，因此心智圖繪製或許容易因為章節科目的不同而有極大的變化，建議將來的教師實施此法時可以多進行心智圖繪製的比較。

### (三)繪製心智圖實施方法

本研究合作學習組繪製心智圖的部分，是讓小組討論完之後個別繪製心智圖，建議將來使用合作學習法的教師將繪製心智圖過程也採取合作學習的方式，整個組別一起努力、討論，建構出屬於自己組別的心智圖，而非個人的心智圖。如此一來，便可以在此過程中發揮團體的智慧，也可以觀摩他人不同於自己的多元想法，小組共同完成一張心智圖的過程，可以訓練組內互相合作、共同完成任務的團隊精神、與參與他人建構知識的歷程，此外，也可以讓不熟悉心智圖繪製的學生能夠有更多學習的機會。

## 參考文獻

### 一、中文部分

- 王金國(2002)。讓小組動起來。《國教輔導》，42(1)，38-42。
- 王梅碟(2011)。合作學習之 STAD 法應用於國小三年級社會學習領域學習表現之影響(未出版碩士論文)。嶺東科技大學，臺中市。
- 王雅玲、秦爾聰(2008)。實施探究教學對學生數學焦慮的影響。《臺灣數學教師電子期刊》，(15)，41-53。
- 王鏡淑(2012)。STAD 合作學習法對高中生數學學習態度影響之行動研究(未出版之碩士論文)。臺北科技大學，臺北市。
- 朱柏宇(2011)。教師魅力對國中學生數學焦慮與數學信心之影響(未出版碩士論文)。中興大學，臺中市。
- 朱衛華(2012)。合作學習在大學英語聽力教學中的應用研究(未出版碩士論文)。山東大學，山東省。
- 何東興(2005)。國二學生理化學習焦慮之探討(未出版碩士論文)。臺灣師範大學，臺北市。
- 吳健維(2012)。閱讀不同型式科學文本對國中生學習興趣與學習成效的影響-以鋅銅電池單元為例(未出版碩士論文)。屏東大學，屏東市。
- 吳琪玉(2004)。探討我國八年級學生在 TIMSS 1999 與 TIMSS 2003 數學與科學之表現。臺灣師範大學，臺北市。
- 吳耀明(2006)。國小五年級教師實施社會領域合作學習之行動研究。《屏東教育大學學報》24，311-349，屏東市。
- 李素娥(2015)。探討 STAD 合作學習對高二學生學習三角函數之學習成就及學習成效的影響(未出版碩士論文)。高雄師範大學，高雄市。
- 李榮通(2006)。合作學習法的認識與實施。《網路社會學通訊期刊》，58，2007。
- 沈權(2003)。現代合作學習的理論基礎探索。《中國教育學刊》，2003(7)，39-42。
- 周婉綺(2006)。教學對七年級學生理解科學文本語意的影響-以植物的基本構造與功能單元為例(未出版碩士論文)。臺灣師範大學，臺北市。
- 林民棟(2006)。應用心智繪圖在國小自然與生活科技領域之教學。《生活科技教

- 育，39(3)，77-88。
- 林立軒(2013)。運用 STAD 合作學習法於國中英語補救教學之行動研究(未出版碩士論文)。臺北科技大學，臺北市。
- 林佩璇、黃政傑(1996)。合作學習。臺北:五南。
- 林俊卿(2007)。結合 STAD 與 CPS 教學於國小自然課之行動研究(未出版的碩士論文)。臺北市立教育大學，臺北市。
- 林冠妙(2014)。STAD 合作學習對於高工學生英語口語閱讀流暢度的影響(未出版的碩士論文)。文藻外語大學，高雄市。
- 林憲宏(2004)。試論相互教學法運用於日語閱讀教學之可能。興國學報，(3)，93-104。
- 林曉芳(2013)。合作學習教學策略在成人教育之應用。教育學術彙刊，5(1)，83-102。
- 林獻堂(2014)。新北市國小高年級學生參加數學科課外補習現況，數學焦慮與數學態度之研究(未出版的碩士論文)。淡江大學，新北市。
- 邱孟德(2010)。以問題導向學習應用於數學成就低落學生補救教學之行動研究(未出版的碩士論文)。國立臺北教育大學，臺北市。
- 邱易萍(2014)。運用 STAD 合作學習提升國小五年級英語學習成效及社會技巧之行動研究(未出版碩士論文)。國立臺北教育大學，臺北市。
- 邱垂昌、陳瑞斌(2000)。應用概念構圖於會計教學與評量之研究，政大學報 17(1)，355-377。
- 施淑慎(2004)。成就目標，自我效能，以及策略使用在考試焦慮上所扮演之角色。國立臺北師範學院學報，17(1)，355-377。
- 范金鳳(2015)。平板電腦融入教學對 STAD 合作式學習之影響—以國小昆蟲單元為例(未出版的碩士論文)。中華大學，新竹市。
- 孫易新(2003)。心智圖思考法。臺北市：浩域企業。
- 孫易新譯(1998)。North, V & Buzan, T 著。成功之路：心智繪圖讓你領先群倫。臺北市：一智。
- 徐升鴻(2011)。STAD 合作學習應用在國小三年級英語科學習成效及學習態度之實驗研究(未出版的碩士論文)。嘉義大學，嘉義市。
- 秦翠虹(2003)。合作學習對國小英語教學成效之研究。國立臺北教育大學(未出

- 版的碩士論文)，臺北市。
- 屠美如(1993)。兒童發展的新皮亞傑理論及教學應用。心理發展與教育，9，30-35。
- 張文淵(2015)。心智圖教學法融入國小自然領域教學對學習態度與學習成效之研究(未出版之碩士論文)。大葉大學，臺中市。
- 張正仁(2005)。合作學習對國小六年級學生國語文學習成效與同儕互動影響之研究(未出版之碩士論文)。國立屏東科技大學，屏東縣。
- 張殷榮(2001)。我國國中學生在國際測驗調查中科學學習成就影響因素之探討。科學教育月刊。2001:244 期，5-10。
- 張惠媚(2013)。心智圖融入自然與生活科技學習領域教學對國小三年級低成就學同學習成就影響之研究(未出版之碩士論文)。國立臺南大學，臺南市。
- 張新仁(2014)。分組合作學習-改變課堂教學生態的希望工程。師友月刊，559，36-43。
- 張新仁、王金國、田耐青、汪履維、林美惠、黃永和(2012)。分組合作學習教學手冊，教育部。
- 莊景益(2008)。心智繪圖結合摘要教學法與寫作教學法對國小四年級學生閱讀理解與寫作能力之行動研究(未出版之碩士論文)。屏東大學，屏東市。
- 許永明(2015)。結合科學閱讀與心智圖教學以提升國小學童科學學習成效之行動研究(未出版之碩士論文)。國立東華大學，花蓮市。
- 許芳蘭(2010)。小組分享式閱讀對國小學童英語學習態度與學習焦慮之影響(未出版之碩士論文)。國立臺北教育大學，臺北市。
- 許素甘(2004)。展出你的創意：曼陀羅與心智繪圖的運用與教學，臺北：心理。
- 許嘉仲(2002)。影響國中學生理化科學習因素之個案研究(未出版之碩士論文)。彰化師範大學，彰化市。
- 許馨方(2010)。教師運用印象管理策略對學生學習滿意度、學習成效與親師滿意度之影響——以H國民小學數學課程為例(未出版之碩士論文)。南臺科技大學，臺南市。
- 郭英彥(2007)。國小自然與生活科技領域實施合作學習之行動研究(未出版的碩士論文)。中原大學，桃園市。
- 陳木金(2005)。從認知學徒制探討中小學師傅校長教導課程的系統建構(未出版

- 之碩士論文)，嘉義大學，嘉義市。
- 陳俊呂(2015)。合作學習教學模式下探討聽力焦慮降低及聽力能力提升(未出版之碩士論文)。政治大學，臺北市。
- 陳彥廷、姚如芬(2004)。合作學習模式中學生學習表現之探討。*NTTU EDUCATIONAL RESEARCH JOURNAL*，15(1)，127-166。
- 陳盈達(2004)。心智繪圖法課程之學習成效研究--以南投縣政府社區大學為例(未出版之碩士論文)。朝陽科技大學，臺中市。
- 陳婉真(2008)。考試焦慮與考試成績表現失常之關係---由考試歷程分析。*教育心理學報* (已接受刊登)。
- 陳惠琦(2014)。同儕師徒制運用於國中理化學習之行動研究(未出版之碩士論文)。臺北科技大學，臺北市。
- 陳雅芬(2004)。臺中縣國小學童實驗態度與科學學習態度之研究(未出版之碩士論文)。國立臺中師範學院，臺中市。
- 陳慈珍(2011)。國中生的英語課堂活動與英語學習焦慮之相關研究(未出版之碩士論文)。屏東科技大學，屏東市。
- 陳健忠(2015)。心智圖及論證融入科展培養學生科學探究能力之研究(未出版之碩士論文)。國立東華大學，花蓮市。
- 陳慧娟(1994)。策略訓練課程與策略及認知監控訓練課程對增進國小六年級學生斜坡問題認知能力之比較研究暨遷移歷程之分析。*教育心理學報*，12(6)。
- 程剛，袁桂平(2005)。學習焦慮初探。*瀋陽師範大學學報(社會科學版)*，29(6)，21-23。
- 彭兆璋(2015)。運用數位心智圖教學對自然科學學習成效之研究(未出版之碩士論文)。朝陽科技大學，臺中市。
- 黃一泓、王貞雯(2011)。以心智圖做為筆記工具對國小五年級學生在數學科的學習成效之研究。*教育科學期刊*，10(2)，91~114。
- 黃俊程(2011)。合作學習對國中七年級學生的數學學習成就與數學焦慮的影響(未出版之碩士論文)。臺灣師範大學，臺北市。
- 黃政傑、林佩璇(1996)。合作學習。臺北市：五南。
- 黃詠仁、王美芬(2002)。國小自然科合作學習教學策略之行動研究。*科學教育*

- 研究與發展季刊，28，1-19。
- 黃騏堯(2003)。國小高年級學童自然科實驗操作焦慮之研究-以存在主義的焦慮觀點為導向(未出版之碩士論文)。臺北市立師範學院、臺北市。
- 黃豔萍(2012)。高職公共英語教材課文設計與學生英語焦慮的相關性探究。高教論壇，(4)，44-46。
- 楊明獻(2013)。改進國中理化課程教學--趣味科學實驗。科學教育月刊，361，50-62
- 趙沐深(2007)。合作學習 STAD 教學策略對電路學課程學習成效影響之究。中州學報，25，17-35。
- 劉秀嫻(1998)。合作學習的教學策略。公民訓育學報，(7)，285-294。
- 蔡欣儒、廖桂涓(2012)。拼圖法第二代應用在〈劉姥姥進大觀園〉之實驗研究。教育研究學報，46(2)，45-65。
- 蔡淑君、段曉林(2004)。論科學與數學之統整，科學教育，275，6-19。
- 鄭淑玲(2015)。合作學習對高職一年級生的數學學習與焦慮影響之研究(未出版之碩士論文)。高雄師範大學，高雄市。
- 盧曉紅(2001)。合作和競爭對中學生學習焦慮，成就動機的影響。雲夢學刊，22(6)，89-91。
- 蕭延霖(2002)。公式在 [熱量與比熱] 單元中對國中生學習結果影響之研究(未出版之碩士論文)。臺灣師範大學，臺北市。
- 謝君琳(2003)。合作學習對國小四年級數學低成就學生數學學習與同儕互動之影響(未出版之碩士論文)。國立彰化師範大學，彰化市。
- 謝偉宏(2012)。理情行為治療法(REBT)對減低學生數學考試焦慮與提升數學科學習成就表現之研究-以臺北市立松山高級商業家事職業學校為例(未出版之碩士論文)。淡江大學，臺北市。
- 魏嫻芳(2013)。「合作式心智圖」教學對國中生自然科學習態度、學習歷程與教師自我調整教學之行動研究(未出版之碩士論文)。中山大學，高雄市。
- 魏靜雯(2004)。心智繪圖與摘要教學對國小五年級學生閱讀理解與摘要能力之影連結(未出版之碩士論文)。國立臺灣師範大學，臺北市。

## 二、英文部分

- Bishop, J. B., Bauer, K. W., & Becker, E. T. (1998). A survey of counseling needs of male and female college students. *Journal of College Student Development, 39*, 205-210.
- Budd, J. W. (2004). Mind maps as classroom exercises. *The Journal of Economic Education, 35*(1), 35-46.
- Buzan, T. (2005). *The ultimate book of mind maps: unlock your creativity, boost your memory, change your life*. HarperCollins UK.
- Buzan, T., & Buzan, B. (1993). *The Mind Map Book How to Use Radiant Thinking to Maximise Your Brain's Untapped Potential*. New York: Plume.
- Cassady, J. C., & Johnson, R. E. (2002). Cognitive test anxiety and academic performance. *Contemporary Educational Psychology, 27*, 270-295.
- Collins, A., Brown, J. S., & Newman, S. E. (1987). *Cognitive apprenticeship: Teaching the craft of reading, writing (No. 403)*. and mathematics. Tech. Report.
- Dale, E., & Nyland, B. (1960). *Cone of learning*. Educational Media.
- Damon, W. (1984). Peer education: The untapped potential. *Journal of applied developmental psychology, 5*(4), 331-343.
- Dansereau, D. F. (1988). Cooperative learning strategies. Learning and study strategies: *Issues in assessment, instruction, and evaluation*, 103-120.
- Deutsch, M. (1949). An experimental study of the effects of cooperation and competition upon group process. *Human relations, 2*(3), 199-231.
- Eysenck, M. W., & Calvo, M. G. (1992). Anxiety and performance: The processing efficiency theory. *Cognition & Emotion, 6*(6), 409-434.
- Farivar, S. H. (1985). *Developing a cooperative learning program in a elementary classroom: Comparative study of innovative and tradition middle teaching and learning strategies*. University of California, Los-Angeles.

- Goodnough, K., & Long, R. (2002). Mind Mapping: A Graphic Organizer for the Pedagogical Toolbox. *Science scope*, 25(8), 20-24.
- Hembree, R. (1988). Correlates, causes, and treatment of test anxiety. *Review of Educational Research*, 58, 47-77.
- Johnson, D. W., & Johnson, R. T. (1999). Making cooperative learning work. *Theory into practice*, 38(2), 67-73.
- Murray, M. G. (1982). The rut of impala: aspects of seasonal mating under tropical conditions. *Zeitschrift für Tierpsychologie*, 59(4), 319-337.
- Novak, J. D. (1990). Concept mapping: A useful tool for science education. *Journal of research in science teaching*, 27(10), 937-949.
- Parker, R. E. (1985). Small-Group Cooperative Learning--Improving Academic, Social Gains in the Classroom. *Nassp Bulletin*, 69(479), 48-57.
- Sapp, M., Durand, H., & Farrell, W. (1995). Measures of actual test anxiety in educationally and economically disadvantaged students. *College Student Journal*, 29, 65-72.
- Slavin, R. E. (1978). Student Teams and Achievement Divisions. *Journal of Research and Development in Education*, 12(1), 39-49.
- Slavin, R. E. (1983). When does cooperative learning increase student achievement?. *Psychological bulletin*, 94(3), 429.
- Slavin, R. E. (1988). *Student team learning: An overview and practical guide*. NEA Professional Library, PO Box 509, West Haven, CT 06516.
- Slavin, R. E. (1995). Cooperative learning: Theory, research, and practice(2nd ed.).solving: An overview of experimental work. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(4), 442-468.
- Slavin, R. E. (1996). Research on cooperative learning and achievement: What we know, what we need to know. *Contemporary educational psychology*, 21(1), 43-

69.

Slavin, R. E. (1985). An introduction to cooperative learning research. *In Learning to cooperate, cooperating to learn* (pp. 5-15). Springer US.

Spielberger, C. D. (1996). Construct validity of the Beck Depression Inventory as a measure of state and trait depression in nonclinical populations. *Depression and Stress, 2*(2), 123-145.

Taconis, R., Ferguson-Hessler, M. G. M., & Broekkamp, H. (2001). Understanding and applying the mole concept. *Teaching science problem Teaching, 21*(2), 221-233.

White, B. Y., & Frederiksen, J. R. (1998). Inquiry, modeling, and metacognition: making science accessible to all students. *Cognition and Instruction, 16*(1), 3-118.

William, R. R. (2003). Chemistry problem-solving: symbol, macro, micro and process aspects. *Journal of Chemical Education, 80*(9), 978-982.

Yerkes, R. M., & Dodson, J. D. (1908). The relation of strength of stimulus to rapidity of habit-formation. *Journal of comparative neurology and psychology, 18*(5), 459-482.

Zacks, R. T., & Hasher, L. (1988). Capacity theory and the processing of inferences. *Language, memory, and aging, 154-170*.

## 附錄一、八年級學生理化焦慮量表

親愛的同學你好：

本問卷在調查國中學生理化科的學習狀況，這些題目沒有絕對的標準答案、沒有分數的高低，也不是用來考試的。你的答案只會用來提供本研究者學術上的研究，不會向任何人透露，請你放心作答。

繁忙的課業當中，感謝你抽空來填寫本問卷，沒有你的協助，本研究就沒有辦法完成，祝福你，學業進步，步步高升！能夠更上一層樓！

東海大學教育研究所  
碩士在職專班 研究生 張博超  
105. 3. 24

### 一、 個人基本資料

請依照你的實際狀況，在符合的方塊(□)內打「✓」，或在橫線上填入資料。

1. 座號：\_\_\_\_\_
2. 性別：男生 女生
3. 家長教育程度：  
父親：國小 國中 高中 大學 研究所以上  
母親：國小 國中 高中 大學 研究所以上
4. 家長的職業：  
父親：\_\_\_\_\_
- 母親：\_\_\_\_\_
5. 家長對你的理化成績期望：高於你的能力與你的能力相當不太要求
6. 老師對你的理化成績期望：高於你的能力與你的能力相當不太要求
7. 是否參加理化科的補習：是 否
8. 上學期期末考理化成績：\_\_\_\_\_分
9. 下列的國中課程當中：1. 國文、2. 英文、3. 數學、4. 理化、5. 生物、6. 歷史、7. 地理、8. 公民、9 音樂、10. 美術、11. 體育、12. 健教，請問你在上哪一堂課之前，你最會覺得害怕不想上課：\_\_\_\_\_（請填代號單選）  
為什麼：\_\_\_\_\_

二、理化學習經驗

以下的每一個題目皆有 1-2-3-4-5 不同程度的填答選項  
 請仔細看清出題目的敘述，並且依照題意來判斷自我的  
 的感覺，在最適當的□內打「✓」。每一個題目都要做答，請  
 勿遺漏，誠摯的感謝您的合作。

1 2 3 4 5  
 非小符大非  
 常部 部常  
 不分 分的  
 符符 符符  
 合合合合合

1. 學習理化時，我會擔心數學計算能力不足-----□□□□□
2. 學習理化時，我會煩惱理化公式的推導太複雜-----□□□□□
3. 我會擔心理化題目的計算方法比數學課所教的計算方法更困難-----□□□□□
4. 做理化的計算題時，總是讓我覺得緊張-----□□□□□
5. 我討厭學習理化要背許多的符號、代號-----□□□□□
6. 我討厭同一個理化的概念有不同的單位表示法-----□□□□□  
 (例如:密度有  $g/cm^3$  和  $kg/m^3$  不同表示法)
7. 學習理化時，我會煩惱看不懂關係圖的意義-----□□□□□  
 (例如:質量—體積關係圖)
8. 學習理化時，我會煩惱看不懂表格上數字的意義-----□□□□□
9. 理化課的內容太抽象、不實際，讓我覺得討厭-----□□□□□
10. 我希望理化公式的英文代號都用中文書寫-----□□□□□
11. 在實驗課混合化學藥品時，會讓我覺得緊張-----□□□□□
12. 上實驗課時，我會擔心實驗步驟不知如何進行-----□□□□□
13. 上實驗課時，做不出實驗結果，會讓我覺得緊張-----□□□□□
14. 上實驗課時，我會擔心弄壞實驗器材-----□□□□□
15. 如果理化只有一個版本的教科書，我學習理化會比較愉快-----□□□□□
16. 我常擔心看不懂課本的內容-----□□□□□
17. 我擔心只看一個版本的理化教科書不足以參加會考-----□□□□□
18. 不看理化參考書，我擔心理化科的學習會不夠-----□□□□□
19. 如果我沒有參加補習，我擔心理化會學的比同學少-----□□□□□
20. 理化科考試之後，我希望老師不要公佈成績-----□□□□□
21. 當老師問我理化問題時，我會緊張的答不完整-----□□□□□
22. 在考理化的時候，我會覺得緊張與不安-----□□□□□
23. 父母對於理化科的要求，讓我對理化的學習感到壓力-----□□□□□
24. 老師對於理化科的要求，讓我對理化的學習感到壓力-----□□□□□
25. 家人理化不好，我擔心自己的理化也學不好-----□□□□□
26. 聽到許多人都說理化很難，我擔心理化真的很難-----□□□□□
27. 學習理化時，我會煩惱學習理化對以後的生活(工作)有何幫助-----□□□□□
28. 想到將來還要上更深的理化就會讓我害怕-----□□□□□
29. 當老師在課堂上示範解題時，我會擔心只有我不懂-----□□□□□

問卷結束!請再檢查是否有未填答的題目!謝謝你這段時間的協助!

## 附錄二、理化學習成效後測試卷

### 一、單選題：(1~50 題，每題 2 分)

- ( ) 1. 實驗室中常把鈉貯藏於石油中之理由是：  
 (A)可阻止與空氣接觸 (B)鈉對石油的活性較大 (C)鈉可與石油化合 (D)可增加與空氣接觸
- ( ) 2. 下列選項中，其燃燒的產物溶於水均呈鹼性的是：  
 (A)Mg、Cu (B)Na、Zn (C)P、C (D)S、Fe
- ( ) 3. 有關硫粉在空氣中燃燒的實驗結果，下列敘述何者錯誤？  
 (A)燃燒的火焰呈紫色 (B)硫的燃燒生成物是 SO<sub>2</sub> (C)硫的燃燒生成物溶於水生成 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (D)硫的燃燒生成物溶於水可使廣用試紙呈紅色
- ( ) 4. 附圖為硫粉在氧中的燃燒實驗。  
 甲生說：「產物有刺激性臭味。」  
 乙生說：「產物水溶液可使紅色石蕊試紙變成藍色。」  
 丙生說：「產物水溶液為鹼性。」  
 丁生說：「瓶中含有會產生酸雨的成分。」  
 試問以上哪兩位學生說對了？



- (A)甲、乙 (B)乙、丙 (C)丙、丁 (D)甲、丁
- ( ) 5. 若以 X、Y、Z 代表三種金屬元素，以 XO、YO、ZO 代表它們的氧化物，根據下列情況：  
 $X + YO \rightarrow XO + Y$   
 $X + ZO \rightarrow \text{無作用}$   
 根據上述反應的結果，推論 X、Y、Z 三種元素對氧的活性順序，應為下列何者？  
 (A)Z>X>Y (B)Z>Y>X (C)X>Y>Z (D)X>Z>Y
- ( ) 6. 燃燒後的生成物溶於水，可使廣用試紙變紅色的，是下列哪一種物質？  
 (A)硫 (B)鈉 (C)鎂 (D)鉀
- ( ) 7. 已知甲、乙、丙三種金屬，甲在空氣中會慢慢鏽蝕，乙在空氣中加熱後仍保持原金屬光澤，丙需保存在礦物油中以防止氧化。則三者活性大小為下列何者？  
 (A)甲>乙>丙 (B)丙>甲>乙 (C)乙>丙>甲 (D)丙>乙>甲
- ( ) 8. (a) CO<sub>2</sub>, (b) SO<sub>2</sub>, (c) CaO, (d) MgO, (e) CuO；以上五種物質，何者是屬於鹼性氧化物？  
 (A)a、b (B)c、d (C)c、d、e (D)d、e
- ( ) 9. 根據反應式： $Mg + PbO \rightarrow MgO + Pb$ ； $Hg + PbO \rightarrow \text{無反應}$ ，則此三元素對氧活性順序為：  
 (A)Mg>Hg>Pb (B)Pb>Hg>Mg (C)Hg>Mg>Pb (D)Mg>Pb>Hg
- ( ) 10. 假設以 A、B、C 代表三元素，AO、B<sub>2</sub>O、C<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 代表它們的氧化物，如有下列反應發生： $2B + AO \rightarrow B_2O + A$ ； $6B + C_2O_3 \rightarrow 2C + 3B_2O$ ，則 A、B、C 三元素的活性以何者為大？  
 (A)A (B)B (C)C (D)三者相等
- ( ) 11. 下列金屬氧化物與碳粉混合加熱後，何者不能得到金屬？  
 (A)氧化鈉 (B)氧化鐵 (C)氧化銅 (D)氧化鋅
- ( ) 12. 關於  $Mg + CuO \rightarrow Cu + MgO$  的反應中，下列何者敘述正確？  
 (A)Mg 是還原劑，CuO 是氧化劑 (B)Mg 是氧化劑，CuO 是還原劑 (C)Mg 被還原，CuO 被氧化 (D)對氧活性是 Cu 大於 Mg
- ( ) 13. 已知鈣 (Ca) 的活性大於銅 (Cu)，若無其他物質參與反應，則下列哪一組的物質，經混合加熱後，可發生氧化還原反應？  
 (A)CaO + Cu (B)Cu + Ca (C)Ca + CuO (D)CaO + CuO
- ( ) 14. 在  $CO_2 + 2Mg \rightarrow C + 2MgO$  的氧化還原反應中，何者為還原劑？  
 (A)MgO (B)C (C)Mg (D)CO<sub>2</sub>
- ( ) 15. 在  $Mg + CuO \rightarrow Cu + MgO$  反應中，下列敘述何者不正確？  
 (A)Mg 被氧化成 MgO (B)CuO 被還原成 Cu (C)Mg 為還原劑 (D)MgO 為氧化劑

( )16. 將碳和氧化鉛共同加熱，其反應式如下： $C+2PbO \rightarrow 2Pb+CO_2$ ，此反應式中何者為氧化劑？

(A)C (B)PbO (C)Pb (D)CO<sub>2</sub>

( )17. 將鐵礦、灰石與煤焦置於高爐中煉鐵，下列敘述何者錯誤？

(A)碳對氧之活性大於鐵對氧之活性 (B)鐵礦中之氧化鐵為還原劑 (C)由灰石生成之氧化鈣，可與鐵礦中之泥沙作用生成熔渣 (D)熔渣可防止生成之鐵再被氧化

( )18. 鎂帶在裝有二氧化碳的廣口瓶中燃燒，會在瓶子內壁附著碳粉，何者在此一氧化還原反應中做為還原劑？

(A)鎂 (B)二氧化碳 (C)碳粉 (D)氧化鎂

( )19. (甲)  $H_2+CaO$ ；(乙)  $C+Fe_2O_3$ ；(丙)  $Mg+ZnO$ 。甲、乙、丙在高溫狀態下會發生氧化還原反應的是：

(A)甲乙丙 (B)甲乙 (C)乙丙 (D)甲丙

( )20. 將鐵礦、熔劑(灰石)與煤焦置於高爐中煉鐵，下列何者錯誤？

(A)碳對氧之活性大於鐵對氧之活性 (B)熔渣可防止生成之鐵再被氧化 (C)煉鐵中焦炭為還原劑 (D)灰石成分為(CaO)，可與鐵礦中之泥沙  $SiO_2$  作用生成熔渣(CaSiO<sub>3</sub>)

( )21. 小君在自己的筆記上寫著：「1.金屬冶煉是利用煤焦來還原 X 金屬氧化物和 Y 金屬氧化物，分別得到金屬 X 和金屬 Y，但煤焦無法還原 Z 金屬氧化物得到金屬 Z。2.由金屬 X 與金屬 Y 組成的伏打電池是利用 X 金屬片比 Y 金屬片易失去電子的性質設計而成。」由以上訊息判斷 X、Y、Z 三種金屬的活性大小順序為下列何者？(註：煤焦的主要成分為碳)

(A)X>Y>Z (B)Y>X>Z (C)Z>Y>X (D)Z>X>Y

( )22.  $Ca+ZnO \rightarrow Zn+CaO$ ， $Zn+CuO \rightarrow Cu+ZnO$ ，則此 Ca、Zn、Cu 三種元素對氧的活性順序為：

(A)Ca>Zn>Cu (B)Cu>Zn>Ca (C)Zn>Ca>Cu (D)Zn>Cu>Ca

( )23. 某化學反應式為  $2A+B \rightarrow 2R$ ，今有 a 公克的 A，恰與 b 公克的 B 完全反應，生成 r 公克的 R，則下列何者正確？

(A)  $2a+b=2r$  (B)  $\frac{a}{2}+b=\frac{r}{2}$  (C)  $a+b=2r$  (D)  $a+b=r$ 。

( )24. 以 36 公克的 X 和足量的 Y 恰可完全反應生成 48 公克的 X<sub>2</sub>Y，且無剩餘的 X，則下列何者也可完全反應生成 X<sub>2</sub>Y

，且無剩餘的 X 和 Y？

(A) 8 公克的 X 和 4 公克的 Y (B) 12 公克的 X 和 2 公克的 Y

(C) 54 公克的 X 和 18 公克的 Y (D) 72 公克的 X 和 48 公克的 Y。

( )25. 將一密閉的化學裝置在天平上稱量，如附圖。當在碳酸鈉溶液中注入氫氧化鈣水溶液後，下列敘述何者正確？

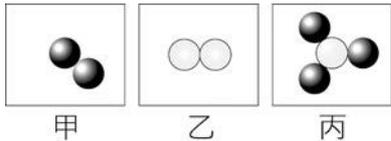


(A) 會有沉澱產生，重量增加 (B) 沉澱物為 NaOH (C) 本實驗可用以說明質量守恆定律 (D) 天平的右盤會下傾

( )26. 一般物質燃燒都需要先點火才能燒起來，物質燃燒屬於：

(A) 化學變化、吸熱反應 (B) 化學變化、放熱反應 (C) 物理變化、放熱反應 (D) 物理變化、吸熱反應

( )27. 甲、乙、丙三種分子如附圖，已知甲分子和乙分子可以反應生成丙分子，若要生成 30 個丙分子，至少需要多少個甲、乙分子？



- (A)30 個甲分子和 15 個乙分子 (B)30 個甲分子和 30 個乙分子 (C)45 個甲分子和 15 個乙分子  
(D)45 個甲分子和 30 個乙分子

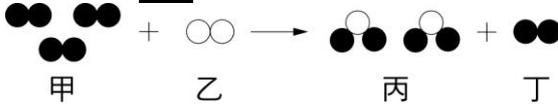
( )28. 若有一批混合物在空氣中燃燒後產生二氧化碳、二氧化硫、碳酸鈉與水蒸氣，請問該混合物中至少含有哪些元素？

- (A)硫、碳、氫、氧 (B)硫、碳、氧 (C)鈉、氧、硫、碳 (D)鈉、氫、硫、碳

( )29.  $C_3H_8 + x O_2 \rightarrow y CO_2 + z H_2O$ ，則  $x + y + z = ?$

- (A)10 (B)12 (C)14 (D)16

( )30. 甲、乙兩種不同氣體產生反應如附圖（●與○表示不同的原子），下列有關此反應的敘述，何者錯誤？



- (A)反應物為兩種不同的元素 (B)生成物丙為化合物 (C)丁為反應中新生成的物質 (D)甲在此反應中為過量

( )31. A、B、C 表示三種不同之物質，其分子量分別為 10、18、24，若 A 和 B 反應生成 C，則下列何者可能為其平衡的化學反應式？ (A)  $A + B \rightarrow C$  (B)  $A + 2B \rightarrow C$  (C)  $3A + B \rightarrow 2C$  (D)  $2A + B \rightarrow 2C$ 。

( )32. 醫學上發現硝化甘油 ( $C_3H_5N_3O_9$ ) 對於治療心絞痛有良好的成效，這是由於硝化甘油在體內產生化學反應，能被緩慢地氧化產生 A 氣體，其化學反應式如下： $4C_3H_5N_3O_9 + 5O_2 \rightarrow 12A + 12CO_2 + 10H_2O$ ，試問方程式中 A 物質的化學式為何？

- (A)NO (B)NO<sub>2</sub> (C)N<sub>2</sub> (D)N<sub>2</sub>O

( )33. 乾粉滅火器使用時是打開鋼桶活塞，利用高壓的氮將乾粉（碳酸氫鈉）噴向火源，以二氧化碳滅火，其反應為  $x NaHCO_3 \rightarrow y Na_2CO_3 + z CO_2 + w H_2O$  平衡後下列何者正確？

- (A) $x = y$  (B) $x = y + z$  (C) $x = y + z + w$  (D) $y = z + w$

( )34. 附表的內容為甲、乙、丙、丁四種物質的分子示意圖，依據此表判斷下列化學反應式，何者最正確？

甲	乙	丙	丁
不同顏色代表不同種類的原子			

- (A)甲 + 2 丙  $\rightarrow$  3 乙 + 丁 (B)甲 + 2 丙 + 丁  $\rightarrow$  3 乙 (C)甲 + 丁  $\rightarrow$  2 丙 + 3 乙 (D)乙 + 2 丁  $\rightarrow$  3 甲 + 丙

( )35. 已知氧的原子量為 16，則：

- (A)1 個氧原子的質量為 16 公克 (B)16 個氧原子的質量為 1 公克 (C)1 莫耳氧原子的質量為 16 公克 (D)16 公克的氧氣中含有 1 莫耳氧原子

( )36. 下列選項中何者與 CO<sub>2</sub> 的分子量相同？（原子量：H=1、C=12、N=14、O=16）

- (A)H<sub>2</sub>O (B)C<sub>3</sub>H<sub>8</sub> (C)NO<sub>2</sub> (D)C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>。

( )37. 已知相同個數的 Ca 原子與相同個數的 C 原子之質量比為 10：3，則 Ca 原子的原子量等於：

- (A)30 (B)40 (C)50 (D)60

( )38. 有兩種含碳的化合物，已知甲為 0.5 mole CO<sub>2</sub>，乙為 50 g CaCO<sub>3</sub>，則其中碳元素的含量比較為何？（C=12，O=16，Ca=40）

- (A)甲 > 乙 (B)甲 = 乙 (C)甲 < 乙 (D)無法比較

( )39. 下列有關氨 (NH<sub>3</sub>) 和水 (H<sub>2</sub>O) 的敘述，何者正確？（N=14，H=1，O=16）

(A)相同重量的氮和水，含有相同的分子數 (B)相同莫耳數的氮和水，含有相同的分子數  
(C)17公克的氮和18公克的水含有相同的原子數 (D)3莫耳氮和2莫耳的水含有相同的氮原子數

( )40. 下列何者質量最大？(原子量：H=1、O=16)  
(A)0.4莫耳氧氣 (B) $3 \times 10^{23}$ 個氧原子 (C)9公克水 (D) $6 \times 10^{22}$ 個水分子。

( )41. 下列物質各1莫耳，何者所含的原子總數最多？

(A)CH<sub>4</sub> (B)H<sub>2</sub>O (C)O<sub>2</sub> (D)CO<sub>2</sub>

( )42. 等重的下列各物質：(甲)H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>；(乙)NH<sub>3</sub>；(丙)C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>。所含原子數多寡順序為何？

(A)甲>乙>丙 (B)丙>乙>甲 (C)乙>丙>甲 (D)甲>丙>乙

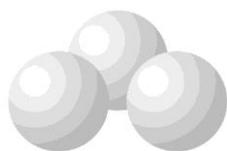
( )43. 小英在媽媽的指導下學習製作蜜餞，她稱取171克的純蔗糖(C<sub>12</sub>H<sub>22</sub>O<sub>11</sub>)，共含有多少個蔗糖分子？(原子量：C=12，H=1，O=16)

(A) $3 \times 10^{23}$  (B) $6 \times 10^{23}$  (C) $9 \times 10^{23}$  (D) $1.2 \times 10^{24}$

( )44. 甘胺酸的分子式為C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>O<sub>2</sub>N，則下列何者是0.5莫耳甘胺酸中所含元素的質量？(原子量C=12，H=1，O=16，N=14)

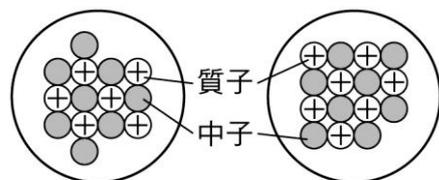
(A)氧32克 (B)氮14克 (C)碳12克 (D)氫5克

( )45. 甲分子的結構如附圖所示，其中每一個球皆代表一個原子。若此原子每一個的質量為一個碳原子質量的 $\frac{4}{3}$ 倍，且碳的原子量為12，則甲的分子量為下列何者？



(A)16 (B)27 (C)36 (D)48

( )46. 附圖為甲、乙兩原子的原子核示意圖，下列數量的原子，何者的質量最大？



甲原子核

乙原子核

(A) $6 \times 10^{23}$ 個甲原子 (B) $9 \times 10^{23}$ 個乙原子 (C)1.5莫耳的甲原子 (D)1.0莫耳的乙原子

( )47. 某金屬X在空氣中燃燒，其化學反應式為： $2X + O_2 \rightarrow 2XO$ ，若1莫耳金屬X與1莫耳氧化物XO的質量比為5:7，則金屬X的原子量可能為何？(原子量：O=16) (A)20 (B)32 (C)40 (D)112。

( )48. ( )工業上氯化鋁經常用來增快化學反應的速率，它可以由鋁金屬和氯化氫製備而來；其反應式為  $2Al(\text{固態}) + 6HCl(\text{氣態}) \rightarrow 2AlCl_3(\text{固態}) + 3H_2(\text{氣態})$ 。假設在反應器中有0.3莫耳的鋁及0.6莫耳的氯化氫，試問能產生氯化鋁多少公克？(原子量：Al=27、Cl=35.5) (A)26.7公克 (B)40.1公克 (C)80.1公克 (D)13.4公克。

( )49. 附圖是一化學反應的示意圖。其中○代表碳原子，◎代表氧原子，●代表氫原子。依圖示，如果取一莫耳的甲，能生成多少公克的丁？(原子量：C=12；H=1；O=16)



(A)18公克 (B)32公克 (C)36公克 (D)72公克

( )50. 甲元素的原子量為27，若國際上規定碳的原子量改為24，則甲元素的原子量為何？

(A)24 (B)27 (C)54 (D)81。

附錄三 合作學習「小考測驗轉換進步分數單」

班級：\_\_\_\_\_ 隊名 \_\_\_\_\_ 日期：\_\_\_\_\_

姓名								總分	平均
項目									
測驗分數								/	/
標準分數									
進步分數									
換算積分									
註	進步分數換算規則 退步 10 分以上→0 分 退步 0-9 分→10 分 進步 1-9 分→20 分 進步 10 分以上→30 分 表現優異→30 分								

附錄四 合作學習「小組總分單」(秘書負責)

班級: \_\_\_\_\_ 隊名 \_\_\_\_\_

分數 組員 姓名	2 月 16 日	月	月	月	月	月	月	月
	日	日	日	日	日	日	日	日
	30							
	20							
	10							
	0							
	0							
	0							
進步總分	60							
進步總平均	10							
上課表現	70							
總得分	80							
本次小組 排 名	3							
累計名次								
註	1. 總得分=進步總平均+上課表現 2. 每次個人有受到表揚者請用螢光紅筆在此人分數欄畫記 3. 每次小組有受到表揚者請用螢光黃筆在本次小組排名畫記。							

附錄五 合作學習任務分配表與班級座位表

角色	座位位置	任務	備註
組長	1	領導者，小老師，主持人 1. 主持與激勵小組討論 2. 管理秩序與教導同學	扮演小老師的角色，組員必須與他配合
秘書	2	協助組長 1. 每次小考分數登記、小組測驗分數登記 2. 協助組長的工作	協助組長
總務員	3	維護物品與環境的整潔 1. 領取上課講義、作業單、答案單 2. 上課用品發放和收回	物品和環境的維持
風紀員	4	秩序維持 1. 控制小組討論音量 2. 上下課座椅排列速度	維護小組課堂的秩序表現
紀錄員	5	紀錄小組決議事項 1. 紀錄小組討論時的決議與過程	記錄來不及時可請其它人幫忙
觀察員	6	小組表現的裁判者 1. 填寫觀察表 2. 跟組長報告檢討與討論情形	觀察表是為了小組內的公平，讓每位組員都為小組盡力，請據實登記

座位表

27	42
9	18
11	12
24	30
2	7
36	40
6	17
4	25
22	23
5	6
1	2
3	4

5	8
35	32
13	34
10	14
15	20
29	33
16	6
37	3
26	39

左圖為角色座位圖

- 所有的角色選定請選擇適合的角色來擔任，選定之後請確實完成任務，不可以失職，否則以整組平時成績扣分做為處罰
- 座位要按照上面的座位表入座，課本與教材皆於需要帶至適當的座位，不可開始上課後還離開座位

附錄六 合作學習小組合作技巧「觀察表」(觀察員負責)

班級\_\_\_\_\_ 隊名\_\_\_\_\_ 日期\_\_\_\_\_

觀察員簽名\_\_\_\_\_ 組長簽名\_\_\_\_\_

姓名 檢核項目						
	組長	秘書	總務	監督	紀錄	觀察
認真參與討論						
提供最多正確資訊						
主動幫助同學						
做好分派到的工作						
正面肯定讚美						
不懂時主動發問						
不聊天						
注意聽他人發言						
討論時音量適中						
認真寫學習單						
總得分						
小組合作問題						

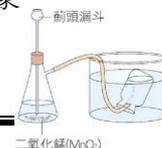
附錄七 理化學習單

【 理化學習任務單 1---化學反應 】

教學主題	反應基本定律	教學老師	張博超老師																	
教學地點	國二教室	上課節數	四節																	
組別/姓名	第__組	日期	2/15~2/22																	
老師教學重點與目標	<p>例題 甲、乙、丙、丁分別代表四種不同的純物質，取 10 克甲和 8 克乙進行反應，其反應式為：</p> <p>1 <math>2\text{甲} + \text{乙} \rightarrow \text{丙} + \text{丁}</math>。反應後乙完全用完，甲剩下 1 克，生成 6 克的丙，則此化學反應生成丁多少克？</p> <p>(A) 10 (B) 11 (C) 13 (D) 20</p> <p><b>B</b></p>																			
	<p>例題 在一個真空的密閉容器中放入甲、乙、丙、丁四種物質，於適當的條件下使其充分反應，經過一段時間後，測得相關資料如下表所示。關於此反應的敘述，</p> <p>2 下列何者正確？</p> <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <tr> <td>物質</td> <td>甲</td> <td>乙</td> <td>丙</td> <td>丁</td> </tr> <tr> <td>反應前重量(g)</td> <td>6</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>32</td> </tr> <tr> <td>反應後重量(g)</td> <td>?</td> <td>25</td> <td>2</td> <td>14</td> </tr> </table> <p>(A)反應後，甲的質量為 1 公克 (B)乙和丁的質量變化量之比 3 : 4</p> <p>(C)甲和丁可能是此反應方程式的反應物 (D)乙和丙可能是此化學反應的生成物</p> <p><b>C</b></p>			物質	甲	乙	丙	丁	反應前重量(g)	6	1	2	32	反應後重量(g)	?	25	2	14		
	物質	甲	乙	丙	丁															
	反應前重量(g)	6	1	2	32															
反應後重量(g)	?	25	2	14																
<p>例題 有一反應的反應式為：甲+乙<math>\xrightarrow{\text{戊}}</math>丙+丁，反應前後的質量如下表所示。表中 X、Y 的數值分別為下列何者？</p> <p>3</p> <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <tr> <td>物質</td> <td>甲</td> <td>乙</td> <td>丙</td> <td>丁</td> <td>戊</td> </tr> <tr> <td>反應前質量(g)</td> <td>30</td> <td>30</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>反應後質量(g)</td> <td>7</td> <td>0</td> <td>44</td> <td>X</td> <td>Y</td> </tr> </table> <p>(A) X=10, Y=0 (B) X=9, Y=1 (C) X=16, Y=0 (D) X=39, Y=1</p> <p><b>B</b></p>			物質	甲	乙	丙	丁	戊	反應前質量(g)	30	30	0	0	1	反應後質量(g)	7	0	44	X	Y
物質	甲	乙	丙	丁	戊															
反應前質量(g)	30	30	0	0	1															
反應後質量(g)	7	0	44	X	Y															

化學反應學習  
任務與  
討論

1. ( ) 下列敘述何者屬於「物理變化」？  
(A)紙張燃燒 (B)竹筷折斷 (C)牛奶發酸 (D)米煮成飯
2. ( ) 下列敘述何者屬於「化學變化」？  
(A)鐵釘生鏽 (B)鋁罐踩扁 (C)酒精揮發 (D)冰棒在手中融化
3. ( ) 下列屬於化學變化的有幾項？(甲)光合作用、(乙)雞蛋遇到酸性溶液、(丙)加熱鎂帶、(丁)加熱固態碘、(戊)將白糖放入水中、(己)蠟燭燃燒。 (A) 1 (B) 2 (C) 3 (D) 4
4. ( ) 下列何者不是化學變化？ (A)植物行光合作用 (B)麵包烤焦 (C)醋與小蘇打粉起交互作用 (D)水的蒸發與凝固
5. ( ) 鐵生鏽、樟腦丸昇華、牛奶變酸、汽油燃燒、海水蒸發、食物敗壞、酒變酸、冰的融化及雞蛋受熱呈現凝固。以上屬於物理變化者，有多少種？ (A) 2 種 (B) 3 種 (C) 4 種 (D) 5 種
6. ( ) 下列敘述何者錯誤？ (A)糖溶於水是物理變化 (B)水的沸點是物理性質 (C)木材可燃是化學性 (D)溫度計是利用化學變化的原理製成
7. ( ) 根據「質量守恆定律」，下列敘述何者正確？ (A)化學反應在密閉容器內進行，才能遵守質量守恆定律 (B)化學反應若產生氣體，則不遵守質量守恆定律 (C)化學反應進行中，若產生熱反應，則不遵守質量守恆定律 (D)質量守恆定律在一般的化學反應中皆能成立
8. ( ) 進行碳酸鈉溶液與氯化鈣溶液混合的實驗，裝置如右圖。若反應前整個裝置與所有溶液的質量總和為  $W_1$ ，經反應後，發現有白色沉澱產生，且重新測得總質量為  $W_2$ ，試問  $W_1$  與  $W_2$  的關係，下列何者正確？ (A)  $W_1 = W_2$  (B)  $W_1 < W_2$  (C)  $W_1 > W_2$  (D)資料不足，無法判斷
9. ( ) 鎂帶燃燒反應中，若反應物有 100 個鎂原子，則完全燃燒後所得到的產物中應含有多少個鎂原子？ (A) 0 個 (B) 50 個 (C) 100 個 (D) 200 個
10. ( ) 雙氧水加入二氧化錳的反應裝置如右圖，可以藉由什麼現象來觀察是否發生化學變化？  
(A)錐形瓶溶液顏色逐漸改變

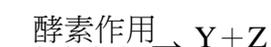


	<p>(B)產生了氣泡 (C)二氧化錳質量逐漸變小 (D)產生黑色沉澱</p> <p>11. ( ) 甲、乙、丙、丁為四種不同之純物質，將 10 克甲與 6 克乙反應後，已知生成 8 克丙與 X 克丁，且尚有 1 克的甲並未反應，則 X 應為多少？ (A) 7 (B) 8 (C) 9 (D) 10</p> <p>12. ( ) 在 0°C 冰塊融化成 0°C 水的過程中： (A) 放出能量，溫度下降，屬於化學變化 (B) 放出能量，溫度不變，屬於物理變化 (C) 吸收能量，溫度上升，屬於化學變化 (D) 吸收能量，溫度不變，屬於物理變化</p> <p>13. ( ) 取 6 克的木炭燃燒生成二氧化碳 22 克，則 6 克木炭完全燃燒須和純氧多少克化合？ (A) 6 (B) 18 (C) 16 (D) 24</p> <p>14. ( ) 甲、乙、丙、丁分別代表四種不同的純物質，取 15 公克甲和 20 公克乙進行反應，已知化學反應式為：<math>3\text{甲} + \text{乙} \rightarrow \text{丙} + 2\text{丁}</math>。若反應後甲剩下 3 公克，乙完全用完，生成 24 公克的丁。則此化學反應生成多少公克的丙？ (A) 4 (B) 8 (C) 11 (D) 12</p> <p>15. ( ) 在密閉的容器中置入 10 克的 <math>\text{Na}_2\text{CO}_3</math> 水溶液及 20 克的 <math>\text{CaCl}_2</math> 水溶液，則反應依下列化學反應式進行：<math>\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CaCl}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 + 2\text{NaCl}</math>；當反應完成後，此密閉容器內，物質的總質量共有幾克？ (A) 50 (B) 30 (C) 15 (D) 5</p>
個人測驗內容	<p>1. ( ) 右圖為小慧在習作本中對某一問題的回答：關於小慧的舉例說明，下列何者正確？</p> <div data-bbox="1029 1456 1452 1590" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>請各舉一例日常生活中的吸熱反應和放熱反應：</p> <p>I. 暖暖包的內部物質反應時，溫度會上升</p> <p>II. 烘培用的小蘇打粉加熱分解產生二氧化碳</p> </div> <p>(A) 舉例不完整，因為 I、II 皆為吸熱反應 (B) 舉例不完整，因為 I、II 皆為放熱反應 (C) 舉例完整，I 為吸熱反應，II 為放熱反應 (D) 舉例完整，I 為放熱反應，II 為吸熱反應</p> <p>2. ( ) 右圖為小富進行實驗的步驟圖，最後在丙試管中會反應產生何種氣體？</p> <div data-bbox="702 1724 1308 1904" style="text-align: center;"> </div> <p>(A) 氧氣 (B) 氫氣 (C) 氯氣 (D) 二氧化碳</p>

- 3 ( ) 右表的內容為甲、乙、丙、丁四種物質的分子示意圖，  
依據此表判斷下列化學反應式，何者最正確？



- (A) 甲 + 2 丙 → 3 乙 + 丁 (B) 甲 + 2 丙 + 丁 → 3 乙  
(C) 甲 + 丁 → 2 丙 + 3 乙 (D) 乙 + 2 丁 → 3 甲 + 丙
- 4 ( ) 已知某固體純物質不會與水反應，在此固體上滴入數滴鹽酸後，有二氧化碳氣體產生，  
則此固體一定含有下列哪些元素？ (A) 碳和氫 (B) 碳和氧 (C) 氯和氫 (D) 氯和氧
- 5 ( ) 元素 X 和 Y 可形成 X<sub>2</sub>Y 和 XY 兩種分子，其分子量分別為 44 和 30，  
若亦可形成 XY<sub>2</sub> 分子，則其分子量為何？ (A) 44 (B) 46 (C) 60 (D) 92
- 6 ( ) 已知 CO<sub>2</sub>、CH<sub>3</sub>COOH、C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub> 的分子量分別為 44、60、180，且  
CH<sub>3</sub>COOH、C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub>  
二者在充足的空氣下完全燃燒，皆只得到 CO<sub>2</sub> 和 H<sub>2</sub>O。若取等質量的  
CH<sub>3</sub>COOH 和  
C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub> 分別進行燃燒，完全反應後，所得到的 CO<sub>2</sub> 質量比為何？  
(A) 1 : 1 (B) 1 : 3 (C) 1 : 9 (D) 3 : 1
- 7 ( ) 小安利用乙醇和氧氣，在不同的反應條件下，分別進行下列二個反應：



已知上述反應式的係數均已平衡，則可推知生成物 Y 為何？

- (A) H<sub>2</sub>O (B) CO<sub>2</sub> (C) C<sub>2</sub>H<sub>6</sub> (D) CH<sub>3</sub>COOH

化學反應內容  
記錄結果

## 【 理化學習任務單 2---化學反應 】

教學主題	原子量、分子量與莫耳	教學老師	張博超老師
教學地點	國二教室	上課節數	四節
組別/姓名	第__組	日期	2/22~2/28
老師教學重點與目標	例題 4	已知二氧化碳的分子式為 $\text{CO}_2$ ，則關於1莫耳 $\text{CO}_2$ 分子的敘述，下列何者 <u>錯誤</u> ？ (A)含有 $\text{CO}_2$ 分子 $6 \times 10^{23}$ 個      (B)含有碳原子 $6 \times 10^{23}$ 個      (C)含有氧原子 $6 \times 10^{23}$ 個 (D)共含有原子 $3 \times 6 \times 10^{23}$ 個  <b>C</b>	
	例題 5	已知水的化學式是 $\text{H}_2\text{O}$ ，則36公克的水中含氫與氧各多少公克？（原子量：H=1，O=16）  氫4公克；氧32公克	
	例題 6	49公克的硫酸（ $\text{H}_2\text{SO}_4$ ）共有多少莫耳硫酸分子？多少個硫酸分子？多少個氧原子？（硫酸分子量=98）  <b>0.5mol；<math>3 \times 10^{23}</math>個；<math>1.2 \times 10^{24}</math>個</b>	
	例題 7	銅(Cu)的原子量為63.5，則：      (1)1莫耳的銅有多少個原子？其質量為多少公克？ (2)2莫耳的銅有多少個原子？其質量為多少公克？  (1) $6 \times 10^{23}$ 個；63.5克      (2) $1.2 \times 10^{24}$ 個；127克	
	例題 8	$\text{H}_2 + \text{Cl}_2 \rightarrow 2\text{HCl}$ ，有關左式的含意，下列何者是錯誤的？ (A)1公克 $\text{H}_2$ 和1公克 $\text{Cl}_2$ 化合產生2公克的HCl (B)1分子 $\text{H}_2$ 和1分子 $\text{Cl}_2$ 化合產生2分子的HCl (C)100分子 $\text{H}_2$ 和100分子 $\text{Cl}_2$ 化合產生200分子的HCl (D)1公升 $\text{H}_2$ 和1公升 $\text{Cl}_2$ 化合產生2公升的HCl  <b>A</b>	

例題 9 小緯下課時將杯內 90 g 的水一口氣喝完，請問他大約喝下多少個水分子？  
(原子量：H=1，O=16)

$3 \times 10^{24}$  個

例題 10 (1)下列何種化合物所含的氫原子數最多？(原子量：H=1，N=14，C=12，O=16)  
(A)3.4公克NH<sub>3</sub> (B)3.6公克H<sub>2</sub>O (C)9公克C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub> (D)1公克H<sub>2</sub>  
(2)下列何種化合物所含的原子數最多？  
(A)0.25 莫耳 NH<sub>3</sub> (B) $3 \times 10^{23}$  個 H<sub>2</sub>O (C)8 公克 CH<sub>4</sub> (D)1 公克 H<sub>2</sub>

(1) D (2) C

例題 11  $1.2 \times 10^{24}$  個水分子中，試回答下列問題：(H=1，O=16)  
(1)有多少莫耳氫原子？ (2)多少克氧原子？

(1) 0.02mol (2) 0.32 克

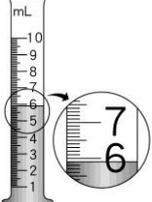
例題 12 1 個 CO<sub>2</sub> 分子的質量是 2 個 C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub> 分子質量的幾倍？

$\frac{11}{90}$  倍

化學反應學習任務與討論

- 1 ( ) 下列有關於氨(NH<sub>3</sub>)和水(H<sub>2</sub>O)的敘述，何者正確？(原子量：N=14，H=1，O=16) (A) 3 莫耳的氨和 2 莫耳的水含有相同數目的氫原子 (B) 相同莫耳數的氨和水，所含分子數相同 (C) 17 公克的氨和 18 公克的水含有相同數目的原子 (D) 相同重量的氨和水，含有相同的分子數 **B**
- 2 ( ) 氧的原子量為 16，意思是告訴我們：(A) 1 個氧原子的質量是 16 公克 (B) 1 克氧原子有 16 莫耳原子 (C) 1 莫耳氧原子的質量是 16 克 (D) 每莫耳氧原子的質量是  $16 \times 6 \times 10^{23}$  克 **C**
- 3 ( ) 質量 1.8 公克的葡萄糖(C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub>)含有：(A)  $6 \times 10^{21}$  個葡萄糖分子 (B)  $2.4 \times 10^{22}$  個原子 (C)  $6 \times 10^{21}$  個碳原子 (D) 0.36 公克的碳。(原子量：C=12，H=1，O=16) **A**
- 4 ( ) 下列關於莫耳的敘述，何者是正確的？(原子量：H=1，O=16) (A) 氫氣 1 莫耳重 2 公克，氧氣 1 莫耳重 16 公克 (B) 氫氣 1 莫耳含有的原子數與氧氣 1 莫耳含有的原子數不同 (C) 過錳酸鉀(KMnO<sub>4</sub>)1 莫耳含有  $6 \times 10^{23}$  個氧原子 (D) 氨 1 莫耳含有  $6 \times 10^{23}$  個氮原子 **D**
- 5 ( ) 常溫時，下列那一種純物質含有的氧原子數最多？(原子量：C=12，O=16，H=1) (A) 0.2 莫耳氧氣 (B) 4.4 克二氧化碳 (C) 0.1 莫耳碳酸鈣 (D) 3.6 克水 **A**
- 6 ( ) 下列四種物質：甲. 3 莫耳水；乙. 2 莫耳二氧化碳；丙. 3 莫耳氨；丁. 2 莫耳氫氣 **B**

- 化鈉。則其質量由大到小依序為何？（原子量：H=1，O=16，N=14，Na=23，C=12）
- (A)甲>丙>丁>乙 (B)乙>丁>甲>丙 (C)丙>丁>甲>乙 (D)丁>乙>甲>丙
- 7 ( ) 4 公克的氫氣其分子數目有多少個？（原子量：H=1） (A)  $3.0 \times 10^{23}$  (B)  $2.4 \times 10^{24}$  (C)  $3.0 \times 10^{24}$  (D)  $1.2 \times 10^{24}$  D
- 8 ( ) 一莫耳氧分子之質量為 32 公克，則一個氧原子之質量為多少公克？ (A)  $5.33 \times 10^{-23}$  (B)  $2.67 \times 10^{-23}$  (C) 32 (D) 16 B
- 9 ( ) 小英秤取 171 公克的純蔗糖( $C_{12}H_{22}O_{11}$ )，其中共含有多少個蔗糖分子？(原子量：C=12，O=16，H=1) (A)  $3 \times 10^{23}$  (B)  $6 \times 10^{23}$  (C)  $9 \times 10^{23}$  (D)  $1.2 \times 10^{24}$  A
- 10 ( ) 下列各物質何者所含的原子數量最多？（原子量：Ca=40，O=16，H=1，C=12） (A)  $3 \times 10^{23}$  個 Ca 原子 (B) 2 莫耳的氧氣 (C) 18 克的水分子 (D) 24 克的碳原子 B
- 11 ( ) 下列有關碳酸鈣（分子量=100）的敘述，何者錯誤？ (A) 1 莫耳碳酸鈣含  $6 \times 10^{23}$  個鈣原子數 (B) 分子式為  $CaCO_3$  (C) 1 莫耳碳酸鈣含  $6 \times 10^{23}$  個氧原子數 (D) 1 莫耳碳酸鈣重量是 100 公克 C
- 12 ( ) 已知鈣的原子量為 40，碳的原子量為 12，氧的原子量為 16，試求碳酸鈣的分子量？ (A) 68 (B) 100 (C) 120 (D) 1960 B
- 13 ( ) 一莫耳氧氣的質量為 32 公克，則  $3 \times 10^{23}$  個氧分子的質量為： (A) 4 公克 (B) 16 公克 (C) 8 公克 (D) 32 公克 B
- 14 ( ) 過錳酸鉀 ( $KMnO_4$ ) 1 莫耳含有多少個氧原子數？ (A)  $1.2 \times 10^{24}$  (B)  $2.4 \times 10^{24}$  (C)  $3.6 \times 10^{24}$  (D)  $4.8 \times 10^{24}$  B
- 15 ( ) 在常溫常壓下，一般氣體的密度與氣體分子量成正比，即分子量愈小的氣體，其密度愈小。則家庭或工廠中何種氣體外洩時，會積存在地面附近，較不易飄散？ (A) 氨氣 ( $NH_3$ ) (B) 天然氣 ( $CH_4$  及  $C_2H_6$ ) (C) 石油氣 ( $C_3H_8$  及  $C_4H_{10}$ ) (D) 氫氣 ( $H_2$ ) C
- 16 ( ) 已知酒精的分子式為  $C_2H_5OH$ ，則酒精的分子量為多少？（碳=12；氫=1；氧=16） (A) 60 (B) 46 (C) 36 (D) 29 I
- 17 ( ) 硫酸的分子式是  $H_2SO_4$ ，現有純硫酸 196 公克，試問相當於有多少莫耳？（原子量：H=1，O=16，S=32） (A) 0.5 (B) 1 (C) 2 (D) 3 C
- 18 ( ) 氧的原子量為 16，碳的原子量為 12，下列敘述何者正確？(A)每個氧原子重 16 克 (B)每個氧原子的質量是每個碳原子質量的 16 倍 (C)  $6 \times 10^{23}$  個氧原子重 16 克 (D) 1 克的氧原子有 16 個 C
- 19 ( ) 下列何者質量最大？ (A) 0.4 莫耳氧氣 (B)  $3 \times 10^{23}$  個氧原子 (C) 9 克水 (D)  $6 \times 10^{22}$  個水分子 4
- 20 ( ) 若水與雙氧水中所含氫的質量相同，則水與雙氧水中所含氧的質量比為何？（水：雙氧水） (A) 18：34 (B) 1：2 (C) 2：1 (D) 1：16 I

個人測驗內容	<p>21 ( ) 在已盛裝 5.00 mL 純水量筒中，以滴管逐滴滴入 20 滴純水，最後量筒液面如右圖所示，已知水的密度為 1 公克立方公分，水的分子量為 18，則由此實驗估計 1 滴純水中的水分子數為若干？</p> <p>(A) <math>(\frac{0.90 \times 1}{20 \times 18}) \times 6 \times 10^{23}</math> (B) <math>(\frac{1.00 \times 1}{20 \times 18}) \times 6 \times 10^{23}</math></p> <p>(C) <math>(\frac{0.90 \times 1}{20}) \times 6 \times 10^{23}</math> (D) <math>(\frac{1.00 \times 1}{20 \times 18}) \times 6 \times 10^{23}</math></p>	
	<p>22 ( ) 小明打完球後回到教室，由於口渴立刻將茶杯中 180mL 的水一口氣喝完，試問小明大約喝下多少個水分子？（原子量：H=1，O=16）(A) 10 (B) 180 (C) <math>180 \times 10^{23}</math> (D) <math>60 \times 10^{23}</math></p>	
	<p>23 ( ) 若原子量的標準由原來碳-12 的原子量為 12，改成碳-12 的原子量為 24 的話，下列敘述哪些為正確？(甲)氧的原子量由 16 變為 32；(乙)每一個氧原子重量為 <math>\frac{32}{6 \times 10^{23}}</math> 克；(丙) 18 克水中含有 <math>6 \times 10^{23}</math> 個水分子；(丁) 2 克氫氣和 16 克氧氣含有相同的分子數。 (A)甲乙 (B)甲丙 (C)乙丙 (D)丙丁</p>	
	<p>24 ( ) 下列各指定量的化合物中，何者含氫原子數最多？（原子量：H=1，N=14，C=12，O=16）(A) 1.7 克 NH<sub>3</sub> (B) 1.6 克 CH<sub>4</sub> (C) 3.6 克 H<sub>2</sub>O (D) 0.5 克 H<sub>2</sub></p>	
	<p>25 ( ) 四氟化碳分子式 CF<sub>4</sub>，分子量 88，已知碳原子量為 12，則下列何者錯誤？(甲) 1 莫耳 CF<sub>4</sub> 之質量為 88 克；(乙) 88 克之 CF<sub>4</sub> 含有 <math>6 \times 10^{23}</math> 個 CF<sub>4</sub> 分子；(丙) 氟之原子量為 76；(丁) 一個 CF<sub>4</sub> 分子之質量為 88 克。 (A)甲丙 (B)乙丁 (C)甲乙 (D)丙丁</p>	
	<p>26 ( ) 等重的下列各物質：(甲)H<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>；(乙)NH<sub>3</sub>；(丙)C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>，所含原子數多寡順序為何？</p> <p>(C=12，N=14，H=1，O=16)</p> <p>(A)甲&gt;乙&gt;丙 (B)丙&gt;乙&gt;甲 (C)乙&gt;丙&gt;甲 (D)甲&gt;丙&gt;乙</p>	
	<p>27 ( ) 2.8 克的一氧化碳含多少個一氧化碳分子？（原子量：O=16，C=12）(A) <math>6.0 \times 10^{23}</math> (B) <math>6.0 \times 10^{22}</math> (C) <math>2.4 \times 10^{24}</math> (D) <math>2.4 \times 10^{23}</math></p>	
內容記錄討論結果		

## 【 理化學習任務單 3—化學反應 】

<b>教學主題</b>	化學反應式	<b>教學老師</b>	張博超老師
<b>教學地點</b>	國二教室	<b>上課節數</b>	四節
<b>組別</b>	第__組	<b>日期</b>	2/29~3/6
<b>老師教學重點與目標</b>	<p><b>【化學反應式係數的平衡】</b>：利用反應式兩端的原子數目相等(原子不滅)。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 10px; margin: 10px 0;"> <p>步驟 1：寫出化合物化學式或找出在化學反應式兩端 <span style="font-size: 2em;">}</span> 各出現一次 的元素，  <span style="font-size: 2em;">{</span> 原子數不等</p> <p>則從該元素                            開始平衡(出現次數愈少的原子愈先平衡。)</p> <p>步驟 2：利用平衡的化學反應式中的其他元素，利用原子不滅推測其他化學式的係數。</p> <p>步驟 3：將所有的反應係數化成最簡單整數，係數為 1 時不寫。                            (有時可利用分數，再去分母即可)</p> </div>		
	<b>例題 13</b>	平衡二氧化錳和鹽酸反應，生成氯化錳、氯氣和水的反應式。 $\text{MnO}_2 + \text{HCl} \rightarrow \text{MnCl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{Cl}_2$ $\text{MnO}_2 + 4\text{HCl} \rightarrow \text{MnCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{Cl}_2$	
	<b>例題 14</b>	某有機化合物燃燒之反應為 $\text{C}_m\text{H}_n + a\text{O}_2 \rightarrow b\text{CO}_2 + c\text{H}_2\text{O}$ ，試以 $m$ 、 $n$ 表示各化學式係數 $a$ 、 $b$ 、 $c$ 。 $m + \frac{n}{4}, m, \frac{n}{2}$	
	<b>例題 15</b>	設 X，Y，Z 分別代表三種相異之元素，若下列為已均衡之化學反應式： $\text{XZ}_2 + 2\text{Y} \rightarrow \text{X} + \text{YZ}$ ，則依據道耳吞之原子說，甲的化學式為何？	
	<b>例題</b>	未平衡的反應式： $\text{C}_3\text{H}_8 + x\text{O}_2 \rightarrow y\text{CO}_2 + z\text{H}_2\text{O}$ ，平衡反應式後，則 $x+y-z=?$ (A) 1    (B) 2    (C) 3    (D) 4	

16



例題

17

平衡下列反應式： $\text{NaCl} + \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{MnO}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{MnSO}_4 + \text{H}_2\text{O} + \text{Cl}_2$

提示]：若反應前後沒有分開之原子團(或根)，則在均衡時可把原子團(或根)當作一元素看待，再平衡之。



學習任務與討論

- 1 ( ) 有關「原子量」的敘述何者正確？  
 (A)原子量表示 1 個原子的實際質量  
 (B)氧的原子量為 16，表示 1 個氧原子質量為 16 公克 (C)原子量的單位為公克  
 (D)原子量是各原子間相互比較質量的比較值而已，並無單位
- 2 ( ) 已知鈉的原子量為 23，下列敘述何者正確？  
 (A) 1 個鈉原子的質量是 1 個碳原子的 23 倍 (B) 23 個鈉原子的質量為 1 公克  
 (C) 1 莫耳鈉原子的質量為 23 公克 (D)目前是以鈉的原子量作為比較的標準
- 3 ( ) 下列各物質的分子量何者錯誤？(原子量：C=12、H=1、O=16、S=32)  
 (A)  $\text{CO}_2=44$  (B)  $\text{H}_2\text{O}=18$  (C)  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6=180$  (D)  $\text{H}_2\text{SO}_4=88$
- 4 ( ) 22 公克的二氧化碳氣體中，下列何項正確？(C=12，O=16)  
 (A)共有  $6 \times 10^{23}$  個分子 (B)含有  $3 \times 10^{23}$  個氧原子 (C)含有  $6 \times 10^{23}$  個碳原子  
 (D)共有  $9 \times 10^{23}$  個原子
- 5 ( ) (甲)  $24 \times 10^{23}$  個  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$  分子、(乙) 0.3 莫耳  $\text{CaCO}_3$  分子、(丙)  $12 \times 10^{23}$  個  $\text{CO}_2$  分子、  
 (丁) 0.5 莫耳  $\text{H}_2\text{SO}_4$  分子。以上這四種分子，何者之質量最大？  
 (A)甲 (B)乙 (C)丙 (D)丁
- 6 ( ) 根據道耳吞的原子說，若將碳酸鈣 ( $\text{CaCO}_3$ ) 與鹽酸 ( $\text{HCl}$ ) 混合，絕不可能產生下列哪一種物質？ (A)  $\text{CaCl}_2$  (B)  $\text{CO}_2$  (C)  $\text{NaCl}$  (D)  $\text{H}_2\text{O}$
- 7 ( ) 化學反應式的平衡係數，代表了以下哪一種意義？ (A)係數的比=質量的比  
 (B)係數的比=分子數的比 (C)係數的比=原子數的比 (D)係數的比=體積的比
- 8 ( ) 有關化學反應式的敘述，下列何者錯誤？  
 (A)化學反應式表示實際發生的化學反應，不能憑空杜撰  
 (B)用「 $\rightarrow$ 」表示化學反應的方向 (C)化學反應式即化學式  
 (D)化學反應式左、右兩邊的原子數目必須相等
- 9 ( ) 下列化學反應平衡式的寫法何者正確？ (A)  $\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NaOH} + \text{H}_2 + \text{O}_2$   
 (B)  $2\text{H}_2\text{O}_2 + \text{MnO}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$  (C)  $\text{CaCO}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{CaO} + \text{Cl}_2 + \text{CO}_2$

	<p>(D) <math>2\text{Mg} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{MgO}</math></p> <p>10 ( ) 某金屬氧化物之化學式可用 <math>\text{V}_2\text{O}_n</math> 表示，<math>n</math> 為一正整數。若已知每莫耳 <math>\text{V}_2\text{O}_n</math> 之質量為 150，則 <math>n</math> 為下列何者？（原子量：<math>\text{V}=51</math>，<math>\text{O}=16</math>）</p> <p>(A) 8 (B) 5 (C) 4 (D) 3</p>	
個人測驗內容	<p>1 ( ) 氫氧化鉀 + 硝酸之化學反應方程式為： (A) <math>2\text{NaOH} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}</math> (B) <math>2\text{KOH} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}</math> (C) <math>\text{KOH} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{KNO}_3 + \text{H}_2\text{O}</math> (D) <math>\text{K}_2\text{OH} + \text{H}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow 2\text{KNO}_3 + \text{H}_2\text{O}</math></p> <p>2 ( ) 燃燒反應：<math>\text{C}_3\text{H}_8 + x\text{O}_2 \rightarrow y\text{CO}_2 + z\text{H}_2\text{O}</math>，若 <math>x</math>、<math>y</math>、<math>z</math> 為最簡整數比，則 <math>y+z-x</math> 為？ (A) 5 (B) 4 (C) 3 (D) 2</p> <p>3 ( ) 下列化學反應平衡式的寫法何者正確？ (A) <math>\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NaOH} + \text{H}_2 + \frac{1}{2}\text{O}_2</math> (B) <math>2\text{H}_2\text{O}_2 + \text{MnO}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2</math> (C) <math>\text{CaCO}_3 + 2\text{HCl} \rightarrow \text{CaO} + \text{Cl}_2 + \text{CO}_2</math> (D) <math>\text{Mg} + \frac{1}{2}\text{O}_2 \rightarrow \text{MgO}</math></p> <p>4 ( ) 燃燒反應：<math>\text{C}_2\text{H}_6 + x\text{O}_2 \rightarrow y\text{CO}_2 + z\text{H}_2\text{O}</math>，則： (A) <math>x=\frac{3}{2}</math>，<math>y=4</math>，<math>z=5</math> (B) <math>x=\frac{7}{2}</math>，<math>y=2</math>，<math>z=3</math> (C) <math>x=\frac{5}{2}</math>，<math>y=1</math>，<math>z=4</math> (D) <math>x=\frac{9}{2}</math>，<math>y=2</math>，<math>z=3</math></p> <p>5 ( ) <math>\text{Na}</math> 與 <math>\text{H}_2\text{O}</math> 之反應為：<math>w\text{Na} + x\text{H}_2\text{O} \rightarrow y\text{NaOH} + z\text{H}_2</math>，其中 <math>w</math>、<math>x</math>、<math>y</math>、<math>z</math> 皆表平衡方程式之係數。下列何者正確？ (A) <math>w=x</math> (B) <math>w=z</math> (C) <math>y+z=2</math> (D) <math>x+y+z=6</math></p> <p>6 ( ) 在常溫常壓下，3 公升的氫氣與 1 公升的氯氣完全作用，可產生氯化氫氣體幾公升？ (A) 4 (B) 3 (C) 2 (D) 1</p> <p>7 ( ) 下列有關大理石與鹽酸製造 <math>\text{CO}_2</math> 的實驗敘述，何者錯誤？ (A) 此反應的方程式為：<math>\text{CaCO}_3 + 2\text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2</math> (B) 可用排水集氣法收集 (C) 此 <math>\text{CO}_2</math> 氣體通入石灰水將產生混濁現象 (D) 將酚酞滴入 <math>\text{CO}_2</math> 的水溶液將呈現紅色</p> <p>8 ( ) 乾粉滅火器使用時是打開鋼瓶活塞，將乾粉用高壓的氮氣壓出噴向火源，則碳酸氫鈉遇熱分解產生下列反應：<math>x\text{NaHCO}_3 \xrightarrow{\Delta} y\text{Na}_2\text{CO}_3 + z\text{CO}_2 + w\text{H}_2\text{O}</math>，試求平衡後，反應式的係數和 (<math>x+y+z+w</math>) 為何？ (A) 4 (B) 5 (C) 6 (D) 7</p>	

內容記  
錄討論  
結果

## 【理化學習任務單 4 化學反應】

教學主題	化學計量	教學老師	張博超老師			
教學地點	國二教室	上課節數	四節			
組別/姓名	第__組	日期	3/7~3/13			
老師 教學 重點 與目 標	四、化學計量					
	化學反應式中的係數比=莫耳數比=分子數比=氣體的體積比					
	範例：將 8 克的氫氣完全燃燒，可獲得幾克的水？消耗幾克的氧氣？					
		$2\text{H}_2$	+	$\text{O}_2$	$\longrightarrow$	$2\text{H}_2\text{O}$
	係數比	2		1		2
	莫耳數比	2		1		2
	莫耳數	$\frac{8}{2} = 4 \text{ mole}$		2 mole		4 mole
	質量	8 克		$2 \times 32 = 64$ 克		$4 \times 18 =$ 72 克
						答：得到 72 克的水，消耗 64 克的氧氣
		解題技巧：【化學計量的步驟】 (1)寫出平衡的化學反應方程式。            (2)將已知條件及所求換成莫耳數。 (3)莫耳數比就是平衡係數比。 * 反應方程式是顯示已參與反應的各種物質間的關係，因此需注意反應物是否完全反應掉 (是否過量)，題目中有兩個反應物的條件時，就必須注意。				
例題 18	燃燒 1 莫耳甲烷 ( $\text{CH}_4$ ) 可生成 1 莫耳二氧化碳及 2 莫耳水。若甲烷在氧氣中完全燃燒，產生 5 莫耳二氧化碳時，則所燃燒的甲烷應有多少公克？(原子量：H=1, C=12, O=16) (A)16 (B)44 (C)80 (D)220 <b>C</b>					
例題 19	已知甲醇( $\text{CH}_3\text{OH}$ )燃燒的反應式為： $\text{CH}_3\text{OH} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ (未平衡) 如果要將 0.5 莫耳的甲醇完全燃燒用盡，則需供應多少莫耳的氧氣？ 0.75 莫耳， $2\text{CH}_3\text{OH} + 3\text{O}_2 \rightarrow 4\text{H}_2\text{O} + 2\text{CO}_2$					

例題 酒精 (C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH) 燃燒的化學反應式為：C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH + 3O<sub>2</sub> → 2CO<sub>2</sub> + 3H<sub>2</sub>O  
若有 23 公克的酒精完全燃燒，則： (原子量：C=12、H=1、O=16)

20 (1)會產生幾公克的二氧化碳？ (2)會產生幾公克的水？  
(1)二氧化碳 44 公克。(2)水 27 公克

例題 丙烷(C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>)的燃燒反應為：C<sub>3</sub>H<sub>8</sub> + O<sub>2</sub> → CO<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O (未平衡)  
如果丙烷完全燃燒後產生了 1.2×10<sup>23</sup> 個水分子，則參與反應的丙烷分子有多少莫耳？

21 0.05 莫耳， C<sub>3</sub>H<sub>8</sub> + 5O<sub>2</sub> → 3CO<sub>2</sub> + 4H<sub>2</sub>O

例題 有一未知金屬 M，大明取 1.4 g 的該金屬氧化物(MO)與適量的稀硫酸進行反應，當兩者完全反應後，將溶液蒸乾，可以得到 3.4 g 的 MSO<sub>4</sub>。附表為各元素與其原子量，推測金屬 M 下列何者？

元素	H	O	S	Mg	Ca	Fe	Cu
原子量	1	16	32	24	40	56	64

Ca

10 ( ) 下列有關甲烷 (CH<sub>4</sub>) 和水 (H<sub>2</sub>O) 的敘述，何者正確？(C=12, H=1, O=16) **D**

(A)相同質量的甲烷和水，含有相同的分子數 (B)相同莫耳數的甲烷和水，含有相同的原子數 (C)16 公克的甲烷和 18 公克的水含有相同的原子數 (D)1 莫耳的甲烷和 2 莫耳的水含有相同的氫原子數

11 ( ) 甲烷 (CH<sub>4</sub>) 與丙烷 (C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>) 在充足的氧氣下完全燃燒反應，反應式如下，其反應式皆未平衡：CH<sub>4</sub> + O<sub>2</sub> → CO<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O；C<sub>3</sub>H<sub>8</sub> + O<sub>2</sub> → CO<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O **A**

若各取 1.0 莫耳的甲烷與丙烷使其完全燃燒，則下列敘述，何者錯誤？ (A)兩氣體的質量比為 1：1 (B)燃燒所產生水蒸氣的莫耳數比為 1：2 (C)燃燒所需氧氣的莫耳數比為 2：5 (D)燃燒所產生二氧化碳的莫耳數比為 1：3

12 ( ) 鎂帶在氧氣中燃燒會產生強烈的白光，並生成氧化鎂。右表是鎂帶與氧氣完全反應 **A**

後產生的氧化鎂之關係表。若取 12 公克的鎂

鎂	6.0g	9.0g	12.0g	15.0g
氧化鎂	10.0g	15.0g	20.0g	25.0g

帶在 6 公克的氧氣中燃燒，試問可產生多少公克的氧化鎂？ (A)15 公克 (B)18 公克 (C)20 公克 (D)25 公克

13 ( ) 根據規定，汽機車駕駛人的酒測值達 0.25 mg/L 以上，也就是駕駛人 **C**

	<p>吐氣每公升所含的酒精質量達 0.25mg 以上，遭取締就會被依法開罰。已知酒精的分子量為 46，今小君的酒測值為 0.23 mg/L，則相當於小君呼出的氣體每公升含有多少莫耳的酒精？ (A) <math>5 \times 10^{-3}</math> (B) <math>2 \times 10^{-3}</math> (C) <math>5 \times 10^{-6}</math> (D) <math>2 \times 10^{-6}</math></p> <p>19 ( ) 40 公克的鎂不完全燃燒後，生成物（含未燃燒的鎂）重 62 公克，請問有多少公克氧參與燃燒？（原子量：Mg=24.3，O=16） (A) 8 (B) 11 (C) 22 (D) 25</p> <p>20 ( ) 已知一碳氧化合物的碳、氧重量比為 3：8，當 6 公克的碳完全與氧化合，生成此化合物，則其重量為多少公克？（原子量：C=12，O=16） (A) 16 (B) 22 (C) 32 (D) 64</p> <p>21 ( ) 有一反應為 <math>2A + 2B \rightarrow C + 2D</math>，若 6 公克的 A 與 8 公克的 B 完全反應，可生成 11 克的 C 和多少公克的 D？ (A) 3 (B) 7 (C) 12.5 (D) 14 公克</p> <p>22 ( ) 已知 X、Y、Z 三種不同的物質，其反應方程式為 <math>X + Y \rightarrow 2Z</math>，若 X 和 Z 物質的分子量分別為 32 和 30，則 Y 物質的分子量為下列何者？ (A) 8 (B) 16 (C) 28 (D) 36</p> <p>23 ( ) 在密閉的容器中置入 10 克的 <math>\text{Na}_2\text{CO}_3</math> 的水溶液及 20 克的 <math>\text{CaCl}_2</math> 水溶液，則反應依下列方程式進行：<math>\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CaCl}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 + 2\text{NaCl}</math> 當反應完成後，此密閉容器內，物質的總質量共有幾克？(A) 50 克 (B) 30 克 (C) 15 克 (D) 5 克</p> <p>24 ( ) 已知氣體 X 與氣體 Y，反應生成氣體 Z 的反應式為 <math>3X + Y \rightarrow 2Z</math>，若取 18 克 X 與足量的 Y 完全反應可生成 42 克 Z，今改取 16 克的 Y 與足量的 X 完全反應，可生成 Z 多少克？ (A) 28 (B) 30 (C) 34 (D) 54</p>
個人測驗內容	<p>39 ( ) 氧的原子量為 16，碳的原子量為 12，下列敘述何者正確？ (A)每個氧原子重 16 克 (C) (B)每個氧原子質量是碳原子質量的 16 倍 (C) 32 克的氧原子有 <math>1.2 \times 10^{24}</math> 個 (D) <math>6 \times 10^{24}</math> 個氧原子重 16 克</p> <p>40 ( ) 滅火器內裝有 126 公克之碳酸氫鈉，並有一瓶硫酸。遇有火警時，使硫酸和碳酸氫鈉作用生成二氧化碳，其反應式為：<math>2\text{NaHCO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{CO}_2</math>；請問碳酸氫鈉完全反應，可產生多少莫耳之二氧化碳？（原子量：C=12，Na=23，O=16，S=32，H=1） (A) 1.5 (B) 2.0 (C) 2.5 (D) 3.0 A</p> <p>41 ( ) 相同溫度及壓力下，3 公升的氧氣與 3 公升的氮氣完全反應後，可生成多少公升 <math>\text{N}_2\text{O}_2</math> 氣體？ (A) 1 (B) 3 (C) 6 (D) 9 B</p> <p>42 ( ) 氫和氮化合成氨，一莫耳的氫可以生成多少莫耳氨？ (A) <math>\frac{1}{3}</math> (B) <math>\frac{2}{3}</math> (C) <math>\frac{3}{2}</math> (D) 3 B</p> <p>43 ( ) 潔淨的鎂帶 2.43 公克，放置在未加蓋的坩堝中加熱至完全呈白色的氧化鎂，請問可得若干公克的氧化鎂？（Mg=24.3，O=16） (A) 4.03 (B) 8.06 (C) 2.82 (D) 5.63 A</p>

	<p>44 ( ) 酯化反應：<math>\text{CH}_3\text{COOH} + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5 + \text{H}_2\text{O}</math>。設乙酸 30 公克與乙醇 46 公克在濃硫酸催化及加熱下，若完全反應，則理論上可得乙酸乙酯多少克？（原子量：H=1，C=12，O=16） (A) 30 (B) 44 (C) 76 (D) 88 <span style="float: right;">B</span></p> <p>45 ( ) 根據反應式：<math>a \text{KI} + b \text{Pb}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow c \text{PbI}_2 + d \text{KNO}_3</math>，下列何者正確？（原子量：K=39，I=127，N=14，O=16，Pb=207） (A) 166.0 公克的碘化鉀與足量的硝酸鉛作用，可以生成 230.5 公克碘化鉛沉澱 (B) 166.0 公克的碘化鉀與足量的硝酸鉛作用，可以生成 461.0 公克碘化鉛沉澱 (C) 2 莫耳碘化鉀能得到 2 莫耳碘化鉛 (D) <math>a+b+c+d=8</math> <span style="float: right;">A</span></p>
<p>內容 記錄 討論 結果</p>	

## 【 理化學習任務單 5 氧化還原反應 】

教學主題	氧化還原定義與反應 氧化劑與還原劑	教學老師	張博超老師
教學地點	國二教室	上課節數	四節
組別/姓名	第__組	日期	3/14~3/20

老師教學重點與目標

例題 1 下列何者不是氧化反應？ (A)鐵的生鏽 (B)鎂的燃燒 (C)氧化鈉溶於水 (D)碳的燃燒

C

例題 2 小安取鈉、鋅、銅三種金屬元素任意標示為甲、乙、丙並進行實驗，如右圖所示。根據小安實驗的流程及觀察的結果，下列敘述何者正確？

(A)甲為銅，乙為鈉，丙為鋅

(B)甲為鋅，乙為銅，丙為鈉

(C)甲為銅，乙為鋅，丙為鈉

(D)甲為鋅，乙為鈉，丙為銅

甲  
乙  
丙

各取少量分別加入10mL水

→ 甲、乙沒有反應  
→ 丙產生氣體

各加入1.0M鹽酸1.0mL

→ 甲沒有反應  
→ 乙產生氣體

C

例題 3 有關硫粉、紅磷、鎂帶在空氣中燃燒的實驗結果，下列敘述何者錯誤？

(A)硫粉為黃色粉末，燃燒的火焰呈藍紫色；並產生刺激性的氣體

(B)紅磷為暗紅色粉末，燃燒時火焰呈黃白色且冒白煙

(C)鎂帶外觀銀灰色，燃燒時會產生強光 (D)三者氧化物溶於水，皆呈酸性

D

例題 4 已知元素對氧的活性大小為：鋁>碳>鋅>銅>金；則氧化銅與下列何種物質共熱不會發生反應？ (A)鋁 (B)碳 (C)鋅 (D)金

D

例 下列何者不是氧化還原反應？ (A) $Mg + ZnO \rightarrow Zn + MgO$  (B) $6CO_2 + 6H_2O \rightarrow C_6H_{12}O_6$

題 +6O<sub>2</sub>  
 5 (C)Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>+CaCl<sub>2</sub>→2NaCl+CaCO<sub>3</sub> (D)C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub>+6O<sub>2</sub>→6CO<sub>2</sub>+6H<sub>2</sub>O

C

例 下列何者不是氧化還原反應?  
 題 (A)C+2CuO→2Cu+CO<sub>2</sub> (B)H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>+2NaOH→Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>+2H<sub>2</sub>O  
 6 (C)2Cu+O<sub>2</sub>→2CuO (D)Mg+ZnO→Zn+MgO

B

例 金屬 X 的氧化物 XO 與金屬 M 在隔絕空氣的條件下混合加熱，反應如下，有關此反應  
 題 的敘述

7 何者正確？  $M + XO \xrightarrow{\text{加熱}} MO + X$   
 (A)X 被氧化，M 被還原 (B)XO 被氧化，M 被還原 (C)對氧的活性：X>M  
 (D)此反應中 XO 為氧化劑

D

例 下列各項中，何者是一種氧化劑的特性?

題 (A)它一定含有氧 (B)它經常和其他物質，發生劇烈的反應  
 8 (C)它經常放出電子 (D)它在一般氧化還原反應中經常被還原

D

例 設以 X、Y、Z 代表三種金屬元素，並以 XO、YO、ZO 代表它們的  
 題 氧化物

9 兩兩進行實驗的結果如右，則此三種元素對氧的活性大小順序為  
 何？

X + YO → XO
+ Y
Z + YO → 無
作用

X>Y>Z

- 氧化還原學習任務與討論
- ( ) 下列何者為氧化還原反應？ (A) C+2CuO → 2Cu+CO<sub>2</sub> (B) CaCO<sub>3</sub>+2HCl → CaCl<sub>2</sub>+H<sub>2</sub>O+CO<sub>2</sub>↑ (C) H<sup>+</sup>+OH<sup>-</sup> → H<sub>2</sub>O (D) C<sub>4</sub>H<sub>9</sub>OH+CH<sub>3</sub>COOH → CH<sub>3</sub>COOC<sub>4</sub>H<sub>9</sub>+H<sub>2</sub>O
  - ( ) 下列哪一項反應過程，必須加入還原劑？（註：各式中僅列出部分反應，未平衡）  
 (A) Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> → Fe (B) Cu → CuO (C) CO → CO<sub>2</sub> (D) C → CO<sub>2</sub>
  - ( ) 將下列各組混合物加熱，預測哪些不能發生氧化還原反應？(甲) Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 和 Cu；(乙) Cu 和 Al；(丙) Al 和 CuO；(丁) Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 和 CuO (A)甲 (B)乙丙 (C)甲乙丁 (D)乙丁
  - ( ) 下列哪一種氧化物易溶於水？ (A)氧化鈉 (B)氧化銅 (C)氧化鐵 (D)二氧化錳
  - ( ) 下列反應物加熱後，哪一項不可能發生氧化還原反應？  
 (A)鎂加氧化銅 (B)碳加氧化鐵 (C)碳加氧化鎂 (D)碳加氧化鉛
  - ( ) 下列何者不屬於氧化反應？ (A)蠟燭燃燒 (B)鐵生鏽 (C)生物體內的呼吸作用

(D)植物的光合作用

- 7 ( ) 實驗室中通常把鈉貯藏於石油中，下列何者與此無關？ (A)鈉的密度比石油大，可沉入石油中 (B)在石油中可隔絕氧氣 (C)石油不會與鈉反應 (D)鈉沾石油後，較易燃燒
- 8 ( ) 利用下列哪種實驗可以探討金屬對氧的活性大小？ (A)觀察金屬表面的光澤 (B)敲擊試驗金屬的硬度 (C)金屬氧化物水溶液的酸鹼性 (D)金屬燃燒的難易
- 9 ( ) 下列何者在空氣中表面生成緻密的氧化物，可以防止內部進一步被氧化？ (A)鎂 (B)鋅 (C)鐵 (D)鉑
- 10 ( ) 鋅粉燃燒時，火焰呈何色？ (A)黃綠色 (B)紅色 (C)藍色 (D)白色
- 11 ( ) 鈉、鋅、銅在空氣中燃燒後，其產物溶解於水中，何者可使石蕊試紙呈現藍色？ (A)銅、鋅 (B)鈉、鋅 (C)鈉、鋅、銅 (D)鈉
- 12 ( ) 下列各種金屬在火焰中加熱，何種金屬不會燃燒？ (A)鈉 (B)鎂 (C)鋅 (D)銅
- 13 ( ) 將鈉放在燃燒匙中，並用酒精燈的火焰加熱，使鈉在空氣中燃燒，最後再將其氧化物溶於水，則下列有關實驗結果的描述，何者正確？ (A)鈉不易在空氣中起火燃燒 (B)燃燒的火焰呈綠色 (C)鈉的氧化物水溶液可使石蕊試紙呈藍色 (D)鈉的氧化物水溶液會和貝殼反應，產生氣泡
- 14 ( ) 俗話說：「真金不怕火煉」，是因為金的哪種特性？ (A)世界礦產區多，產量豐富 (B)金的活性很小，在高溫下也不易與其他物質反應 (C)是一種導電與導熱性良好的金屬 (D)金富延展性，可以抽成細絲或壓成金箔
- 15 ( ) 銅和鉛都不易燃燒，要比較銅和鉛活性大小，下列方法何者最好？ (A)銅粉和鉛粉互相混合後共同加熱 (B)氧化銅和氧化鉛互相混合後共同加熱 (C)以鎂帶分別和氧化銅、氧化鉛混合後共同加熱 (D)以鉛粉和氧化銅互相混合後共同加熱
- 16 ( ) 將甲、乙、丙三種金屬分別與氮、氧兩種氣體在相同的條件下反應，其結果如表所示，請問下列敘述何者正確？

	甲	乙	丙
氮	沒有反應	沒有反應	沒有反應
氧	劇烈燃燒	不易燃燒	表面變黑

(A)氮的活性比氧大

(B)三種金屬活性大小為乙 > 甲 > 丙

(C)所有反應中甲與氧作用最劇烈

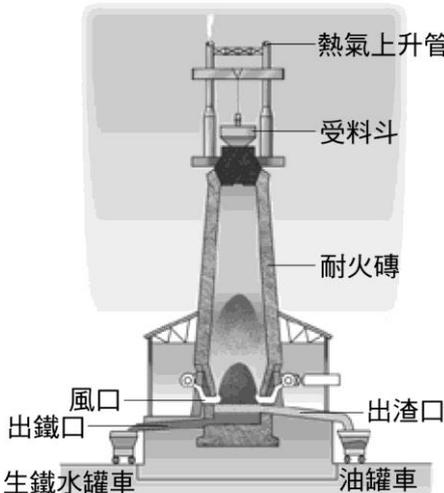
(D)甲、乙、丙和氮氣沒有作用，是反應溫度不夠高的緣故

個人測驗內容

- 17 ( ) 把點燃的鎂帶放進二氧化碳的集氣瓶中，發現鎂帶繼續燃燒，反應後，瓶壁上有黑色斑點附著。試問下列敘述，哪一項是錯誤的？ (A)瓶壁上黑色斑點為碳粒 (B)此反應的反應式為： $2\text{Mg} + \text{CO}_2 \rightarrow 2\text{MgO} + \text{C}$  (C)在這反應中鎂為氧化劑 (D)儲存鎂粉的倉庫失火時，不宜用二氧化碳滅火器來滅火
- 18 ( ) X、Y、Z 三種金屬元素在氧氣中燃燒的情形為：Y 最容易燃燒，X 較不易燃燒，Z 最不易燃燒；以 XO、YO、ZO 代表三種金屬的氧化物，若將下列各組混合物加熱，哪一組會發生氧化還原反應？ (A)Y 和 XO (B)X 和 YO (C)Z 和 XO (D)Z 和 YO

- 19 ( ) 已知元素對氧的活性大小為  $Mg > Zn > Pb > Cu$ ，則下列哪一組經加熱後會發生氧化還原反應？ (A)  $Zn + MgO$  (B)  $Pb + ZnO$  (C)  $Cu + PbO$  (D)  $Zn + CuO$
- 20 ( ) 下列哪一反應不是氧化還原反應？ (A)  $H_2 + PbO \rightarrow Pb + H_2O$   
(B)  $2Mg + CO_2 \rightarrow C + 2MgO$  (C)  $Mg + CuO \rightarrow Cu + MgO$  (D)  $NH_3 + Cl \rightarrow NH_4Cl$
- 21 ( ) 已知元素對氧的活性大小為鈉  $>$  鎂  $>$  鋅  $>$  銅，則氧化鎂、氧化鈉、氧化鋅、氧化銅四者中，何者最不安定？ (A) 氧化鎂 (B) 氧化鈉 (C) 氧化鋅 (D) 氧化銅
- 22 ( ) 下列敘述何者正確？ (A) 對氧活性大的元素可做還原劑 (B) 對氧活性小的元素可做還原劑 (C) 對氧活性大的元素，其氧化物可做還原劑 (D) 對氧活性小的元素，其氧化物可做氧化劑
- 23 ( ) 下列何者是硫粉燃燒的過程？ (A) 黃色的硫粉 + 氧  $\xrightarrow{\text{紅色火焰}}$  二氧化硫 (固體)  
(B) 白色的硫粉 + 氧  $\xrightarrow{\text{藍色火焰}}$  二氧化硫 (氣體)  
(C) 黃色的硫粉 + 氧  $\xrightarrow{\text{黃色火焰}}$  二氧化硫 (氣體)  
(D) 黃色的硫粉 + 氧  $\xrightarrow{\text{藍色火焰}}$  二氧化硫 (氣體)
- 24 ( ) 下列哪一種金屬的延展性最佳？ (A) 金 (B) 銀 (C) 銅 (D) 鋁
- 25 ( ) 下列有關常用金屬的敘述，何者錯誤？ (A) 銅的導電性僅次於銀 (B) 銀的溴化物為照相底片的感光材料 (C) 金的延展性為金屬中最好的 (D) 鋁為灰白色金屬，質硬難熔，其熔點是金屬中最高的
- 26 ( ) 關於金、銀、銅三種金屬的比較，何者正確？ (A) 導電性最好的是金 (B) 延展性最好的是銀 (C) 電線主要的材料是銅 (D) 價格以銀最貴，銅最便宜
- 27 ( ) 有關金的敘述何者錯誤？ (A) 延展性在金屬中居首位 (B) 活性很小，常用於鑄造錢幣、飾物 (C) 不與酸鹼產生反應 (D) 硬度大，是一種金黃色金屬

## 【 理化學習任務單 6 氧化還原反應 】

教學主題	氧化還原定義與反應氧化劑與還原劑	教學老師	張博超老師
教學地點	國二教室	上課節數	四節
組別/姓名	第__組	日期	3/21~3/27
老師教學重點與目標	<p>例題 17 附圖為工業上煉鐵的高爐裝置。試回答下列問題：</p>  <p>(1) 在高爐中，鐵主要是經由下面的反應生成：<math>\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{CO} \rightarrow 2\text{Fe} + 3\text{CO}_2</math>， 請問反應式中何者為還原劑？ (A) <math>\text{Fe}_2\text{O}_3</math> (B) <math>\text{CO}</math> (C) <math>\text{Fe}</math> (D) <math>\text{CO}_2</math></p> <p>(2) 將鐵礦、灰石與煤焦置於高爐中煉鐵，下列敘述何者錯誤？ (A) 煤焦的主要成分就是碳 (B) 高爐中的煤焦在空氣不足下燃燒會產生二氧化碳 (C) 由灰石生成之氧化鈣，可與鐵礦中之泥沙作用生成熔渣 (D) 熔渣可防止生成之鐵再被氧化</p> <p>(1) B；(2) B</p>		
例題	<p>赤鐵礦製鐵的過程中，涉及(甲) <math>\text{C} + \text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Fe} + \text{CO}</math>； (乙) <math>\text{CO} + \text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Fe} + \text{CO}_2</math>，兩個反應</p>		

- 18 (未平衡)。若甲反應中產生的一氧化碳均會用於乙反應，如果欲得到 28 公斤的鐵。  
試回答下列問題：(煉鐵的總反應式： $2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{C} \rightarrow 4\text{Fe} + 3\text{CO}_2$ )
- (1) 甲、乙平衡後的係數總和為： (A) 18 (B) 19 (C) 13 (D) 20
- (2) 需要純度 60% 的煤焦多少公斤？ (A) 3 (B) 4.5 (C) 7.5 (D) 2.7
- (3) 在製鐵的總反應中煤焦進行什麼反應？煤焦本身又是？  
(A) 氧化；催化劑 (B) 還原；氧化劑 (C) 還原；還原劑  
(D) 氧化；還原劑
- (1)A；(2)C；(3)D

- 例題  
19 一般的漂白劑可分為三種：氧化型漂白劑、還原型漂白劑和結合型漂白劑。
- 氧化型漂白劑：雙氧水 ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) 或漂白水 (次氯酸鈉,  $\text{NaOCl}$ ) 均可與物體發生反應，使物體氧化，進而改變物體的顏色。
- 還原型漂白劑：二氧化硫 ( $\text{SO}_2$ ) 與碘液 ( $\text{I}_2$ )，反應式為  $\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{I}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{HI}$ ，可使碘還原，故可改變碘液的顏色。
- 結合型漂白劑：二氧化硫 ( $\text{SO}_2$ ) 會與物體結合，或二氧化硫 ( $\text{SO}_2$ ) 先與水反應變成亞硫酸 ( $\text{H}_2\text{SO}_3$ ) 後再與物體結合變成無色的物質，但此無色物質見光遇熱易分解，從而使有色物質恢復顏色。例如以二氧化硫燻過的草帽或竹筴或紙張，用久後會回復原來的顏色。
- ( ) (1)  $\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{I}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{HI}$ ，上述反應中何者為氧化劑，何者為還原劑？  
(A)  $\text{SO}_2$  為氧化劑， $\text{I}_2$  為還原劑 (B)  $\text{SO}_2$  為氧化劑， $\text{H}_2\text{O}$  為還原劑  
(C)  $\text{I}_2$  為氧化劑， $\text{SO}_2$  為還原劑 (D)  $\text{H}_2\text{O}$  為氧化劑， $\text{SO}_2$  為還原劑
- ( ) (2) 英英戴了一頂用二氧化硫漂白過的草帽在太陽底下工作，一段時期後，草帽顏色逐漸變深，試問使用的二氧化硫是屬於哪一類型的漂白劑？  
(A) 氧化型 (B) 還原型 (C) 既非氧化型亦非還原型 (D) 既是氧化型亦是還原型

	C, C
氧化還原 學習任務 與討論	1 ( ) 煉鐵的過程中 <u>沒有</u> 下列哪一個反應發生？ (A) $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{CO} \rightarrow 2\text{Fe} + 3\text{CO}_2$ (B) $2\text{C} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{CO} + \text{熱}$ (C) $2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{C} \rightarrow 4\text{Fe} + 3\text{CO}_2$ (D) $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$
	2 ( ) 工業上煉鐵，是在高爐裡將鐵的氧化物，以下列何種物質還原？ (A)氧氣 (B)氫氣 (C)煤焦 (D)灰石
	3 ( ) 以高爐來煉鐵時，煤焦與氧化鐵之反應如右： $2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{C} \rightarrow 4\text{Fe} + 3\text{CO}_2$ ，式中何者為氧化劑？ (A) $\text{Fe}_2\text{O}_3$ (B) C (C) Fe (D) $\text{CO}_2$
	4 ( ) 冶煉鋼鐵時，加入灰石的作用為何？ (A)作還原劑 (B)作催化劑 (C)作氧化劑 (D)除去細砂，同時防止鐵被氧化
	5 ( ) 煤焦在高爐中的功用 <u>不包括</u> 下列何者？ (A)當作燃料，放出大量的熱 (B)當作催化劑，加速鐵礦的還原 (C)燃燒產生一氧化碳 (D)還原鐵礦中的氧化鐵
	6 ( ) 將鐵礦製成鐵，可依右列之化學反應式反應而得： $2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{C} \rightarrow 4\text{Fe} + 3\text{CO}_2$ ，則 50 公斤的氧化鐵與足量的碳反應，所產生的鐵其質量與下列何值最接近？ (原子量：Fe=56，O=16，C=12) (A) 35 公斤 (B) 70 公斤 (C) 80 公斤 (D) 100 公斤
	7 ( ) 將生鐵、熟鐵及鋼依含碳量的多寡排序，何者正確？ (A)生鐵 > 熟鐵 > 鋼 (B)生鐵 > 鋼 > 熟鐵 (C)鋼 > 生鐵 > 熟鐵 (D)鋼 > 熟鐵 > 生鐵
	8 ( ) 下列何者 <u>不是</u> 生鐵的特性？ (A)含碳量高 ((B)延展性低，質地脆硬 (C)宜鍛接 (D)適合鑄造
	9 ( ) 關於高爐煉鐵的敘述，下列何者 <u>錯誤</u> ？ (A)由高爐煉得的鐵即為生鐵 (B)熟鐵又叫鑄鐵 (C)生鐵中的雜質與碳去除後即為熟鐵 (D)鋼的含碳量介於生鐵與熟鐵之間
	10 ( ) 不鏽鋼是在鋼中加入 <u>哪些</u> 金屬製成的？ (A)銅、金 (B)鎂、碳 (C)鎳、鉻 (D)鉛、鋅
	11 ( ) 鋁製器具不易鏽蝕，原因為下列何者？ (A)鋁對氧的活性小，不易氧化 (B)鋁對氧的活性大，不易氧化 (C)鋁容易氧化但其氧化物有保護內部的作用

	<p>(D)鋁的氧化物容易被還原</p> <p>12 ( ) 地殼中含量最多的金屬元素是？ (A)鐵 (B)鋁 (C)銀 (D)金</p> <p>13 ( ) 請完整地挑出下列正確的敘述：(甲)氧化與還原反應必相伴發生、(乙)氧化與還原反應不必相伴發生、(丙)在氧化還原反應中，本身被氧化的物質叫做還原劑、(丁)在冶煉礦物時，常利用氧化劑把金屬還原出來。 (A)甲丙 (B)乙丙 (C)甲丁 (D)丙丁</p> <p>14 ( ) 以下為有關氧化還原反應：(甲)氧化與還原反應必相伴發生；(乙)在氧化還原反應中，本身被氧化的物質稱為氧化劑；(丙)在冶煉礦物時，常利用還原劑把金屬還原出來。請問下列哪些敘述是正確的？ (A)甲乙 (B)乙丙 (C)甲丙 (D)甲乙丙</p> <p>15 ( ) 以前照相時是以溴化銀當照相底片的材料，其反應式為：<math>\text{Ag}^+ + \text{Br}^- + \text{光} \rightarrow \text{Ag} + \text{Br}</math>，接著再進行顯影與定影的兩個步驟後，即可形成底片。在定影的過程中，所用的主要原料「海波」又稱為大蘇打，即為硫代硫酸鈉。就廣義的氧化還原而言，在溴化銀與光的反應中，試問何者為氧化劑？ (A)<math>\text{Ag}^+</math> (B)<math>\text{Br}^-</math> (C)Ag (D)Br</p>
個人測驗內容	<p>18 ( ) 博物館中商代的銅器比宋、明的鐵器多，主因為下列何者？ B (A)銅器比較容易製造 (B)銅比鐵活性小、易保存 (C)鐵的活性小、較容易鏽蝕 (D)宋、明的鐵器製造比較少</p> <p>19 ( ) 若欲清除燃燒匙上的產物，應使用下列何種方法？ A (A)用稀鹽酸清洗後再用刮勺刮除 (B)浸在水中一段時間後再用刮勺刮除 (C)用硫酸銅清洗後再用刮勺刮除 (D)直接以熱水煮沸即可</p> <p>20 ( ) 將下列四種氧化物加入水中攪拌後，分別以藍色及紅色石蕊試紙測試其酸鹼性，試問哪一個氧化物將使得兩張石蕊試紙都<u>不變色</u>？ C (A)二氧化碳 (B)氧化鎂 (C)氧化銅 (D)二氧化硫</p> <p>21 ( ) 有關硫粉在空氣中燃燒的結果，下列何者<u>錯誤</u>？ C (A)火焰呈藍紫色 (B)硫的燃燒生成物是 <math>\text{SO}_2</math> (C)硫的燃燒生成物溶於水生成 <math>\text{H}_2\text{SO}_4</math> (D)硫的燃燒生成物溶於水可使廣用試紙呈紅色</p> <p>22 ( ) 為注重健康，現在市面上的泡麵都不再添加人工防腐劑，而改用維生素 E 作為抗氧化劑。維生素 E 在泡麵中的作用為下列何者？ B (A)催化劑 (B)還原劑 (C)氧化劑 (D)漂白劑</p> <p>23 ( ) 將鋅粉在燃燒匙內用酒精燈加熱，其結果為何？ C (A)加熱一段時間後就能一直燒下去 (B)無法起火燃燒 (C)燃燒時隨時要用針撥開表面才能繼續燃燒 (D)立即起火燃燒</p> <p>24 ( ) 已知甲、乙、丙三種金屬，甲在空氣中會慢慢鏽蝕，乙在空氣中加 B</p>

	<p>熱後仍保持原金屬光澤，丙需保存在石油中以防止氧化。則三者活性大小為下列何者？ (A)甲&gt;乙&gt;丙 (B)丙&gt;甲&gt;乙 (C)乙&gt;丙&gt;甲 (D)丙&gt;乙&gt;甲</p> <p>25 ( ) 已知對氧活性大小為：鎂&gt;鋅&gt;銅，則下列哪一組的混合物，加熱後可發生反應？ (A)鋅和氧化銅 (B)鋅和氧化鎂 (C)銅和氧化鎂 (D)銅和氧化鋅</p> <p>26 ( ) 氧化時會在表面生成一層緻密的氧化層，可防止內部金屬繼續被氧化，是下列哪一組金屬？ (A)鈉、鉀 (B)鎂、鈣 (C)鋁、鋅 (D)銅、錫</p> <p>27 ( ) 根據歷史記載，人類利用銅器早於鐵器，但在博物館中所保存的古物中，往往銅器多於鐵器，這可能與銅和鐵的下列何種性質有關？ (A)硬度及熔點 (B)顏色及延性、展性 (C)重量及導熱、導電性 (D)活性及表面生成物的性質</p> <p>28 ( ) 所謂「真金不怕火煉」，所指的意思是下列何者？ (A)金與火的顏色相同 (B)金密度大，無法燃燒 (C)金的活性極小，不易氧化 (D)金再怎樣加熱都不會熔</p>
<p>氧化還原 內容記錄 討論結果</p>	