

偏遠國中趣味實驗課程之研發(第二年)

楊明獻

苗栗縣立大湖國民中學教務主任

苗栗縣國教輔導團自然科輔導員

壹、前言

一、研究動機：

自從九年一貫實行以來，我們常聽到家長及學校老師抱怨，教材越教越多，學生程度越來越差，真不知道該怎麼辦才好，很多父母親索性將小孩送到補習班補習，然而無趣的教材只是讓絕大多數的學生望之生畏，或者只是把它當成一門考試的科目而已，在學生的內心並不喜歡這樣的科目，更遑論會在生活中應用所學的科學常識，我們發現了這樣的問題出在課程教材上。自從教科書開放後，重視學校本位、教師專業自主、課程彈性外，最重要的是由以往的單一科目改變為「領域教學」，因此教師的教學方式都必須因應時代的進步而有所調整，教師已經不能再以傳統的教學方式教育新一代的學子，陳美玉(1997)指出一個因應多元社會的專業教師，應是能靈活轉換教學策略並對學習者的學習條件掌握得宜者。其中理化課程的科學教育長期以來一直是我國相當重視的教育環節，臺灣學生參加世界級的科學競賽能有出色的表現，皆與我國長期注入心血有關，然而從近來的學測成績及教學狀況中發現，學生對理化科學習意願低落、學習成效不彰，有鑑於此，研究者認為欲

提昇學生對理化科的學習成效，必須使學習者能有興趣地主動參與學習過程(Coker & White，1993)，故以趣味科學實驗的教學方式，增進學生的學習興趣及意願，進而從實驗當中闡述高深的科學原理，讓學生易於體會科學意涵，如此一來，學生便不會恐懼學習理化課程，亦能提升學生創造思考的能力。本研究將以偏遠學生為對象，研究一套兼具趣味性的實驗課程，透過落實在教學現場的方式，期待讓理化課程跨向一個新的里程，走出正規的課堂教學，以一種寓教於樂的方式，讓學生在遊戲中也能學生到科學原理，讓學生體會甚麼是「生活中的科學」。

二、研究背景與目的：

(一)研究計畫背景：

苗栗縣教育資源不如都市地區，缺乏大型科學博物館，對該縣的學生在科學的認識及學習上遠不如其它都會地區的學童，加上大湖地區地屬偏遠，若要父母親帶學生至其它縣市參觀，得視父母親的經濟狀況決定，故大湖地區學生對科學的認知大多來自老師的課堂教育，老師受限於課程壓力及升學，給予學生的科學常識顯得呆板而無趣，所以發展偏遠學校的趣味科學課程不容緩，不僅可以培養學生的對科學的興趣，並增廣學生對科學的視野，讓學生從生活中發現科學、發揮創意，更可以拉近城鄉間的學習差距。

(二)目前現況：

- 1.課程方面：學校發展科學社團已有五年的時間，並於 95~102 年辦理校內科學競賽，目前成效不錯，99 年更獲得教育部教學卓越金質獎。近年皆依賴中小學科學計畫的補助，方能對偏遠學校科學教育作有效且持續地推廣。

2.學校難題：學校開辦科學社團或科學活動最大的難題在於經費問題。經費方面，學校目前無自籌經費之能力，必須仰賴計畫全額補助，才足以支應科學社團及科學競賽的開銷，學校資源貧乏使得教師對科學課程的研發更加困難，故筆者申辦此計畫。

(三)計畫目的：

- 1.開發適合大湖國中學生的趣味科學課程。
- 2.了解趣味科學課程對學生科學態度之影響。

貳、文獻探討

科學教育長期以來一直是我國相當重視的教育環節，臺灣學生參加世界級的科學競賽能有出色的表現，歸功於我國對各級教育階段之科學教育及活動投注不少心血，而科學教育中最重要的便是科學實驗活動，科學實驗教學是學校科學教育中不可或缺的一環(許榮富、趙金祁，1988；Layton，1990；Tobin，1990)。

科學實驗的目的在於透過實驗的過程讓學生體會科學建構與驗證過程，而能培養科學興趣、態度及學習科學方法(金佳龍，1997)，並協助學生理解科學理論與定律，透過實驗去探所自然界的科學奧妙(Fensham，1988；Layton，1990；Wellington，1994)。國內教育學者許榮富、趙金祁(1988)的研究指出科學實驗的目標在於培養科學的態度、理解科學的本質、發展認知能力、建立科學概念、發展科學技能，故由上述可知，科學實驗並非科學教育的部份或附屬，科學實驗是科學教育的核心(Tamir，

1989)。我國國民中小學的「自然與生活科技」學習領域便是屬於物質科學，也是中小學階段實施科學教育的一門課程，它必須透過實驗教學或實驗活動讓學生對學習的科學理論或定律加以佐證(McCormack & Yager, 1989)，以豐富學生科學知識及建立科學素養。Tamir(1989)及 Solomon(1980)的研究指出科學課程最獨特之處在於實驗課程，教育部(2000)在國民中小學課程綱要中提及教學的方法得以實驗實作的方式，培養探究的能力、進行分工合作的學習，以獲得科學智能達成課程目標為原則，故科學實驗課程在國民中小學的「自然與生活科技」學習領域課程教材中有其存在的必要性。而學校在正式課程之外，安排非正式的科學實驗課程不但可增進學生對科學實驗的興趣，更可輔助學生對課堂上自然科課程的學習，發展學生對科學創意，故發展趣味科學實驗課程是學校提升學生對「自然與生活科技」課程學習興趣最可行的作法。

關於「趣味科學」國內外學者並無統一、適當的名詞解釋。學者羅芳晷(1997)曾提出他的看法：「以趣味性的設計，多人參與競賽，可鼓舞或激發研究興趣，以做中學的方式達成實驗教學目標」。而另一學者葉富源(2003)則指出：趣味科學乃是「以生活的簡單題材，在生活化、趣味化、安全、操作簡單、有實質的意義及容易成功的原則下，所設計讓參與者能親自操作，並藉由活動過程引起科學興趣，獲得科學知識的科學活動」。本研究所謂的「趣味科學」活動是指以科學遊戲、科學玩具製作、或是以趣味性方式進行科學學習之活動。

陳忠照(2003)、陳惠芬(2000)、張淑慧(2003)、許義宗(1981)、鄧文華(1995)等學者都曾對趣味科學下過定義：(一)材料是生活化的，是隨手可得的，並且是以簡單易學、操作容易的素材為主。(二)是透過趣味化、遊戲化的方式並依據科

學原理來輔助兒童學習科學。(三)不論是過程、知識本質或者是技能，其學習目的都是為了培養基本的科學素養。

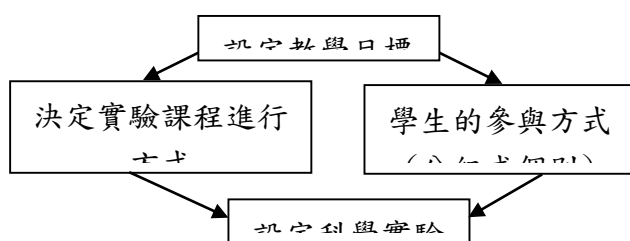
從國內外的研究顯示，將趣味科學課程應用於自然科的教學有助於提高學生的思考能力及創造力(Trollinger, 1977)，學生透過參與趣味科學課程的過程能夠了解科學的原理知識。鄧文華(1995)則指出趣味科學通常是先有一個想法，並努力為這個想法找一個答案。陳惠芬(2000)則認為趣味科學便是一種寓教於樂教學方式，同學可從遊戲中體會科學原理。郭騰元(2000)則強調趣味科學的重點在於製作的過程中，對學生所產生的思考行為。所以對不同年齡層的學童，應設計不同的趣味科學課程，最好材料取得容易、製作方法簡單、科學原理易懂，且易於改進及創新。由上述的研究得知，趣味科學課程具有特殊的教育功能，可以跨多元學科的學習，可以結合不同課程的需求，可以在過程中鼓勵學生進行學習，可以增加知識並強化思考智能，故趣味科學在學校的理化課程中佔有相當重要的地位，所以現今教育環境已不容許教師仍只有使用傳統的教學方式，趣味科學融入課程教學是可以讓師生互動良好、消彌課程壓力的教學方法，故趣味科學課程的設計便顯得相當的重要。

趣味科學實驗與科學實驗最大的不同點，在於趣味科學實驗並不像一般課本實驗那樣在意操作過程的嚴謹度，同時也不必過度強調所謂的次序性與明確的實驗步驟、及充滿數據的實驗結果。趣味科學是將科學活動與遊戲化、趣味化，利用生活中隨手可得的材料進行活動，讓學童從富含科學寓意的活動中，體會科學原理，體認科學就在我們的身邊。若想將趣味科學變為教學課程的一部份，必須要把握的重要原則便是必須有讓學生「動腦筋」的機會，即掌握主動探究或解決問題的原則，而不只是玩一

玩就結束教學活動，否則玩樂的教育意義便大幅降低。在趣味科學的活動中課程扮演極重要的角色，九年一貫課程需要教師能充分發揮主動學習與思考的精神，成為一個教學課程的設計與轉化者、潛在課程的發現者、懸缺課程的彌補者（許良榮，2004）。

學者指出，科學必須強調「動手把一件事情做好」的重要性。現今的學生都很聰明，書也讀得不少，但是多半缺乏動手做好一件事的歷練。學校裡的考試太多，學生要日以繼夜的準備，雖然學校也安排了科學實驗課程，但往往是把實驗課本當食譜，一個口令一個動作，相當無趣(此外，實驗課程本身也設計得相當乏味，與生活脫節)。因此，身為教育工作者的我們應該要知道：唯有實作的、生動有趣的學習，才是具體獲得知識的最佳方法；唯有經過理解的知識，才能成為帶得走的能力。

市面上的趣味科學遊戲叢書甚多，許多的科學遊戲只是單純地教學生做出成品或觀察現象，比較適合國小學童教學使用；亦有許多的科學遊戲單純作為競賽之用，如：迴旋標、紙飛機等，學生只知道如何贏得比賽卻未必能夠了解競賽內容的科學原理，甚至有些科學原理遠超過國中的教學範圍(如：白努力原理)；有些科學遊戲則是未經過設計，無法引導學生對科學原理提出探討，因此，大部份的科學實驗未必適合用於國中理化科的教學上，故仍須由教學現場的國中自然科教師設計一套適合國中教學的科學實驗，本研究則是採用 Coble and Hounshell(1982)的科學遊戲設計流程進行設計(圖一)，以期能設計符合教學需求的遊戲。



圖一、本研究趣味科學課程設計(Coble & Hounshell , 1982)

參、研究方法

本研究主要目的在於設計趣味科學實驗課程，融入於理化課程的教學之中，以解決未來十二年國教後教師在教學上面臨的問題，進而提昇學生的學習興趣。研究者首先分析理化課程中可進行那些科學實驗，而這些科學實驗如何增加趣味化、競賽化，且如何融入現行的理化課程之中。挑選可實施的理化單元後，再進行實驗的設計與改良，並運用於課程教學之中，以達到教學的目標。研究者以「計畫→行動→觀察→反省→修正」等五大步驟不斷地循環，以改進科學實驗設計及教學方法，並整理學生對此教學改進的回饋資料及研究者的反省改進資料，最後根據資料作出歸納分析。

一、研究設計與研究對象

因國中課程皆有進度壓力，且大部份的家長及老師未必能接受班級學生成為教學實驗的一部份，況乎理化是學測重要的考試科目，長達一年進行班級實驗研究將受到莫大的反彈，而且研究結果未必然能夠大幅提高學生的成績，故研究者為確保計畫能夠順利進行，故選定筆者任教的班級，並事先與家長溝通，再將國中理化課程中欲實施教學的內容設計成合適的趣味實驗，實驗的內容會依照不同的教學方式進行設計，以配合該單元的特性。本研究期間會進行學生晤談及學生問卷，而研究者則藉由所收集的資料，刺激研究者反省以進行下一步的教學動作，以瞭解學生的學習感受及成效。

二、研究者的背景與角色

研究者任教的科目以理化科為主，研究者發現現今的學生對學習的意願低落、課堂的注意力不集中，加上學生本身的素質及學習基礎不佳，教師在教學上有相當大的挫折感。研究者認為教學方式的改變有助於活化教室的學習氣氛，透過「寓教於樂」

三、研究工具與步驟

(一)配合教學目標選定適當的教學單元。

(二)依據 Coble and Hounshell(1982)「趣味科學實驗」流程設計實驗。

(三)選擇與設計科學實驗融入理化科的教學之中。

(四)透過資料收集與分析，反省並修正教學。

(五)將修正後的實驗再次融入教學之中，並不斷地檢討該實驗的適當性。



圖二、本研究架構及流程圖

四、研究訪談與問卷調查

- (一)選定訪談對象，研究者以立意抽樣方式選定各組 1~2 位學生，進行本研究的訪談。
- (二)根據本研究的目的，擬定幾項研究的重點進行訪談，包括：受訪學生對趣味科學實驗的看法、趣味實驗課程設計及單元安排是否適當的看法、趣味實驗課程是否能增進學生的學習態度等。
- (三)進行訪談的過程中，為了對研究主題深入的探討，研究者應要求受訪者提出完整且具體的說明，以利研究者詳實記載。
- (四)研究者可依訪談結果進行分析討論，並歸納所有受訪者的看法之異同之處，作出結論，討論結果可作為問卷調查的參考依據。
- (五)本研究問卷採用宋秀芬(2008)的科學態度量表(信度係數 Cronbach α =0.9353)為問卷基礎，對研究對象進行問卷調查，以「科學態度量表」前測、後測施測結果，加以數據處理分析，以求量化之資料，而獲得主要的研究結果。為求具體數據，採用量化研究為主，質性研究為輔，故並配合教學流程中訪談等資料收集，以作為質性之資料來源，並藉此了解學生科學態度的轉變。

(六)研究者以參與研究之學生為問卷調查對象，預計發出 30 份問卷。將回收完成的問卷依學號別進行分類整理編碼，本研究以統計套裝軟體 SPSS 10.0 版進行問卷資料之統計分析，問卷題目採 Likert 五等量表，分為五個等距，1~5 分單級計分，1 代表「非常不同意」、2 代表「不同意」、3 代表「普通」、4 代表「同意」、5 代表「非常同意」，依分數統計結果，進行描述性統計分析。

五、趣味科學實驗設計過程與資料收集分析

研究者乃是根據市面上的科學叢書、科學研習月刊、輔導團研習手冊等參考文獻，並配合課程單元之教學目標，加以編修設計趣味科學實驗，將它融入教學單元之中。研究者對趣味科學實驗的設計與選定原則是依據單元的相關性進行融入：(一)從原本教科書中的實驗進行改編設計，(二)從教科書中所提及的原理概念，進行創新設計。所以，本研究所設計的趣味科學實驗盡可能與課程單元有高度相關性，以免實驗與課程產生學習上的落差，並兼顧趣味性與實用性。本研究在進行趣味科學實驗過程中不斷地收集及分析資料，以作為下一步修正行動的參考，本研究所收集的資料包括：上課實況記錄、學生訪談記錄、學生在實驗中的表現等，最後將這些資料加以編碼，並進行歸納分析及解釋資料所呈現的意義，以協助研究者修正實驗。

六、研究內容

(一)課程版本

本研究的教學內容「趣味科學課程」的設計，以本校學生目前所使用的「翰林

版」自然與生活科技的課程內容為主，以課程融入及教學目標融入為實施方法。

(二)課程單元

由於國中「自然與生活科技」課程共有六冊，其中第一、二冊實驗單元皆出自於生物課程部份，不在此次研究範圍內，故不深入討論。本研究僅針對「翰林版」國中三年級、三年級共四冊「自然與生活科技」領域教科書中實驗課程之部份進行研究開發。在二、三年級課程中，大部份的實驗單元皆出自於理化，二、三年級翰林版「自然與生活科技」理化實驗單元共有 34 個(物理有 20 個、化學有 14 個)，教學內容及對應的實驗單元如下表(一)~(三)所列，本研究預計從下列的課程單元中改進原有實驗或加入新的趣味實驗，以達到使現今的科學課程更加趣味化，使學生提升學習意願。

表一、「自然與生活科技」課程第三冊教學內容及對應的實驗單元一覽表

章節	次單元名稱	原有課程實驗
Ch1.實驗與科學概念	1-4 密度與科學概念	水的密度測量
Ch2.水和空氣	2-2 水溶液	硝酸鉀的溶解
	2-4 氧氣與二氧化碳	氧氣的性質與製造(化) 二氧化碳的性質與製造(化)
Ch3.波與聲音	3-2 聲音的形成	振動發聲
Ch4.光、影像與顏色	4-2 光的反射與面鏡	光的反射定律
	4-4 透鏡的成像	凸透鏡的成像
Ch5.溫度與熱流	5-2 熱是甚麼	加熱時間與水溫的上升

	5-3 物體受熱後溫度變化	物體受熱後溫度上升的比較
	5-4 熱量的傳送	熱傳送
Ch6.物質的基本結構	6-1 純物質與混合物	食鹽與細砂的分離
	6-2 元素與化合物	金屬元素與非金屬元素性質

表二、「自然與生活科技」課程第四冊教學內容及對應的實驗單元一覽表

章節	次單元名稱	原有課程實驗
Ch1.原子與化學反應	1-1 化學反應與質量守恆	化學反應前後的質量變化(化)
Ch2.氧化與還原	2-1 元素的活性	金屬的氧化(化)
	2-2 氧化與還原	氧化還原反應(化)
Ch3.電解質與酸鹼鹽	3-1 電解質	電解質與非電解質區分
	3-2 酸與鹼	酸與鹼的性質(化)
	3-3 酸鹼反應與鹽類	酸與鹼的化學反應(化)
Ch4.反應快慢與平衡	4-1 接觸面積濃度與反應速率	表面積、濃度與反應速率關係(化)
	4-2 溫度與反應的快慢	溫度對反應速率影響(化)
Ch5.生活中的有機	5-1 有機物與無機物	木筷的乾餾(化)
	5-3 醇、酸、酯、聚合物	酯的製造與性質(化)

物	5-4 食物、衣料與清潔劑	肥皂的製作(化)
Ch6.力、壓力、浮力	6-2 力的測量與合成	質量、重量與彈簧的形變
	6-3 摩擦力	摩擦力的存在與影響因素
	6-5 浮力	阿基米德原理

表三、「自然與生活科技」課程第五冊、第六冊教學內容及對應的實驗單元一覽表

章節	次單元名稱	原有課程實驗
Ch1.空間中的位置變化	1-3 速度的變化與加速度	位移與速度的變化
Ch2.力與運動	2-4 力的轉動效應—力矩	轉動平衡—槓桿原理
Ch3.能量—由功到熱	3-2 動能與功	運動物體亦可作功
Ch4.電流電壓與歐姆定律	4-4 歐姆定律與電阻	歐姆定律與電阻
Ch1.電流的熱及化學效應	1-4 電池	鋅銅電池(化)
	1-5 電解	水及 CuSO_4 溶液的電解(化)
Ch2.電與磁	2-2 電生磁—電流的磁效應	載流導線產生磁場
	2-4 磁生電—電磁感應	線圈內磁場變化與電流

(三)研究及發展步驟

1.確立研究章節、次單元、實驗課程。

2.收集相關資料及相關文獻，包括：市售科學叢書、科學研習月刊、輔導團研習手

冊等。

3.根據參考資料，並配合課程單元之教學目標，加以編修設計趣味科學實驗，將它融入教學單元之中。

4.完成趣味實驗設計。

5.進行試教與問卷調查、課室觀察。

6.進行課程修正。

7.本研究預計分三年時間將國中二、三年級理化課程做完整研發。

七、預定工作進度

月份 工作內容	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7
計畫核定	*											
研發趣味科學課程	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
選定研究學生前測		*										
利用班級試教		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
問卷及後測						*					*	
討論與修正			*		*		*		*		*	
撰寫成果報告											*	*

八、預期完成之工作項目、具體成果及效益：

(一)預期完成之工作項目

1.發展「趣味科學課程」約計 10 個實驗(依研發進度而定)。

- 2.完成「趣味科學課程」的試教。
- 3.完成學生的科學態度問卷的施測。
- 4.完成「趣味科學課程」的修正。
- 5.編輯「趣味科學課程」實驗成果報告成冊(第二年)，並作為第三年計畫提報之依據(預計分三年完成)。

(二)工作項目之具體成果

- 1.研發「趣味科學課程」，將每階段研發成果照片放置於學校網站上。
- 2.撰寫「趣味科學」課程教材成果報告，並將成果放置於學校網站上，或集結成冊，供後進參考。
- 3.問卷調查學生對「趣味科學課程」的反應及學習態度，並進行分析。
 - (1)針對學生進行問卷調查，探討學生對趣味科學課程的喜好與優缺點。
 - (2)針對問卷結果進行 SPSS 統計分析。
 - (3)從問卷結果改正往後的課程內容的設計方向。

(三)預期成效與評量指標

- 1.完成「趣味科學課程」的研發，約計 10 個實驗，並集結成冊。
- 2.學生對科學的學習態度獲得提昇。

肆、結果與討論

本研究主要目的在於設計趣味科學實驗課程，融入於理化課程的教學之中，以解決未來十二年國教後教師在教學上面臨的問題，進而提昇學生的學習興趣。研究者首先分析理化課程中可進行那些科學實驗，而這些科學實驗如何增加趣味化、競賽化，

且如何融入現行的理化課程之中。挑選可實施的理化單元後，再進行實驗的設計與改良，並運用於課程教學之中，以達到教學的目標，最後研究者再透過課程訪談及問卷的方式探討學生對自然科學習態度是否有所提昇，並整理學生對此教學改進的回饋資料及研究者的反省改進資料，最後根據資料作出歸納分析以做為後續趣味科學課程改良的依據。

第一節 國中理化課程之趣味科學實驗設計

本研究的教學內容「趣味科學課程」的設計，以本校學生目前所使用的「翰林版」自然與生活科技的課程內容為主，以課程融入及教學目標融入為實施方法。

由於本年度本研究試教對象為國中三年級學生，故研究課程也以國中三年級「自然與生活科技」第五冊、第六冊課本為主。本研究教學內容及對應的課本實驗單元如下表四、表五所列，本研究從下列的課程單元中改進原有實驗或加入新的趣味實驗(如表六)，以達到使現今的科學課程更加趣味化，使學生提升學習意願。

表四、「自然與生活科技」課程第五、六冊教學內容及對應的實驗單元一覽表

章節	次單元名稱	原有課程實驗
Ch1.空間中的位置變化	1-3 速度的變化與加速度	位移與速度的變化
Ch2.力與運動	2-4 力的轉動效應—力矩	轉動平衡—槓桿原理
Ch3.能量—由功到熱	3-2 動能與功	運動物體亦可作功

Ch4.電流電壓與歐姆定律	4-4 歐姆定律與電阻	歐姆定律與電阻
Ch1.電流的熱及化學效應	1-4 電池	鋅銅電池(化)
	1-5 電解	水及 CuSO_4 溶液的電解(化)
Ch2.電與磁	2-2 電生磁—電流的磁效應	載流導線產生磁場
	2-4 磁生電—電磁感應	線圈內磁場變化與電流

表五、「自然與生活科技」課程第五、六冊已完成設計的實驗單元一覽表

冊別	章節	已完成設計的科學課程
第五冊	力與運動	跑跑卡丁車(1)、汽球火箭車(1) 甩水杯、打玩偶、抽紙鈔、抽紙牌(1)
	功與能	紙橋承重(1)、釘孤支(1)
	電壓與電流	電壓實驗(1)、電流實驗(1)、電阻實驗(1)
第六冊	電與生活	電池實驗組

一、跑跑卡丁車

(一)適用對象：國中三年級學生

(二)融入單元：力與運動

(三)融入時間點：

在國中「力學」的課程中，讓學生最感到困惑的章節便是「牛頓第三運動定律」

與「兩力平衡」概念的迷思，二者之所以不同，是在於作用力的「對象」不同，「兩力平衡」中二作用力是作用在「相同物體」上，但是「牛頓第三運動定律」中的作用力是分別作用在「不同物體」上，所以造成「兩力平衡」的結果是物體平衡靜止，而「牛頓第三運動定律」的結果則是物體以反方向移動。教師可藉由本研究的科學實驗讓學生體驗「牛頓第三運動定律」的威力，教師也可在實驗中澄清「牛頓第三運動定律」的迷思概念，讓學生思考作用力的對象是誰？反作用力的對象又是誰？二者所承受的力量是否相同？同時也培養學生對事物的觀察力及創造力。

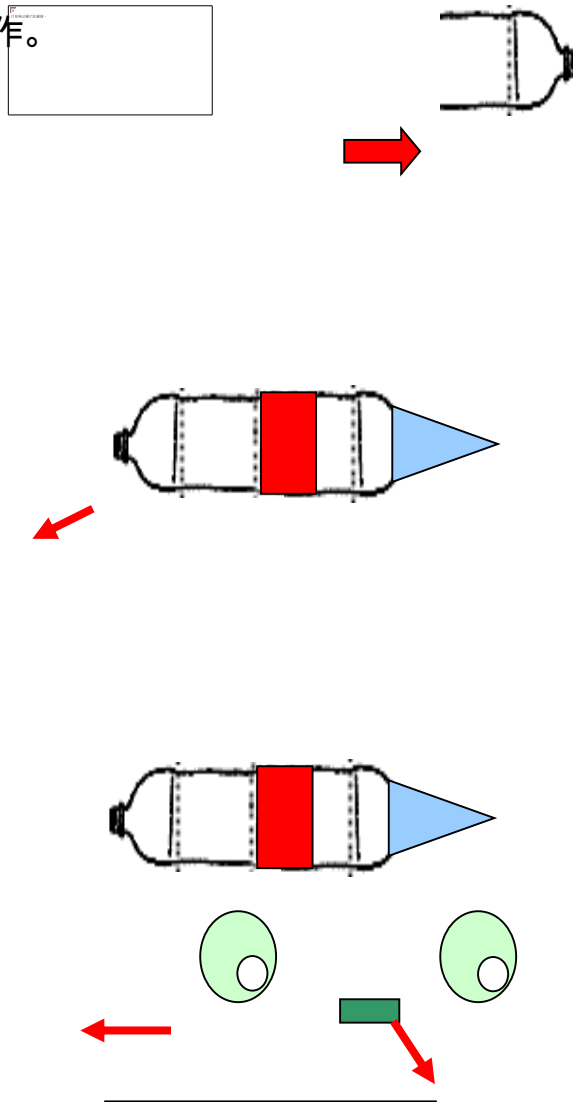
(四)教學步驟：

- 1.本實驗的教學目標是為了讓學生了解牛頓第三運動定律及作用力與反作用力在生活中的應用。
- 2.實驗的進行方式是採分組競賽式的方式，先將全班分為六組，每組四~五人，並選出一人為小組長。
- 3.教師請每組學生準備 2~3 個 600ml 保特瓶及數個瓶蓋、光碟片、筷子、吸管、竹籤、重物、膠帶、美工刀、鑽孔器及熱融膠條(槍)等物品。
- 4.教師首先講述「牛頓第三運動定律」的基本概念，並請學生利用保特瓶等材料設計一個能夠跑得最遠的車，並將設計圖畫在紙上。
- 5.車子設計要求：
 - (1)僅能以一個 600ml 保特瓶作為可供打氣的完整車身，車身的裝飾或加長可利用其餘保特瓶組合(數目不拘)。
 - (2)車子必須要有輪子(數目不拘)，製作輪子的材料限定使用光碟片，車輪必須要能夠轉動。

(3)可於車身上加裝重物(重物形式不拘)，以利車子能平衡行駛。

(4)車子 90%必須是自行創作或製作，不可拿市售半成品組合。

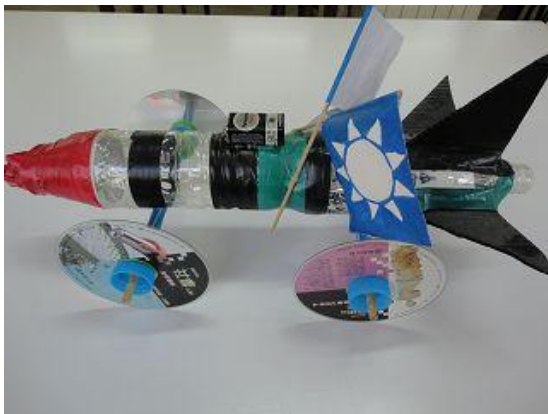
(5)車子壓力槽的製作方式必須要正確，否則將無法將氣體打入瓶中，使車子運動，連接方式如下如示，此部份製作必須由老師正確指導，其餘部份再由學生自行創作。



6.學生依照設計圖及所提供的材料進行車子製作(圖三)，並於完成後進行車輛測試，學生再依測試後的結果進行小組討論並加以修正。

7.競賽規則：

- (1)每組有二次發射的機會，可以使用二台車或者同一台發射二次。
- (2)每台車內先裝入水(水的多寡自行控制)，並在車尾鎖上發射頭，再將車子扣入發射架上(發射頭及發射架與水火箭裝置相同)。
- (3)調整發射架的角度，並使車輪著地，發射後，車子必須在規定內範圍移動(圖四、圖五)。
- (4)每組共發射六次，將整組六次積分相加，各組車子行進總分數最高者為優勝。
- (5)車子未在規定範圍內發射者，不計分數；車子離地飄起(或翻車)者，則重新發射一次，若車子再次離地，則不予計分。



圖三、車輛完成展示圖

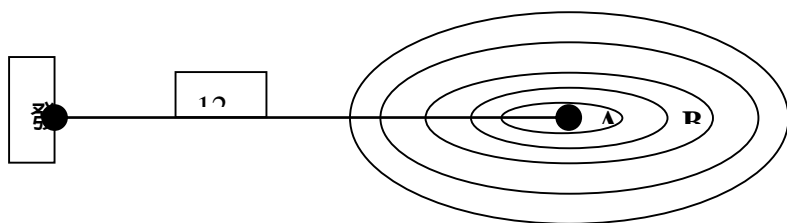


圖四、車子與發射架組合

8.計分方式

- (1)依六次總分排名次。
- (2)發射點距離靶心 12m，A 之半徑為 1m、B 之半徑為 2m、C 之半徑為 3m、D 之半徑為 4m、E 之半徑為 5m。

(3)成績之計算依序為 A 區 10 分，B 區為 8 分，C 區為 6 分，D 區為 4 分，E 區為 2 分。



圖五、競賽場地圖(為了布置方便，目標區可以是圓形或方形)

9.每組學生參與競賽後，教師可給予每組不同的意見，學生再依教師所給的建議，進行改造及修正。

10.實驗進行完畢後，請學生回到課堂上發表意見。

(五)學生反應：

經研究者訪談學生的結果顯示，學生對「跑跑卡丁車」的實驗充滿期待，透過學生動手製作與競賽的過程，學生不僅了解「作用力」與「反作用力」的意義，對於「牛頓第三運動定律」也有更深入的體會。

大部份學生認為該實驗的趣味性及娛樂性十足，學生對於學習理化並不會感到無趣，但也有少部份學生認為該實驗雖然立意很好，但是有點浪費時間，恐怕會擔誤學

生的課程進度。研究者認為課程進度壓力，長期以往都是教師及學生無法克服的現實問題，本實驗因為有創作歷程之故，的確需要花費較多的課堂時間，如果教師欲順利進行本實驗，則必須挪用其它課堂時間進行教學或擠壓其它理化單元的實驗課程，否則進度將大受影響。不過整體而言，大多數學生仍正向肯定該實驗對學習的成效提昇的功能性。

教師談到「牛頓第三運動定律」時，第一個想到科學實驗必然是「水火箭」，「水火箭」的確能夠清楚地表現作用力與反作用力的一項活動，然而水火箭運用到的原理或技巧卻不多，學生通常只要把氣打到滿就可以獲得很好的競賽分數，如此一來便失去讓學生思考問題的機會，研究者認為本趣味實驗有別於以往的「水火箭」實驗，其差別在於實驗規定車子不可騰空飛起，且必須在一定的路徑範圍內行駛，故增加的競賽的難度，除了運用到「牛頓第三運動定律」之外，仍須考慮摩擦力、車輪的對稱性與滾動的順暢性、車子的重心及重量等，把之前在「力與壓力」章節學過的概念應用在此項實驗之中，故一個成功的實驗除了要有主要的科學概念之外，更要能夠引入其它次要的科學概念，如此對學生科學概念的統整才會有所助益。



圖六、教師指導學生進行探究



圖七、學生進行車輛的裝設

二、汽球火箭車

(一)適用對象：國中三年級學生

(二)融入單元：力與運動

(三)融入時間點：

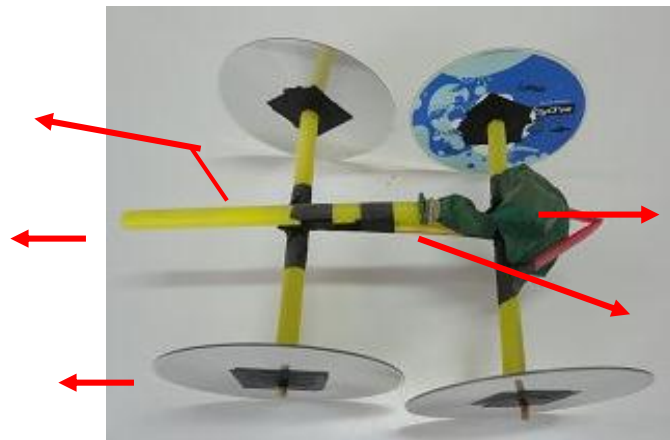
此實驗單元仍是利用「牛頓第三運動定律」的原理來進行遊戲，與前述「跑跑卡丁車」最大的不同點在於製作的過程比較簡單，材料準備容易，教師比較容易掌控教學流程與時間，實驗的變數也比較單純，教師可於課堂中先介紹「牛頓第三運動定律」後，再取出一顆汽球，吹飽氣後在手上直接放開，讓學生觀察汽球在空中的運動軌跡，是否會亂飛？汽球的運動方向是否與出氣方向相反呢？在這個實驗中，誰是作用力，誰是反作用力呢？當學生討論並了解其中的原理後，再引導學生思考能否將這樣的力量運用於生活之中呢，把汽球變成火箭車之後，火箭車會亂跑嗎？原因為何？帶領學生從科學原理轉變成科學應用，進而啟發學生的創造力。

(四)教學步驟：

- 1.本實驗的教學目標是為了讓學生了解牛頓第三運動定律及作用力與反作用力在生活中的應用。
- 2.實驗的進行方式是採分組競賽式的方式，先將全班分為六組，每組四~五人，並選出一人為小組長。
- 3.教師請每組學生準備珍奶吸管、一般吸管各 3 根、衛生筷 1 副、光碟片 4 個、汽球 2 個、西卡紙 1 張、電工膠布 1 捲、剪刀 1 把、美工刀 1 把等物品。
- 4.教師首先講述「牛頓第三運動定律」的基本概念，並請學生利用現有材料設計一個能夠跑得最遠的車，並將設計圖畫在紙上。

5.車子設計要求：

- (1)僅能以一個吸管、吸卡紙製作車身，車子的動力必須來自汽球本身的氣體，其餘裝飾媒材必須以現有材料為主。
- (2)車子必須要有輪子(數目不拘)，製作輪子的材料限定使用光碟片，車輪必須要能夠轉動。
- (3)車子的製作方式如下圖所示，僅供參考，請學生自行研究變化。



圖八、汽球火箭車完成圖

- 6.學生依照設計圖及所提供的材料進行車子製作，並於完成後進行車輛測試，學生再依測試後的結果進行小組討論並加以修正。

7.競賽規則：

- (1)每人有二次發射的機會，可以使用二台車或者同一台發射二次。
- (2)比賽前，每台車先吹好汽球，放置在起跑線上，聽命令放開汽球前方的吸管，火箭車便會向前跑，在火箭車行進時不得以手動或吹氣等方式進行干擾，否則以棄權論。
- (3)待車子停止後，登計車子所在位置的分數。

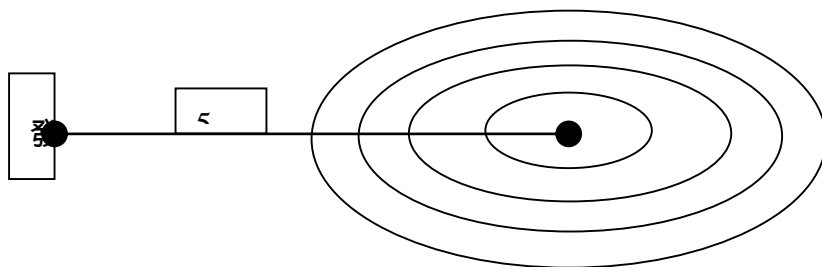
(4)每組共發射六次，將整組六次積分相加，各組車子行進總分數最高者為優勝。

(5)車子未在規定範圍內發射者，不計分數；車子離地飄起(或翻車)者，則重新發射一次，若車子再次離地，則不予計分。

8.計分方式

(1)依六次總分排名次。

(2)發射點距離中心 5m，每圈寬 20cm，共 4 圈，分數分別為 9 分、7 分、5 分、3 分、1 分，壓線則計算線上的分數，分別為 8 分、6 分、4 分、2 分。



圖九、競賽場地圖(為了布置方便，目標區可以是圓形或方形)

9.每組學生參與競賽後，教師可給予每組不同的意見，學生再依教師所給的建議，進行改造及修正。

10.實驗進行完畢後，請學生回到課堂上發表意見。

(五)學生反應：

經研究者訪談學生的結果顯示，學生對「汽球火箭車」的喜愛程度及控制程度遠勝於「跑跑卡丁車」，原因在於「跑跑卡丁車」常會遇到一些「技術」上的問題，包括：(1)製作程序繁雜，對於保特瓶的施工並不容易，特別是手作不靈巧的同學感到相當吃力，相形之下「汽球火箭車」的製作便容易得多，切割拼裝的部份少，學生易於上手；(2)「跑跑卡丁車」的動力源自於空氣與水噴出的反作用力，故水與空氣的比例、打氣的次數便是重要的因素，學生在短時間內對這些多變因的控制並不佳，比賽勝負往往運氣的成份居多，會導致學生認為辛苦製作與調控未必能得到相對應的結果(短時間內)，而「汽球火箭車」則比較簡單，只要控制氣球的出氣量則可達到目的，學生比較容易有成就感；(3)「跑跑卡丁車」靠氣壓差所產的動力較大，常有騰空飛起的問題，需要配重來增加其穩定性，對學生來說比較麻煩，而且配重需要不斷地調整，「汽球火箭車」因動力較小，則無需配重；(4)對老師而言，「跑跑卡丁車」要準備的材料工具較多，製作時間至少要花上二節課，再加上比賽時間一至二節課，為了一個實驗要擔誤一週的課程進度，老師們大多不願意，而「汽球火箭車」的材料取得容易，製作加比賽可在二節課內完成，老師們會比較願意嘗試新的教學方式。

就「作用力與反作用力」的教學目標而言，「汽球火箭車」提供了一個簡單而且容易操作的趣味實驗選擇，也提高教師帶領學生做實驗的意願，學生可從趣味實驗中發現科學原理的應用性，而非一昧的背公式寫題目而已，透過實驗也可以讓學生檢視本身所學的知識是否正確，是否還有其它的因素會影響結果，增進學生思考批判的能

力，如此才不會讓學生淪為考試的機器、無動力的世代。



圖十、學生進行車輛試跑



圖十一、火箭車進到得分區內

三、甩水杯、打玩偶、抽紙牌、抽紙鈔

(一)適用對象：國中三年級學生

(二)融入單元：力與運動—圓周運動、慣性定律

(三)融入時間點：

在國中理化課程中，「力與運動」的章節是讓學生相當頭痛的章節，除了牛頓三大運動定律之外，還要學圓周運動、轉動與力矩等，是內容相當多的單元，教到這個章節老師常會出現教學的無力感，除了牛頓的偉大著作對學生是天方夜談之外，加上該章節原理較抽象難以被觀察，又沒有實驗可以做，學生只能望文興嘆，大感無趣，剩下的只有算不完的計算題，故學生從小便對牛頓的恨意無以復加，這也怪不得學生，我們的課本太簡略及忠於原著，使得學生難以理解，譬如：牛頓第一運動定律：「當物體不受力或合力為零時，物體將維持原來的狀態」老師會進一步解釋：維持原來的狀態，就是靜止者會維持靜止，運動者則維持原有的運動狀態(不受外力者恒等速)，學生就是會弄不清楚上述的那段文字跟坐公車時公車緊急起動而向後倒有何關

係？

再者，等三大運動定律教完之後，又來個圓周運動，物體受力方向與前進方垂直時，物體呈圓周運動，物體受此力為向心力，此力所產生的加速度為向心加速度。學生這下更不清楚了，不是說圓周運動是等速嗎？(按：應是等速率)怎麼有加速度呢？甩東西不是離心力嗎？怎麼會是向心力呢？圓周運動跟三大運動定律又有何關係呢？學生的疑問層出不窮，也說明課本的敘述能力與學生的認知有很大的落差，需要靠老師不斷地舉例解釋以建構學生完整的概念，然而老師的講解仍會有未盡之處，必須透過實驗設計增進學生對原理的體認，研究者提供數個趣味實驗供作參考。

(四)教學步驟：

◎甩水杯

一、原理：利用牛頓運動定律，物體持續受力方向與前進方垂直時，物體呈圓周運動，透過繩子的拉力來呈現向心力，並使得物體維持穩定的運動。

二、材料：鑽孔器、尼龍繩、花盆集水盤、紙杯等

三、製作方法：

- 1.取圓形的花盆集水盤一個，分別在集水盤的三處打洞(如下圖)，三個洞各距離約 120 度角。
- 2.三個洞處各穿上尼龍繩，並確實綁緊，三條尼龍繩會聚於集水盤中心點上方 20cm 處，並將三條繩子確實打結綁死，其中二條線材多餘部份剪掉，僅留一條線(長約 40cm)做為手提之用，即製作完成。
- 3.取一紙杯裝八分滿的水，置於集水盤中央處，學生一手提著綁好尼龍繩的集水盤，並以手為圓心，以繩為半徑，用力甩動集水盤，觀察水杯的水是否溢出，

水杯是否打翻。

- 4.慢慢降低甩動速度至停止，觀察水杯是否容易打翻；突然停止甩動，觀察水杯是否容易打翻，水杯的移動方向為何？



圖十二、甩水杯實驗裝置圖

◎打玩偶

一、原理：利用牛頓第一、第二運動定律，假設無摩擦力的情況下，有一分成數等份的物體，當靜止物體受力時，物體受力的部份會移動(第二運動定律)，而未受力的部份則維持原來的狀態(第一運動定律)。

二、材料：坊間木製玩偶一組

三、作法：

- 1.取坊間木製玩偶一組，取出小木鎚，針對不同部位進行敲擊實驗。
- 2.用小木鎚輕輕敲擊最底部(白色)的木塊，觀察被敲擊及未被敲擊的部份是否有移動，玩偶是否倒下？
- 3.用小木鎚快速敲擊最底部(白色)的木塊，觀察被敲擊及未被敲擊的部份是否有移動，玩偶是否倒下？
- 4.用小木鎚輕輕敲擊第二層(綠色)的木塊，觀察被敲擊及未被敲擊的部份是否有移動，玩偶是否倒下？同理，快速敲擊第二層(綠色)的木塊，觀察結果異同之

處。

5.用小木鎚輕輕敲擊最上層(臉譜)的木塊，觀察被敲擊及未被敲擊的部份是否有移動，玩偶是否倒下？同理，快速敲擊最上層(臉譜)的木塊，觀察結果異同之處。

6.趣味遊戲：每人以 10 秒為限，看誰能將玩偶由下而上依次打掉積木而不倒者為優勝，若同為優勝者則比較花費時間，花費時間最少者為勝。亦可指定打擊次序，如綠→黃→藍→紅→白，改變比賽規則，以增加其趣味性。



圖十三、打擊玩偶實驗裝置圖

◎抽紙牌

一、原理：利用牛頓第一、第二運動定律，假設無摩擦力的情況下，將紙牌彈開將會使紙牌上的物質向下掉落而不隨紙牌移動。

二、材料：紙牌一張、硬幣一枚、廣口瓶一個

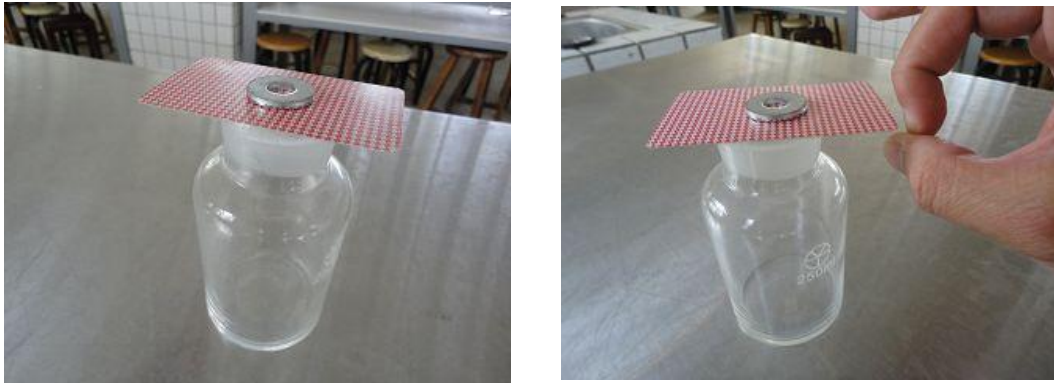
三、作法：

1.取一張紙牌，將紙牌放置在廣口瓶上，紙牌上放置一枚硬幣。

2.用手緩慢抽取紙牌，觀察紙牌上的硬幣是否移動？

3.用手快速抽取紙牌，觀察紙牌上的硬幣是否移動？是否掉落瓶內？

- 4.用手指快速彈開紙牌，觀察紙牌上的硬幣是否移動？是否掉落瓶內？
- 5.請學生討論步驟 1~4 其中的差異性，並說明何者符合第一運動定律？



圖十四、抽紙牌實驗裝置圖

◎抽紙鈔

一、原理：利用牛頓第一定律，假設無摩擦力的情況下，以積木壓住紙鈔，學生試著以手將紙鈔抽出而不使積木倒塌，並觀察不同積木疊高方式下，紙鈔抽取的難易度。

二、材料：疊疊樂積木一盒、百元鈔一張。

三、作法：

- 1.取長條積木一根，直立擺放於平面桌上，壓住百元鈔一張，請學生以手緩慢抽出百元鈔，並觀察長條積木是否移動或倒下。
- 2.同上述步驟，請學生以手快速抽出百元鈔，並觀察長條積木是否移動或倒下。
- 3.同第 1 步驟，將長條積木改為二根直立疊起，並於底部壓住百元鈔一張，請學生以快速及緩慢二種方式抽取鈔票，觀察結果異同之處。
- 4.將長條積木改為二根直立疊起，並於二根積木之間夾住百元鈔一張，請學生以

快速及緩慢二種方式抽取鈔票，觀察結果異同之處。此外，並觀察夾住鈔票的位置不同是否會影響成功率？

5.趣味遊戲：增加長條積木的數量及改變疊積木的方式，積木疊最多(底部壓住鈔票的底面積必須相同)而抽取鈔票不倒者為優勝。



圖十五、抽紙鈔實驗裝置圖

(五)學生反應：

經研究者實際試教後發現，學生對這三個實驗展現高度的興趣，經與學生訪談及觀察的結果發現：

- (1)學生對牛頓第一運動定律有了比較清楚的概念。
- (2)學生從實驗中「玩」出了樂趣，對該單元的課程也不會這麼排斥。
- (3)學生從實驗中學會比較不同的因素(快/慢)對實驗結果的影響。
- (4)學生能夠了解牛頓運動定律在生活的應用。

回應研究者前述學生所提出的疑問，學生問：「牛頓第一運動定律跟坐公車時公車緊急起動而向後倒有何關係？」在這些實驗中便可以清楚地解釋學生的疑惑，如果公車慢慢起動，你會感覺到向後傾嗎？當然不會，就如同抽牌實驗般，慢慢抽硬幣會跟著動；如果公車快速起動，你就會跟硬幣一樣跟不上公車的速度而停在原地(感覺

向後是因為公車向前，而人的腳因摩擦力的關係而隨公車底部移動，但人的上半部卻少移動，而有向後傾的感覺，這跟打擊玩偶的實驗相類似)，所以實驗中要比較快速作用力與緩慢作用力的差別，便是要以速度減少摩擦力效應，以營造出慣性的結果，當然也可藉實驗表達自然現象通常參雜多種科學原理的複雜性。就如同甩水杯實驗，學生可能甩得很高興，但卻很難抽絲剝繭了解箇中的複雜性，正如學生的疑問：「甩東西不是離心力嗎？怎麼會是向心力呢？圓周運動跟三大運動定律又有何關係呢？」透過實驗學生可以看到代表「向心力」的尼龍繩，所以杯子才可以繞手作圓周運動，而水杯沒黏住為何不會在花盤中移動或打翻呢？那也多虧「離心力」的作用，殊不知二者便為「作用力與反作用力」，這當然跟牛頓第三運動定律有關，教師必須透過實驗中逐步分解問題，讓學生知道問題所在，如果學生想知道當向心力消失時，物體會向那個方向運動？教師只要叫學生把手中甩動花盤的手放開，答案不就顯現出來嗎？同理，如果老師想要知道學生可以學得多深、飛得多高，是否也應該適時的放開手中那條傳統教學的繩子？

四、紙橋承重

(一)適用對象：國中三年級學生

(二)融入單元：力與運動、功與能—轉動與力矩

(三)融入時間點：

在國中第五冊的理化課程中，教完了「牛頓三大運動定律」，接著又出現了「轉動與力矩」，許多學生的心中一直存在著疑問，轉動為何要接在「牛頓三大運動定律」後面講授，二者之間有關連性嗎？的確，在國中的課程中物體受力的結果不外乎

直線運動或圓周(曲線)運動，但現實生活卻並非如此，生活中還有「轉動」的存在，轉動便牽涉到「力矩」，即使靜止的物體它可能存在著「靜力平衡」或「轉動平衡」，才使它維持不動，正如同學生使用「天平」秤物體質量時，除了二端的物重達到「靜力平衡」之外，它之所以擺動幅度一樣至最後不動，也是因為「轉動平衡」，紙橋承重這個實驗便是引用天平的概念，讓學生用 A4 紙做一座橋(橋面)，再將硬幣置於橋面上，看誰做的橋可以承受最多的硬幣，當然橋面的結構是影響因素，更重要的是學生要學會利用「靜力平衡」及「轉動平衡」才能創造最大的可能性。

(四)教學步驟：

一、原理：利用不同樣式紙的構造、形狀，來增加其承受壓力，並運用靜力平衡與轉動平衡的原理來置放重物，使橋能達到最大承載量。

二、材料：70 磅影印紙 A4 一張、積木 2 個(當橋墩)、直尺一支(30cm)、筆、墊片華司(3/4)。

三、製作方法：

1.取一張影印紙折出適當的橋面狀(各組自行設計，不限寬度及長度)，但影印紙不可剪裁、不可包裹橋墩

2.取積木 2 個作為橋墩(橋墩尺寸大小=1.7cm×1.7cm×7cm)，二個積木直立間距 15cm，並將直尺靠著積木擺放，做為評分標準。

3.紙橋完成後擺放至橋墩上。

4.老師準備華司(墊片 3/4 約 9 克)一盒，由學生擺放至紙橋上。

5.學生將墊片一個接一個放置於紙橋上任何位置(不能放在橋墩上方的紙面上)，組員輪流擺放墊片(每次只能放一枚)，墊片放置間隔三秒鐘，以確定

不會壓垮紙橋碰觸桌面，添加墊片的過程當中若有掉落也算是橋垮。

6.擺放墊片後不可調整其它墊片，承載墊片數量的計算以紙橋碰觸桌面或橋垮的前一次數量為主。

7.依承載墊片數量最多者依序排名，承載量最大者為優勝。



圖十六、實驗裝置圖



圖十七、紙橋承重實驗示範

(五)學生反應：

經研究者實際試教後發現，學生在開始製作紙橋時會產生很大的困惑，不知道要從何下手，致使許多學生會呆坐在位置上不知所措，研究者發現後改變教學的方式，先在實驗前播放網路上的影片「紙張力大無窮的秘密」，讓學生了解紙張該如何摺會增強紙的強度，再讓學生進行紙橋製作，結果學生很快便進入狀況，也在短時間內把紙摺好，接著學生面臨另一種考驗：「該怎麼把橋放好呢？墊片該怎麼疊呢？」此時，教師必須導入「靜力平衡」及「轉動平衡」的概念，先導引學生思考「該集中放？還是分散放？」「天平或蹺蹺板要平衡該怎麼做呢？」再導引學生試著推算順時針與逆時針的力矩應該要相等，如此學生便能依循科學原理進行實驗，而不會淪為亂玩一通不知所謂何來的窘境，這也是競賽型實驗最容易出現的問題，所幸該實驗順利

完成，學生也反應良好，不過研究者觀察到以下現象：(一)紙張摺法的因素對實驗的影響不如靜力平衡及轉動平衡等力學因素來得重要，許多學生的摺法並不佳(或與教學影片不同)可是能疊個數仍相當多，這是值得探討之處；(二)成績好的學生在操作的表現上不如預期，在這種強調科學原理重要性的實驗中，成績好的學生並沒能表現出領導該組實驗進行的狀況，反倒是有些成績中等、操作型的學生表現出獨特的創意，或許我們該思考現今的教學方式是否讓我們的好學生只學會了解考卷上的題目，卻不會解生活中的經驗題，由此可知，實驗教學有其重要性及不可取代性，值得吾人深思。

五、釘孤支

(一)適用對象：國中三年級學生

(二)融入單元：功與能—轉動與力矩

(三)融入時間點：

在課本「轉動與力矩」章節中，文字敘述相當簡單扼要，在槓桿原理的描述上：

「只有在轉軸二邊的力矩大小相等時，即合力矩等於0，槓桿才能維持水平平衡，不再轉動，此時可稱槓桿處於轉動平衡。此規則稱為槓桿原理：當槓桿維持靜止平衡時，其所受順時針方向的力矩大小，必等於所受逆時針方向的力矩大小」，鮮少學生一看就懂，於是課本設計了一個槓桿原理的實驗，學生可以透過槓桿實驗學會力矩的計算、轉動平衡的現象，但是課本的實驗總不太能夠引起學生的學習樂趣，研究者訪談學生的結果發現，學生不認為槓桿原理可以用在生活之中(除了蹺蹺板之外)，也不覺得生活中有力矩的產生，於是研究者想在課本的槓桿原理之前，先設計一個趣味的

小實驗，目的在於引起學生的學習動機與興趣，進而帶領學生進入課本的槓桿原理之中。

(四)教學步驟：

一、原理：利用鐵釘不同的擺放方式，並運用靜力平衡與轉動平衡的原理，讓鐵釘達到能靜止不動的最大承載數。

二、材料：四吋鐵釘1支、三吋鐵釘10支、泡棉地墊數塊。

三、作法：

- 1.先將泡棉地墊切成 $8\text{cm}\times 8\text{cm}$ 的正方形數塊，做為固定釘子用。
- 2.將四吋鐵釘插在方形泡棉地墊上。
- 3.先將一根三吋鐵釘放在桌上，再將其它三吋鐵釘左右交叉排列在那根鐵釘上，並讓交叉排列鐵釘的釘頭朝向中間鐵釘處。(如圖十八)
- 4.再將一根三吋鐵釘壓在交叉排列鐵釘上，並與下方的那一根鐵釘頭尾相反。
- 5.以手抓著頭尾相反的中間二根鐵釘的二端，水平舉起，你會發現八根鐵釘會成傾斜交叉排列，並慢慢地將十根鐵釘置中放置在四吋鐵釘的釘頭上。
- 6.緩慢地放開抓住鐵釘二端的手，你會發現上下二根橫向的鐵釘會緩慢的旋轉滑落，旋轉一個角度後便會被八根釘頭卡住，呈現平衡狀態。(如圖十九)



圖十八、鐵釘擺放法



圖十九、鐵釘的靜力平衡

(五)學生反應：

當研究者發給每位學生釘子及軟墊，要求學生把長釘釘在軟墊上，並將其它釘子放在長釘上時，學生充滿不可置信的表情，直呼：「不可能啦！老師騙人！」的確，乍看之下是個不可能的任務，但學生抱持著懷疑的態度，仍嘗試著化不可能為可能，起初學生最多放上二根釘子就很了不起了，很快地就有一票學生放棄了，這個時後老師必須給予提示，讓學生有再動手操作的意願，研究者提示學生擺法與「古時候的建築有關，譬如傳統屋頂為何利用卡樑就可以把它蓋好呢？」諸如此類的思考方向，部份學生聽到老師的提示後便靈光乍現，以釘子的形狀(釘頭大、釘尾尖)來製造卡樑的效果，經過一段時間的努力，終於有少部份同學完成正確的排法，「可是怎麼放在釘子上？會不會垮呀？」這是同學們的疑慮，即使排法正確很多同學一開始還是放上去就垮下來，最大的原因是同學發現放上去後上下二根橫向的鐵釘會微旋轉，怕它不平衡而去調整它，結果適得其反，經過老師的說明後，學生懂得放手才完成「一釘舉十釘」的創舉。這個實驗很簡單，花費的時間也不多，卻可以讓學生學習力的平衡、槓桿原理、重心理論(課堂時間允許可以多作說明)，體會古時後的建築技法、走鋼索特

技的原理等等，此外學生也能從實驗中得到「玩遊戲」的樂趣，可作為老師在艱深的力學課程中的一帖調味劑。



圖二十、學生思考擺放方式



圖二十一、學生們互相討論

六、電壓實驗

(一)適用對象：國中三年級學生

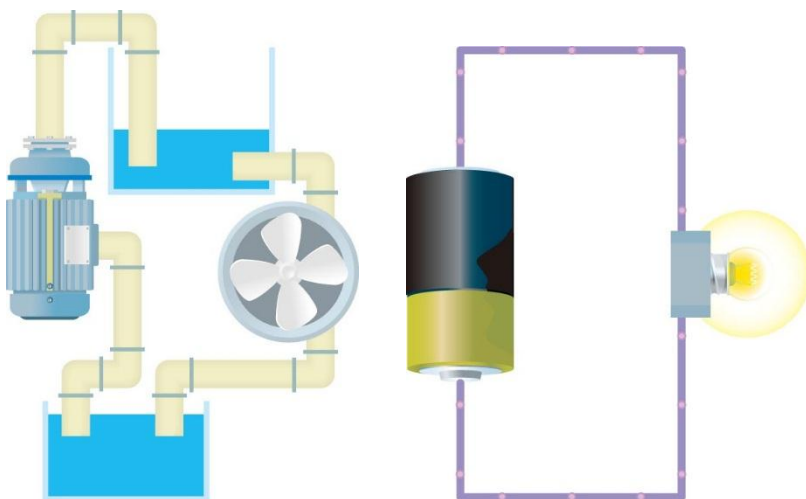
(二)融入單元：電壓與電流

(三)融入時間點：

理化教科書最大問題在於對科學原理或現象的說明太過簡略，通常一個章節只用2~3頁就帶過，重要的觀念或公式通常用一段文字描述，加上學生本身的先備知識薄弱，顯然這些內容很難引起學生的共鳴，筆者認為應將實驗課程做出修正改進，或將片段的知識做有效的連結，研究者者發現「電壓與電流」單元便有如此狀況。

在課本中，「電壓」原理描述如下：「讓我們藉水流的現象，說明電路中電子流動的情形，要使電子在導線中流動，必須在導線兩點間由電池提供一電位差，電子才能流動，並使電器（如燈泡）發生作用。」這情形就如同將水由低水位水箱移至高水位水箱，必須靠幫浦提供能量，使水具有水位差，水才能向下流動，並使渦輪發生轉動

(下圖)」。結果發現該單元僅以少部份的文字敘述，及以一個實驗單元帶過所有的概念，倘若教師再忽略不做實驗，學生光看課本恐怕會一無所獲，故研究者著手重新設計該單元，再以分組學習的方式進行教學。



圖二十二、幫浦提供水位差如同電池提供電位差

(四)教學步驟：

此階段的「電壓測量實驗」乃改編自課本的實驗單元，由於課本中的電壓測量實驗過於簡單，常會發生的問題包括：(1)無法觀察比較燈泡串聯與並聯時電壓的差異，(2)無法同時比較電池數目對電壓的影響，(3)無法比較燈泡數與電池數同時改變時，電壓的差異，(4)學生無法學會預測任一組電路上任一元件上的電壓。故研究者參考相關書籍加以改良，提出改良實驗，以作為本研究的合作學習教學之用，實驗流程設計如下：

- 1.先將學生進行異質性分組，分成 6 組，每組 5 人。
- 2.每組發電池盒 1 個、電池 2 個、鱷魚夾線 16 條、燈泡、燈泡座 2 個、電壓計 1 台及學習單一張。

3.首先，先教導學生使用電壓計，電壓計的使用原則包括：

a.電壓計與電路並聯。

b.電壓計正極接電源正極，電壓計負極接電源負極、指針順向轉。

c.由大範圍電壓測至小範圍電壓。

4.請學生利用先前學會的電路知識。先組出由 1 個燈泡、1 個電池組成的電路，並使用電壓計以並聯的方式測量出「燈泡」及「電池」的電壓，並與同學討論二者電壓是否相同？為甚麼？

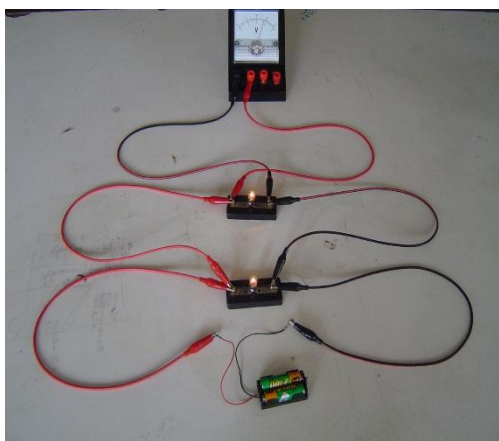
5.再由同學組出由 1 個燈泡、2 個電池組成的電路，並使用電壓計以並聯的方式測量出「燈泡」及「電池」的電壓，並與同學討論二者電壓是否相同？再與步驟 4 中的電壓值比較是否倍增？原因為何？

6.同上法，請同學組出由 2 個燈泡、1 個電池組成的「串聯電路」，並使用電壓計以並聯的方式測量出「燈泡 1」、「燈泡 2」及「電池」的電壓，並與同學討論「燈泡 1」、「燈泡 2」、「電池」電壓之間的關係。

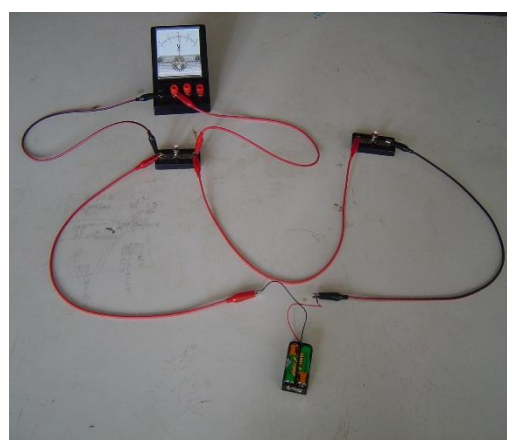
7.同理，請同學組出由 2 個燈泡、2 個電池組成的「串聯電路」，並量測與討論「燈泡 1」、「燈泡 2」、「電池」電壓之間的關係，以及討論與步驟 6 中的電壓值比較是否倍增？。(圖二十三)

8.依 6~7 步驟組成「並聯電路」，並比較之。(圖二十四)

9.請學生互相討論並完成工作單上(表六)的內容，等各小組完成後，教師會從各組中抽一名學生，描述該組觀察到甚麼現象(燈泡串聯與並聯電路，何種組法燈泡較亮，與測量到的電壓有關嗎？)。



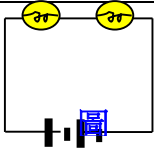
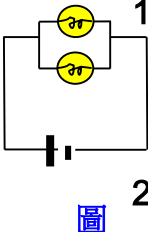
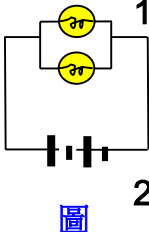
圖二十三、並聯電壓測量



圖二十四、串聯電壓測量

表六、電壓實驗學習單

<p>一般接法(1 個電池)：測量電壓要<u>並聯</u></p> <div data-bbox="229 1301 376 1458"> </div> <p>1 號燈電壓=____V</p> <p>電池電壓=____V</p>	<p>一般接法(2 個電池)：</p> <div data-bbox="895 1301 1042 1458"> </div> <p>1 號燈電壓=____V</p> <p>電池電壓=____V</p> <p>探討：與(圖 A)燈泡比較亮度。</p>
<p>燈泡的串聯(1 個電池)：</p> <p>1 號燈電壓=____V 2 號燈電壓=____V</p> <div data-bbox="344 1973 496 2119"> </div>	<p>燈泡的串聯(2 個電池)：</p> <p>1 號燈電壓=____V 2 號燈電壓=____V</p>

<p>圖</p> <p>電池電壓=____V</p> <p>探討：與(圖 A)燈泡比較亮度。</p>	 <p>電池電壓=____V</p> <p>探討：與(圖 C)燈泡比較亮度。</p>
<p>燈泡的並聯(1 個電池)：</p>  <p>1 號燈電壓=____V</p> <p>2 號燈電壓=____V</p> <p>圖</p> <p>電池電壓=____V</p> <p>探討：與(圖 B)燈泡比較亮度。</p>	<p>燈泡的並聯(2 個電池)：</p>  <p>1 號燈電壓=____V</p> <p>2 號燈電壓=____V</p> <p>圖</p> <p>電池電壓=____V</p> <p>探討：與(圖 B)燈泡比較亮度。</p>

(五)學生反應：

從「電壓實驗」的教學研究結果顯示，學生對原本教科書上的「電壓」單元有以下的學習困難：

- (一)看不懂該單元的文字敘述及原理。
- (二)不知道作此實驗的目的，與實驗要表達的內涵為何。
- (三)不知如何回答課本單元中的相關問題。

(四)不熟悉電壓計的操作方法。

故研究者先使用類比式教學，於實驗前先將「電壓」的相關概念以類比法(內容非本實驗單元重點，故不深入探討)，詳細闡述一遍，讓學生先建立粗略的電學概念。

重新設計實驗學習單，將實驗學習單的內容簡化，將不必要的文字去除，僅以圖像(電路圖)要求學生量測相關電壓，並設定不同的電路條件(如：單顆燈泡、2 個燈泡串聯、2 個燈泡並聯、電池數)，讓學生比較不同條件下，電壓的差異，並透過同學間討論讓學生從學習單中找出「規則」，這樣的「探究式實驗教學」有利於學生自行建立完整的電學概念，讓學生更易於觀察及歸納結果。

七、電流實驗

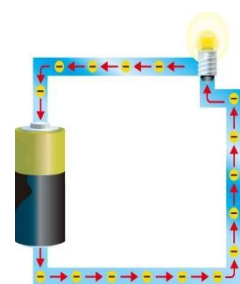
(一)適用對象：國中三年級學生

(二)融入單元：電壓與電流

(三)融入時間點：

「電流」一個令人困惑的字眼，學生不禁會問：「不就是電嗎？幹麻分電壓與電流，有甚麼差嗎？」許多研究(陳啟明，1992；林靜雯，2000；黃朝琴、2002)均指出，學生對於電流與電壓之間的區分感到困難，學生認為電壓與電流具有相同的性質，他們無法區分電壓與電流之間的差異。學生對於電壓與電流感到困惑，他們認為電壓與電流是相似的，這主要是基於電壓總是正比於電流的相關聯想所導致。

課本對「電流」原理描述如下：「金屬導線中電子因為供電位差而流動，方向是從電池負極經外導線到正極，這動稱之為電子流，不同於一般習慣上使用的電流一詞。所



電池提樣的流謂電流

是指正電荷的流動，和電子流正好相反，因為當初科學家以為是正電荷由電池正極經外導線至負極的流動。雖然電流和電子流的方向不同，但對於電路所產生的作用，兩者都能加以解釋。」

課本的文字並沒有去區分電壓與電流的差異性，只是一昧的闡述電流的性質，事實上學生通常對於「電」、「電流」、「電壓」、「電能」等概念之間的區別與關連相當地困惑。對於「電」這個名詞而言，它是一個相當含糊的字，甚至於教科書或教師平時的教學都會忽略這些概念間的區別，由於學生對於電學相關術語的誤解，導致他們會擁有許多迷思概念。研究者認為只有透過同學間討論讓學生從學習單中找出「規則」，這樣的「探究式實驗教學」有利於學生自行建立完整的電學概念，讓學生更易於觀察及歸納結果。

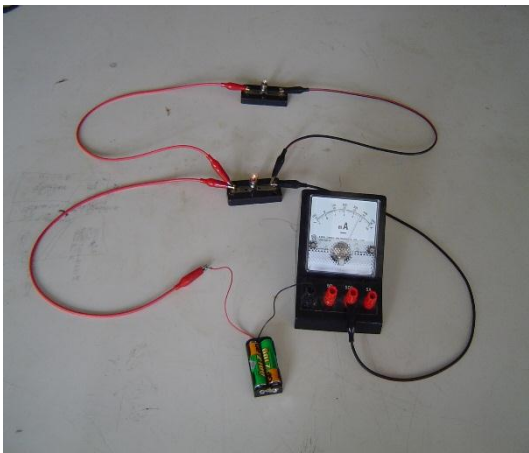
(四)教學步驟：

此階段的「電流測量實驗」亦為改編自課本的實驗單元，與「電壓測量實驗」類似，是為了解決當燈泡數與電池數同時改變時，學生無法比較電流所產生的差異，而進行改編的實驗單元，研究者提出的改良實驗，其實驗流程設計如下：

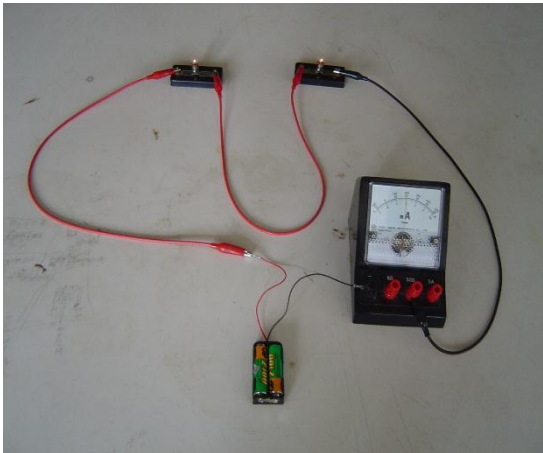
- 1.先將學生進行異質性分組，分成 6 組，每組 5 人。
- 2.每組發電池盒 1 個、電池 2 個、鱷魚夾線 16 條、燈泡座 2 個(含燈泡)、電流計

- 1 台及學習單一張。
- 3.首先先教導學生使用電流計，電流計的使用原則包括：
 - a.電流計與電路串聯。
 - b.電流計正極接電源正極，電流計負極接電源負極、指針順向轉。
 - c.由大範圍電壓測至小範圍電流。
- 4.請學生利用先前學會的電路知識。先組出由 1 個燈泡、1 個電池組成的電路，並使用電流計以串聯的方式測量出流經「燈泡」及「電池」的電流，並與同學討論二者電流是否相同？為甚麼？
- 5.再由同學組出由 1 個燈泡、2 個電池組成的電路，並使用電流計以串聯的方式測量出流經「燈泡」及「電池」的電流，並與同學討論二者電流是否相同？再與步驟 4 中的「燈泡」及「電池」電流值比較是否倍增？原因為何？
- 6.同上法，請同學組出由 2 個燈泡、1 個電池組成的「串聯電路」，並使用電流計以串聯的方式測量出「燈泡 1」、「燈泡 2」及「電池」的電流，並與同學討論「燈泡 1」、「燈泡 2」、「電池」電流之間的關係。
- 7.同理，請同學組出由 2 個燈泡、2 個電池組成的「串聯電路」，並量測與討論「燈泡 1」、「燈泡 2」、「電池」電流之間的關係，以及討論與步驟 6 中的電流值比較是否倍增？。(圖二十五)
- 8.依 6~7 步驟組成「並聯電路」，並比較之。(圖二十六)
- 9.請學生互相討論並完成工作單上的內容，等各小組完成後，教師會從各組中抽一名學生，描述該組觀察到甚麼現象(1.燈泡串聯與並聯電路，何種組法燈泡較亮，何種組法的總電流較大，與量測到的電流有關嗎？2.單顆燈泡、串聯燈泡、

並聯燈泡的每個燈泡分電流何者較大？)。

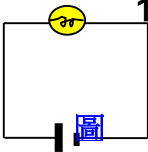
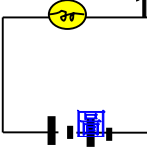
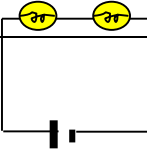


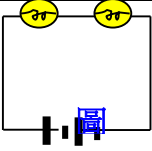
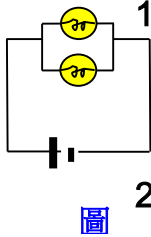
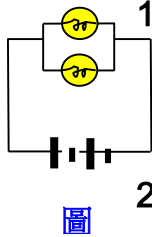
圖二十五、並聯電流測量



圖二十六、串聯電流測量

表七、電流實驗學習單

<p>一般接法(1 個電池)：測量電流要串聯</p> <div>  <p>1 號燈電流=____A</p> <p>電池電流=____A</p> </div>	<p>一般接法(2 個電池)：</p> <div>  <p>1 號燈電流=____A</p> <p>電池電流=____A</p> <p>探討：與(圖 A)燈泡比較亮度。</p> </div>
<p>燈泡的串聯(1 個電池)：</p> <p>1 號燈電流=____A 2 號燈電流=____A</p> <div>  </div>	<p>燈泡的串聯(2 個電池)：</p> <p>1 號燈電流=____A 2 號燈電流=____A</p>

<p>圖</p> <p>電池電流(總電流)=____A</p> <p>探討：與(圖 A)燈泡比較亮度。</p>	 <p>電池電流(總電流)=____A</p> <p>探討：與(圖 C)燈泡比較亮度。</p>
<p>燈泡的並聯(1 個電池)：</p>  <p>1 號燈電流=____A</p> <p>2 號燈電流=____A</p> <p>圖</p> <p>電池電流(總電流)=____A</p> <p>探討：與(圖 B)燈泡比較亮度。</p>	<p>燈泡的並聯(2 個電池)：</p>  <p>1 號燈電流=____A</p> <p>2 號燈電流=____A</p> <p>圖</p> <p>電池電流(總電流)=____A</p> <p>探討：與(圖 B)燈泡比較亮度。</p>

(五)學生反應：

從「電流實驗」的教學研究結果顯示，學生對原本教科書上的「電流」單元有以下學習困難：(一)不懂「電壓」與「電流」的差異性為何、(二)無法將「電壓」與「電流」概念套用在題目上、(三)對「電流」的意義不是很清楚。

研究者同樣重新設計實驗學習單，將實驗學習單的內容簡化，並設定不同的電路條件(如：單顆燈泡、2 個燈泡串聯、2 個燈泡並聯、電池數)，讓學生比較不同條件

下，電流的差異性。經過實驗學習之後，研究者發現學生對該章節的概念建構已具備一定的雛型。在學習成效較佳的學生方面，大多已掌握 90% 的學習內涵及進度，並能夠提供其它學生一定程度的諮詢協助；對於中等程度的學生，經過此次的教學已能學習到半數以上的課程內容，再加上小組組員間的討論與合作學習，經研究者訪談結果得知，大部份中等程度的學生都能了解小組間討論的內容，並能參與討論，著實大幅提昇學生的學習內涵，至於學習成效較差的學生方面，經過此次的教學並無法確實得知該學生是否能跟上教師的進度，學習成效也停留在一知半解，但值得鼓勵的是該群學生已從對課業漠不關己的學習態度，轉換成願意配合小組學習。研究者在實驗中多次詢問該群學生的學習進度，發現這些程度差的學生能從小組合作學習的過程中，多少學習到一些基本知識，這對低學習成就的學生算是向前邁進了一步。



圖二十七、學生觀察安培計讀數



圖二十八、學生進行觀察記錄

八、電阻實驗

(一)適用對象：國中三年級學生

(二)融入單元：電壓與電流

(三)融入時間點：

電學單元在教完「電壓與電流」之後，便會進入「電阻及歐姆定律」的章節，此單元是整合前面二個子單元的概念，並延伸出來的新概念，如果對電壓及電流的觀念不清楚的話，很容易在電阻單元陷入學習困境，研究者會先強化電壓、電流、電阻三者的類以學習，先將「電流(或電荷)」當成「人」，代表電荷是原本就存在電路中的，並不會消失(或損耗)；將「電壓」當成「錢」，代表驅動力(錢)可以隨著電荷在電路中流動而消耗；電荷因有電壓而流動，形成電流，就如同人因有錢而能生活移動；將「電源」當成「家」，代表每個人從家庭中獲得驅動源(電壓)(錢)；將「電燈(電阻)」當成「商店」，代表每個人願意花費或消耗錢的地方，電路的形成就如同每個人從家中(電源)帶錢(電壓)出發去消費，每個人經過電路上的商店(燈泡)時，每個人便會把錢(電壓)在商店花完，離開商店時已所剩無幾，電荷(電流)便會從商店再返回家中(電源)補充—錢(電壓)，然後再繼續外出消費，週而復始，直到「錢(電壓)」耗完為止。學生經過這樣的類比思考，不須背誦就能了解電壓、電流、電阻三者的關聯性，更能建立學生的觀念，但是歐姆定律：「電壓與電流成正比，且二者間的比值為定值」的概念卻常常被學生所遺忘，永遠搞不清楚是 V/I 還是 I/V ，而且生活中的物質都符合歐姆定律？許多學生都會如此認為，殊不知真實狀況卻非如此，電阻真的是定值嗎？甚麼因素會影響電阻大小？如何讓學生透過實驗驗證歐姆定律的真實性，並了解各物質電阻在不同電壓下的狀況，便是本實驗著重的課題。

(四)教學步驟：

一、目的：了解不同物質在不同電壓下的電阻值，並判斷該物質是否符合歐姆定律。

二、實驗材料：電池三顆、燈泡一顆、燈泡座一組、電阻條一根、石墨棒一支、電

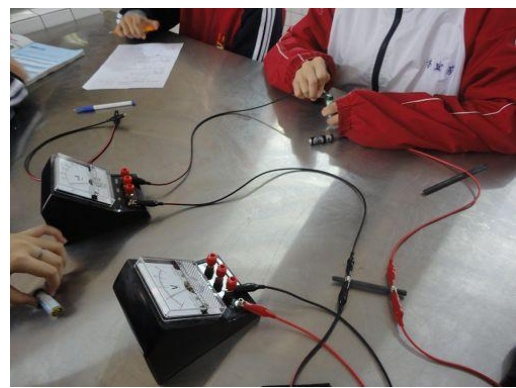
線(含鱷魚夾)、伏特計、安培計等。

三、實驗步驟：

- 1.先將學生進行異質性分組，分成 6 組，每組 5 人。
- 2.每組發電池 3 個、鱷魚夾線 16 條、燈泡座 1 個(含燈泡)、電阻條一根、石墨棒一支、伏特計 1 台、安培計 1 台、及學習單一張。
- 3.請學生利用先前學會的電路知識。先組出由 1 個燈泡、1 個電池組成的電路，並接上伏特計(並聯)及安培計(串聯)，測量出流經「燈泡」的電壓及電流，並與同學討論並計算出二者的比值(即電阻)，並記錄在學習單上。
- 4.再請同學組出由 1 個燈泡、2 個電池組成的電路，並接上伏特計及安培計，測量出流經「燈泡」的電壓及電流，計算出二者的比值(即電阻)，並記錄在學習單上，比較與步驟 3 的結果，電壓與電流是否成正比？電阻值是否成定值呢？
- 5.同上法，將電池改為三個，測量出流經「燈泡」的電壓及電流，計算出二者的比值(即電阻)，並與同學討論步驟 3~5 的數據結果，電壓與電流是否成正比？燈泡是否符合歐姆定律。
- 6.將燈泡更換成電阻條。組出由 1 個電阻條、1 個電池組成的電路，並接上伏特計(並聯)及安培計(串聯)，測量出流經「電阻條」的電壓及電流，並與同學討論並計算出二者的比值(即電阻)，並記錄在學習單上。
- 7.再請同學組出由 1 個電阻條、2 個電池組成的電路，並接上伏特計及安培計，測量出流經「電阻條」的電壓及電流，計算出二者的比值(即電阻)，並記錄在學習單上；再將電池改為三個，測量出流經「電阻條」的電壓及電流，計算出二者的比值(即電阻)，並與同學討論步驟 6~7 的數據結果，電壓與電流是否成正

比？電阻條是否符合歐姆定律。

- 8.將燈泡更換成石墨棒(或鉛筆筆芯亦可)。組出由 1 支石墨棒(鱷魚夾必須夾在石墨棒的二端，位置固定)、1 個電池組成的電路，並接上伏特計(並聯)及安培計(串聯)，測量出流經「石墨棒」的電壓及電流，並與同學討論並計算出二者的比值(即電阻)，並記錄在學習單上。
- 9.再請同學組出由 1 支石墨棒、2 個電池組成的電路，並接上伏特計及安培計，測量出流經「石墨棒」的電壓及電流，計算出二者的比值(即電阻)，並記錄在學習單上；再將電池改為三個，測量出流經「石墨棒」的電壓及電流，計算出二者的比值(即電阻)，並與同學討論步驟 8~9 的數據結果，電壓與電流是否成正比？石墨棒是否符合歐姆定律。
- 10.試著調整鱷魚夾夾住石墨棒的位置，並縮短量測石墨棒的距離，觀察電壓、電流值是否改變？電阻值是否改變呢？
- 11.請學生互相討論並完成工作單上的內容，等各小組完成後，教師會從各組中抽一名學生，描述該組觀察到甚麼現象(1.電阻值的計算方式？2.電阻值是否會改變？3.三種務質皆符合歐姆定律嗎？)。



圖二十九、測量電阻條的電壓與電

流

圖三十、測量石墨棒的電壓與電流

(五)學生反應：

研究者實際試教後發現，經過電阻的實驗教學，學生對歐姆定律及電阻的計算有進一步的認識，學生大多能體會電壓越大，電流跟著增大，且電阻值為電壓與電流的比值，但學生卻也產生困惑：「電壓與電流並沒有成正比呀！而且電阻值也沒有固定。」「電壓與電流的座標圖並沒有呈直線呀！怎麼跟課本教的不一樣呢？」的確，從實驗中學生不會得到直線的圖形，也不會得到固定的比值，原因在於「溫度」這項因素，課本中提到：「溫度會影響電阻的大小，當在相同溫度下，電阻才會是定值」，所以學生在做燈泡電阻量測時，因為電壓增加使得電流加大而使得溫度升高，鎢絲的電阻便隨溫度變大而增加，故會得到電阻值不固定的實驗結果。老師可以透過實驗讓學生辨證課本與實際狀況的差異，並提出溫度的變因讓學生思考(燈絲的電阻值是隨著電壓增加而增大？還是隨著溫度的上升而增加？)，生活之中的電阻真的都是歐姆電阻嗎？教師亦可以深入解釋「理想電阻」的狀況，世界上的電阻絕大多數為非理想電阻，圖形也多為非直線，而實際上我們的「理想電阻」只適用於某元件其電阻值曲線近似直線的特定範圍內(可查「電阻-溫度系數曲線圖」)，而非所有的狀況皆適用。

此外，學生在做「石墨棒電阻」實驗時，研究者指導學生夾不同長度的石墨棒，觀察其電阻的變化，學生可從實驗中發現電阻長度與會影響電阻的大小，也印證課本中提到：「電阻長度越長，電阻值越大」的結果，如果學生有自動鉛筆筆芯的話，教師亦可要求學生比較自動鉛筆筆芯與石墨棒電阻值大小的差異，以驗證「電阻截面積

越大，電阻值越小」的結果。從整體訪談結果得知，學生們認為「電阻」單元充滿動手作的學習樂趣，也可印證課本上所學的知識，學生可以透過實驗探究讓知識學得扎實，很多學生之所以害怕電學單元，原因在於艱澀的理論用詞、複雜的計算、難以觀察的科學現象...等，這些因素都可以透過課程的設計與教學方式的改變，使高深的科學與學生的距離逐漸拉近。

九、電池實驗組—果凍電池

(一)適用對象：國中三年級學生

(二)融入單元：電與生活

(三)融入時間點：

國三下學期唯二的理化單元—「電與生活」，開始進入了電化學的世界，該章節除了介紹電流的熱效應之外，課程的重點多集中在電池的原理、電鍍與電解、家庭用電等，其中電池的介紹是學生感到很新奇的單元，主要是因為電池是學生經常接觸的東西，電池是怎麼裝「電」？電池裡面竟然一點「電」也沒有，反倒只有一堆化學物質，光靠這些化學物進行化學反應就可以產生「電」，對學生來說真的太有趣了。可是，學生看完課本後常會有以下問題：(一)伏打電池怎麼沒有電解液，這樣會有電子流動嗎？(二)鋅銅電池一定要裝鹽橋嗎？(三)為何我們乾電池沒有液體？(四)金屬片只能用鋅和銅嗎？課本中的鋅銅電池實驗未必能解決學生所有的疑惑，加上該實驗內容較少，學生只要將老師配好的溶液倒入燒杯及鹽橋中，將裝置接上檢流計即完成實驗，對學生來說，未免有些單薄及無趣，很難引起學生的共鳴及深入思考電化學的影響因素，故研究者加入另一個自製電池的實驗，讓學生從趣味的實驗中驗證電池的化

學原理。

(四)教學步驟：

一、目的：以不同水果自製果凍電池，讓學生了解電池的基本構造與產生電壓、電流的原理。

二、實驗材料：各類水果(如：橘子、草莓、蕃茄、奇異果等)、金屬片 1cm×10cm(如：銅片、鋁片、鋅片)、燒杯、鱷魚夾、三用電錶、直尺、洋菜粉、酒精燈、蒸餾水、果汁機、保鮮膜、LED 燈等。

三、實驗步驟：

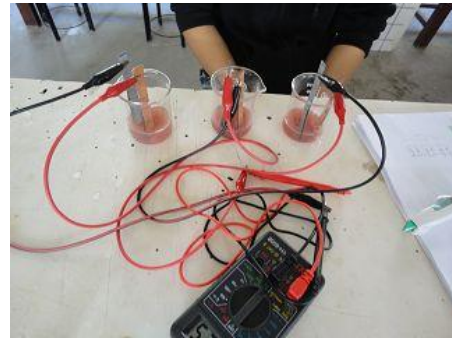
- 1.將各類水果(如：橘子、草莓、蕃茄、奇異果等)，以「果實」、「果汁」、「果凍」等方式呈現。
- 2.果實以鋅片 (1cm×10cm) 當負極、銅片 (1cm×10cm) 當正極，電極深度 3cm、電極距離為 1cm，以電錶分別測量其每種形式之電壓及電流。
- 3.以果汁機將農作物打成果汁，以鋅片 (1cm×10cm) 當負極、銅片 (1cm×10cm) 當正極，電極深度 3cm、電極距離為 1cm，以電錶分別測量其每種形式之電壓及電流。
- 4.將果汁煮沸後加入寒天粉(寒天：果汁=1：5)，攪拌均勻並倒入容器中，放入冰箱冷藏以製成果凍。再以鋅片 (1cm×10cm) 當負極、銅片 (1cm×10cm) 當正極，電極深度 3cm、電極距離為 1cm，以電錶分別測量其每種形式之電壓及電流。
- 5.更換電極金屬片的種類，觀察電壓電流是否改變。以鋅片當負極、銅片當正極，電極深度 3cm、電極距離為 1cm，以電錶分別測量「果汁」、「果凍」之

電壓及電流。

- 6.以鋁片當負極、銅片當正極，電極深度 3cm、電極距離為 1cm，以電錶分別測量「果汁」、「果凍」之電壓及電流。
- 7.改變金屬電極的深度，觀察電壓電流是否改變。以鋅片當負極、銅片當正極，電極深度分別為 3cm、2cm、1cm，而電極距離固定為 1cm，以電錶分別測量「果汁」、「果凍」之電壓及電流。
- 8.改變金屬電極間的距離，觀察電壓電流是否改變。以鋅片當負極、銅片當正極，金屬電極間的距離分別為 3cm、2cm、1cm，而電極深度固定為 3cm，以電錶分別測量「果汁」、「果凍」之電壓及電流。
- 9.改變果汁(果凍)濃度，觀察電壓電流是否改變。將各種水果榨汁，分別加入蒸餾水調配濃度為 100%、75%、50%、25% 各 50mL。再將各類不同濃度的果汁做成果凍，以鋅片當負極、銅片當正極，電極深度 3cm、電極距離為 1cm，以電錶分別測量各種不同濃度的「果汁」、「果凍」之電壓及電流。
- 10.以電極並聯形式，觀察電壓電流是否改變。以鋅片當負極、銅片當正極，電極深度 3cm、電極距離為 1cm，分別並聯 1 組(銅-鋅)、2 組(銅-銅-鋅-鋅)、3 組(銅-銅-銅-鋅-鋅-鋅)等三種型式，進行測量「果凍」之電壓及電流。
- 11.以電極串聯形式，觀察電壓電流是否改變。以鋅片當負極、銅片當正極，電極深度 3cm、電極距離為 1cm，分別串聯 1 組(銅-鋅)、2 組(銅-鋅-銅-鋅)、3 組(銅-鋅-銅-鋅-銅-鋅)等三種型式，進行測量「果凍」之電壓及電流。
- 12.將組合的水果電池接上 LED 燈、鬧鐘上，看是否能讓電器運轉。



圖三十一、時鐘運轉了



圖三十二、測水果電池的電壓

(五)學生反應：

從「水果電池實驗」的教學研究結果顯示，學生覺得該實驗很好玩，可以從生活實用的角度看到另一種電池面貌的呈現，許多學生表示，他們萬萬沒想到水果也可以做成電池，剛開始還會懷疑果汁真的會產生電嗎？做了以後才了解果汁是扮演電解質的角色。研究者發現，有部份學生國小時看過老師做柳丁電池的實驗，卻不知道原理為何？以為只有柳丁才能發電，經過實驗教學後，學生至少釐清的幾個概念：(一)水果電池產生電壓的主因在於二片金屬片的電動勢不同所導致，電動勢差越大所產生的電位差越大，套用在其它電池上道理亦同；(二)水果的角色是電解質，電解質的濃度、流動性必然會影響電池的效果，果凍的效果雖然有時不如果汁，但可攜帶的穩定性卻無可取代，這也說明乾電池使用糊狀電解質的道理；(三)電極金屬片的深度、面積會影響發電效果，說明接觸面積會影響反應速率，電極距離的遠近與解離說有關，這些概念都是國二理化的內容，教師也可藉此幫學生複習「反應速率」及「電解質與酸鹼鹽」的章節；(四)水果電池的串並聯組合，可讓學生複習串聯與並聯的意義、了解串並聯會對電壓與電流造成何種影響，更重要的是可讓學生將水果電池組合接在

LED 燈或時鐘上，提高學生的學習成就感，也使實驗多了趣味性及實用性的功能。

第二節 學生自然科學學習成效分析

(一)實驗組班級及對照組班級背景分析

本研究的對象為大湖國中三年級學生，以三年孝班為對照組、三年仁班為實驗組，進行為期一年的研究。對照組仍採用傳統的教學方式，實驗組則融入研究者所設計的趣味實驗課程，待研究結束後再進行學生自然科成績前後測的比較分析及科學態度量表的探討。

表八、實驗組及對照組的背景資料統計表

三孝(對照)	人數	百分比	三仁(實驗)	人數	百分比
弱勢人數	15	17.2%	弱勢人數	17	19.5%
學障人數	9	10.3%	學障人數	11	12.6%
全校前 10 名	6	6.9%	全校前 10 名	3	3.4%
全校前 30 名	13	14.9%	全校前 30 名	12	13.8%

班級	國文(5)	英語(3)	地理(1)	歷史(1)	公民(1)	理化(4)	數學(4)	加權平均
01	44.30(3)	28.69(3)	34.29(3)	38.41(3)	44.31(3)	32.31(3)	38.39(3)	37.23(3)
02	48.97(2)	42.71(2)	53.55(2)	58.65(2)	60.42(2)	54.68(1)	53.23(1)	51.43(2)
03	60.63(1)	48.47(1)	57.60(1)	60.40(1)	67.87(1)	51.67(2)	43.17(2)	53.36(1)
平均	51.30	39.96	48.48	52.49	57.53	46.22	44.93	47.34

從背景資料顯示(表八)，對照組的學生群全校前 10 名占了超過一半，全校前 30

名也將近一半，相反地，實驗組(三仁)的學生群全校前 10 名只占了 3 名，實驗組全校前 30 名比例略少於對照組，故實驗組在高分群學生的表現屈居下風。此外，對照組的成績與實驗組成績約在伯仲之間，對照組數理科皆為全年級第一名，數學科對照組領先實驗組差距約 10 分左右，自然科差距約 3 分，且數學分數偏低，將會嚴重影響理化科的學習(理化科有計算題)，加上許多學障學生有學習上的障礙，故學障學生多的實驗組班級，教學將會備受考驗，由此可知實驗組在學習條件上遠不如對照組(據研究顯示，弱勢族群的學習會受背景環境影響)，故此次的研究實驗組在數理科的表現上略顯遜色，想要縮小或追上對照組的成績需要多費功夫，畢竟單一科的成績仍會受到班級學習氣氛、班級常規、運算及閱讀能力等因素所影響，特別是三年級有會考的壓力存在，要施予實驗教學必然遇到許多困難，但本研究若能帶起學生的學習興趣，將可有利於找出弱勢學生學習的有效良方。

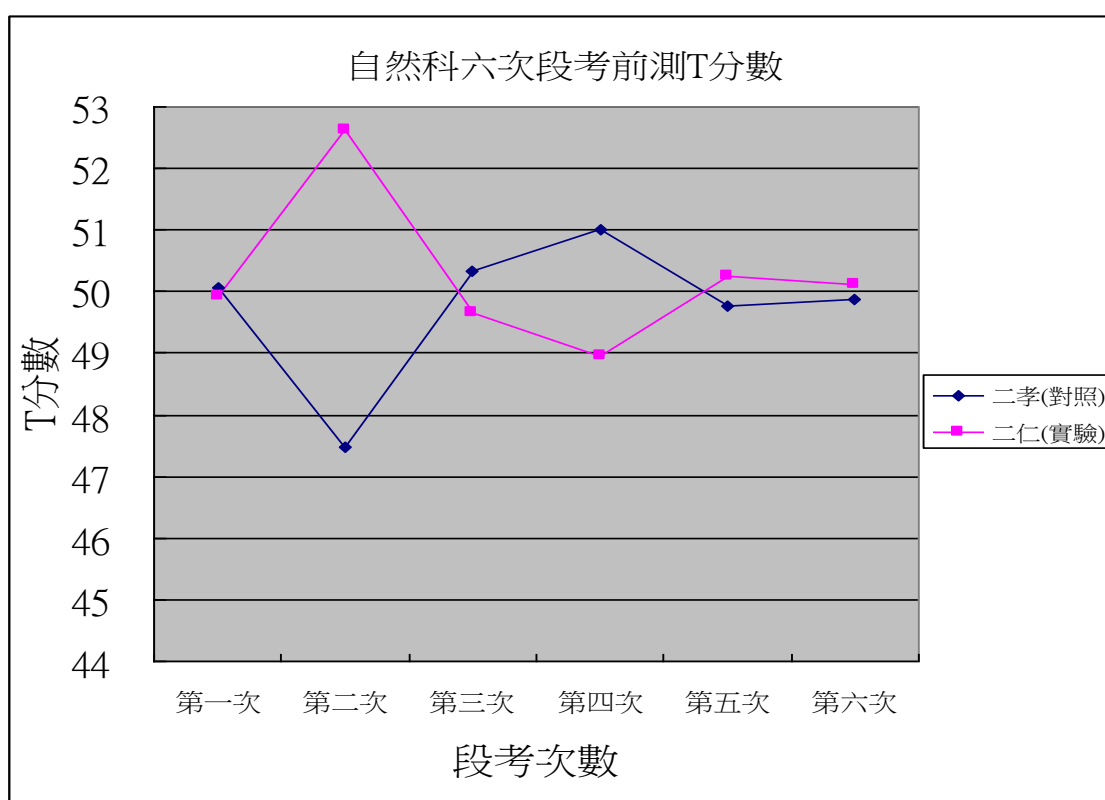
(二)實驗組與對照組自然段考成績比較

首先進行二組學生前測分數的建立，故針對實驗組與對照組在二年級上、下學期的自然科六次段考分數進行分數轉換成 T 分數，摒除段考考卷難易度不同、出題教師不同、命題範圍不同等因素，再將六次段考 T 分數平均作為前測的起始分數，並作出分數分布圖，以探討各組學生成績的分布情形。實驗組與對照組自然科前測 T 分數如下表所列：

表九、實驗組及對照組的自然科前測 T 分數統計表(二組二年級時)

	第一次	第二次	第三次	第四次	第五次	第六次	平均
二孝(對照組)	50.06	47.47	50.33	51.00	49.76	49.88	49.75
二仁(實驗組)	49.94	52.61	49.65	48.96	50.25	50.12	50.26
標準差	20.29	14.92	15.89	19.77	14.74	16.83	17.07

圖三十三、實驗組及對照組的自然科前測(101 學年後六次段考)T 分數趨勢圖



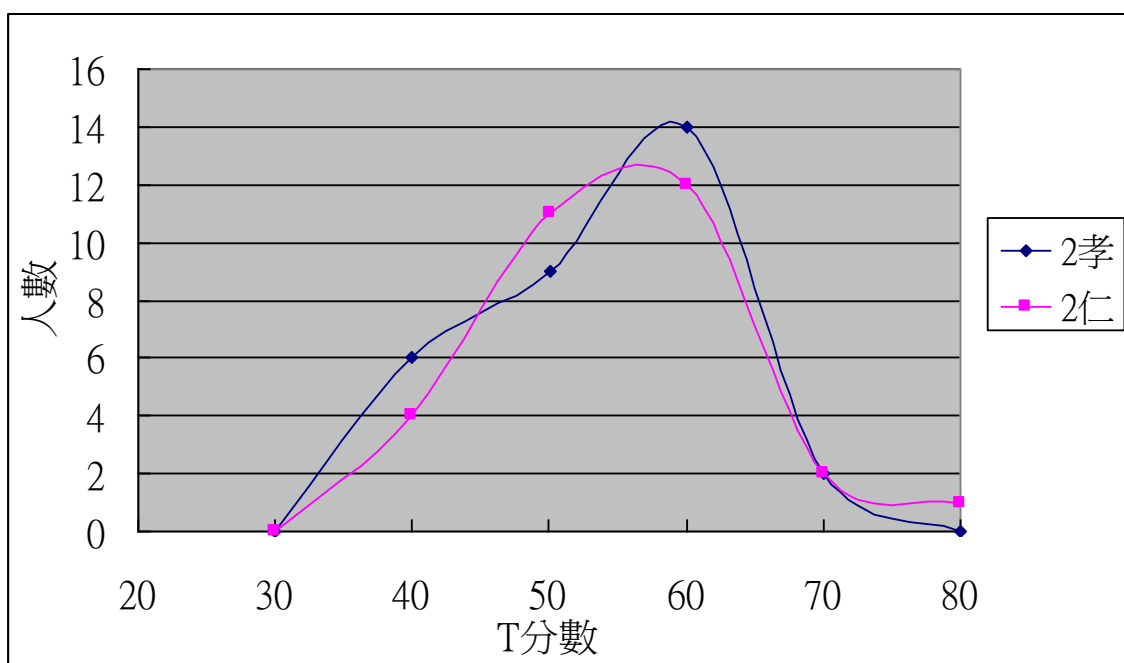
實驗組與對照組自然科前測三次段考 T 分數趨勢圖，如上圖所示，由圖表可知，六次自然科前測的分數，對照組與實驗組互有擅場，總平均分數也在伯仲之間(T 分數相差不超過 0.5 分)，足以證明實驗組與對照組在自然科的前測表現相近，說明二組間自然分數並無顯著差異。

若從實驗組與對照組自然科前測平均 T 分數分佈表及分數分布圖來探討各組成員在自然科前測的個別表現(如表十、圖三十四)，可以發現：

- (1)三孝(對照組)的高分群及低分群與三仁(實驗組)相差無幾。
- (2)二組的眾數多集中在 T=50 以上，由此可知二班的水準略高於該年段其它班級。
- (3)對照組(三孝)的 T=60 以上的人數略多於實驗組，證明前述所說弱勢及學習障礙人數確實會影響學習的成效，實驗組弱勢學生多，故在成績上的表現不如對照組。

表十、實驗組與對照組自然科前測平均 T 分數分佈表

T 分數(人)	孝(對照組)	仁(實驗組)
30	0	0
40	6	4
50	9	11
60	14	12
70	2	2
80	0	1

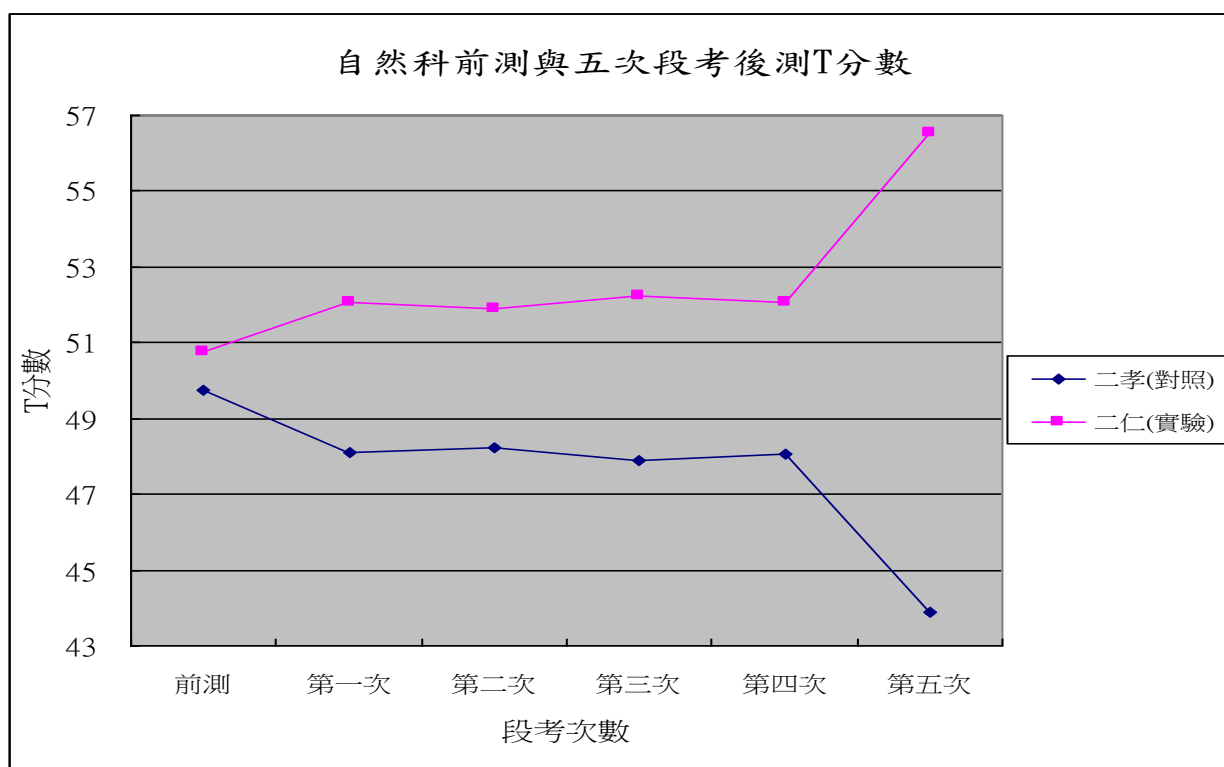


圖三十四、實驗組與對照組自然科前測平均 T 分數分佈圖

在完成前測分數的建立後，接著進行實驗組的趣味實驗教學(二組在二年級時皆有進行趣味實驗教學的經驗，至三年級後，僅設定三仁(實驗組)才進行趣味實驗教學，而對照組仍採一般傳統教學)。研究者首先必須先完成課程的設計，並將趣味實驗課程融入一般的教學之中，待教學完成後，進行資料的收集與課程單元內容的修正，為達到檢驗課程是否具有成效，故以實驗組與對照組的三年級上、下學期的自然科五次段考分數平均作為後測分數，並將分數轉換成 T 分數，摒除段考考卷難易度不同、出題教師不同、命題範圍不同等因素，再將五次段考 T 分數平均，並作出分數分布圖，以探討各組學生成績的分布情形。實驗組與對照組自然科各次段考 T 分數(後測)如下表所列：

表十一、實驗組與對照組自然科各次段考 T 分數(後測)統計表

	1 前測	2 第一次	3 第二次	4 第三次	5 第四次	6 第五次
3 孝(對照組)	49.75	48.08	48.23	47.89	48.08	43.89
3 仁(實驗組)	50.78	52.05	51.90	52.25	52.06	56.53
標準差	17.07	19.33	19.48	17.78	18.29	23.58



圖三十五、實驗組與對照組自然科前測與後測(五次段考)T 分數趨勢圖

實驗組與對照組自然科後測五次段考 T 分數趨勢圖，如上圖所示，由圖表可知，在前測時，對照組與實驗組的自然科成績相差無幾，經過趣味實驗課程教學後，成績之間的關係出現劇烈的變化，從第一次段考的成績顯示，實驗組與對照組已從前測中誤差範圍內的「勢均力敵」(T 分數相差 1 分)，已有一些變化(T 分數相差 4 分)，第二次段考二組的 T 分數也維持在 4 分的差距，可以說明第一次段考實驗組的分數變化並非誤差所致，第一次段考至第四次段考二組的 T 分數一直有 4 分左右的差距，說明二組在自然科的表現上已穩定拉開距離，到了第二學期最後一次段考(第五次)，實驗組平均 T 分數已大舉勝過對照組 13 分以上，實驗組與對照組的差距擴大，由此證實趣味實驗課程所發揮的效果具有延續性，可長期支持學生的學習興趣，此外亦說明實驗組在自然科所採用的趣味實驗教學對學生自然科分數的提升有顯著的效果。

若從分數分布圖來探討各組成員在自然科後測的個別表現(如下圖)，可以發現第一次段考時，實驗組的自然科平均分數略高於對照組，但對照組已出現雙峰現象(T分數>70的人數、T分數<40的人數皆多於實驗組)，反倒是實驗組仍維持常態分佈，高分群沒有對照組多；第二次段考時，實驗組自然科分數已恢復常態分佈，但已偏向正偏態(Positive skew)，低分群人數已高於對照組，而高分群人數也與實驗組差不多；第三次段考時，對照組再次出現雙峰現象，對照組的中間群學生人數大幅滑落；到了第四次段考，實驗組的高峰向前移動，略呈現負偏態(Negative skew)，證明實驗組的高分群正在逐漸增加，反倒是對照組的雙峰完全成形，T分數=60的人數及T分數=40的人數竟一樣多(約10人)，說明對照組在理化成績表現上大幅滑落；到了第五次段考，實驗組負偏態(Negative skew)更明顯，有將近23人的T分數>60分，但對照組的雙峰現象已轉換成嚴重的正偏態(Positive skew)，絕大多數的學生自然科分數都落在T分數<50分(約24人)，這樣的結果也說明了二組學生對自然科的學習正朝向二條不同的道路前進。探究原因發現，原本沒有雙峰現象的對照組出現了明顯的雙峰現象，代表已出現中、低分群學生放棄學習的狀況，而實驗組的朝向負偏態的方向前進，可能是幾個因素產生：(一)當考題太簡單或太難、或切合學生應答習慣時，中低分群會表現較佳，但真實的能力仍待考驗；(二)低分群學生容易受環境影響分數高低，譬如：班級上課氣氛優良，中低分群的學生會比較願意聽課，反之，則表現更差；(三)參與學校活動致使課業荒廢，對照組於第五次段考時，便有許多學生參加球隊比賽，致使許多課程無法延續，加上又快要畢業，學生心態上放縱許多，致使對照組與實驗組分數差距過大，至於學生真正實驗差距仍待進一步探討，但整體而言，研究者設計的趣味實驗課程仍有助於中後段學生提高自然科的成績，並有效阻止

班級雙峰現象發生。

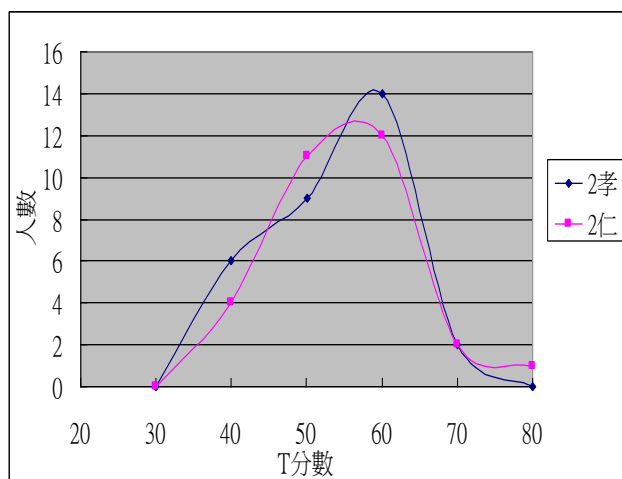


圖 36.前測實驗組與對照組的分數分布圖

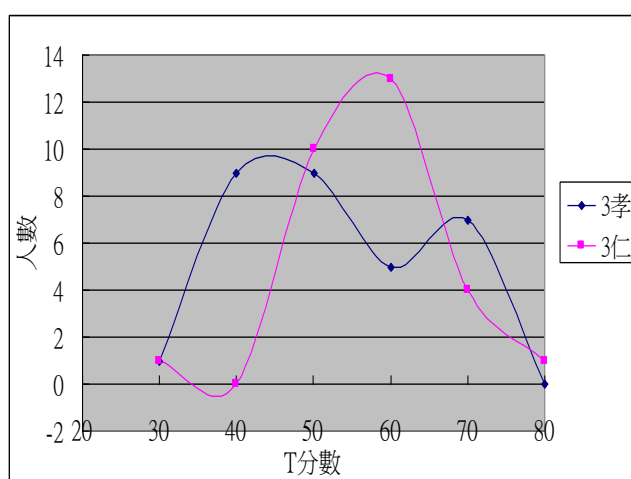


圖 37.第 1 次段考實驗組與對照組的分數分布圖

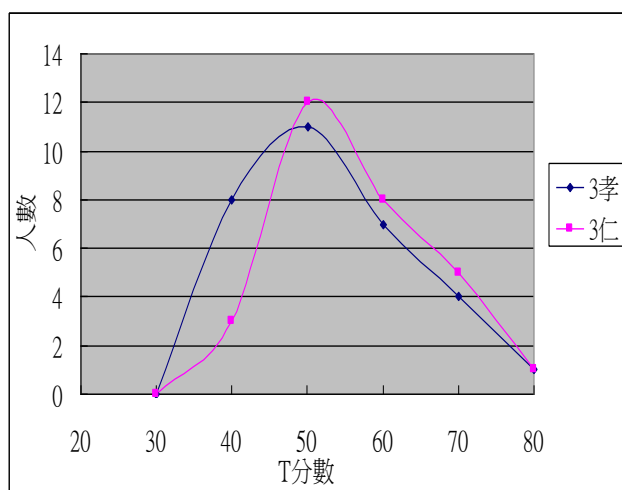


圖 38.第 2 次段考實驗組與對照組的分數分布圖

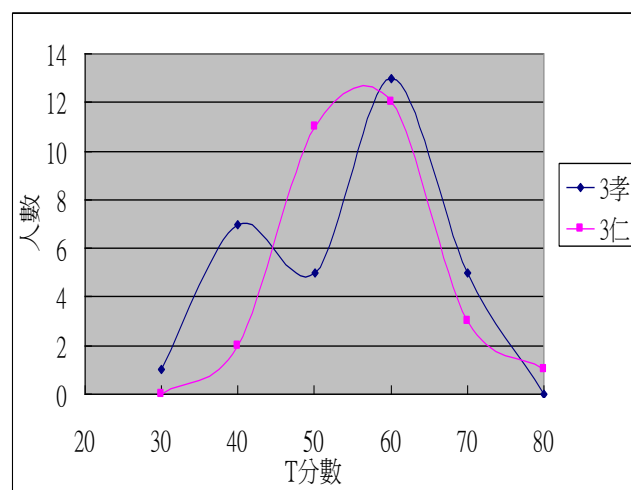


圖 39.第 3 次段考實驗組與對照組的分數分布圖

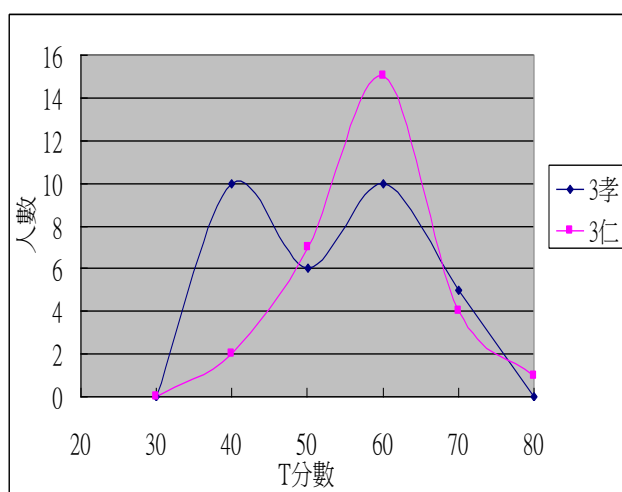


圖 40.第 4 次段考實驗組與對照組的分數分布圖

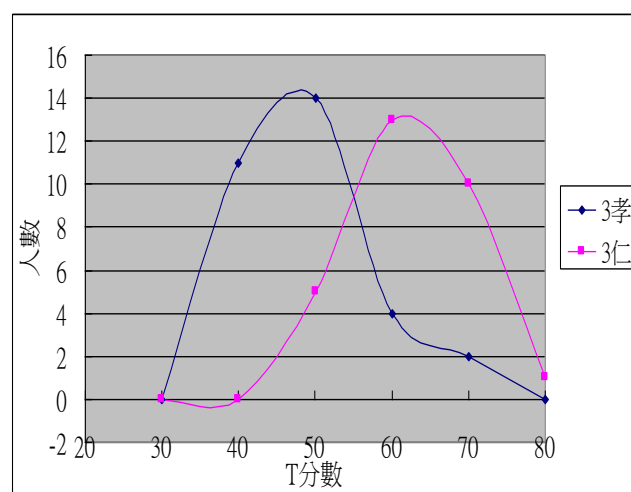


圖 41.第 5 次段考實驗組與對照組的分數分布圖

(三)實驗組與對照組其它科段考成績比較

單從上述數據，或許可以證明研究者設計的趣味實驗課程的確有助於低學習成就者提高自然科的成績，但是這樣的結果卻未必然一定是實驗課程施行所造成的，譬如：有可能實驗組班級學習氣氛變好了、更換了更嚴格的導師、學校的教育方針改變、學生的運算能力變好了等因素所致，必須觀察其它科的成績是否提升來佐證學生的成績變好是外部因素造成實驗組學生成績全面提升，或是實驗設計導致只有自然科成績提升，來釐清研究的變因控制是否得宜。

從以下的多次段考的數據顯示，對照組在數學科的表現上都比實驗組還佳，對照組在數學科目的平均分數約勝實驗組 5 分，由此可知，對照組的在數學科的表現上並不遜於實驗組，而實驗組在文科的表現上雖優於對照組，但數理科上卻未必然能勝過對照組，甚至超越對照組，故從段考數據上可推論幾點：

- 1.趣味實驗課程有助於提高低學習成就者自然科成績，必然是實驗課程施行所造成的結果(每次段考自然科的平均分數實驗組皆勝過對照組 7~8 分，但數學科分數實驗組卻輸照照組 4~5 分，偶有領先也只有 1~2 分)。
- 2.實驗組能夠在自然科成績表現突出，應與外在因素無關，包括：班級學習氣氛變好了、更換老師、學校的教育方針改變、學生的運算能力變好了等因素。所以實驗組自然科成績變好，但在數學科上卻無明顯精進，對照組只是在自然科上遜於實驗組，數學科卻與實驗組在伯仲之間。
- 3.趣味實驗課程僅能對自然科成績有所幫助，能否拓展到其它科別上仍待考驗。

實驗組學生對自然科的學習信心無法短時間發揮到其它科別，探究其最大的原因，國中乃分科教學，科別間的差異度大，很難在短時間內改變現狀，即使學生因自然科的成功一時產生強烈的信心，但這樣的信心在沒有可靠的基礎能力

下，不久後將被無情的成績現實所擊垮，故不可能在短時間內在其它科上有大幅突破。

表十二、三年級對照組(02)與實驗組(03)第一次段考成績比較表

班級	國文(5)	英語(4)	地理(1)	歷史(2)	公民(1)	理化(4)	數學(4)	加權平均
01	62.17(2)	45.52(3)	42.20(3)	47.45(3)	58.55(3)	38.66(3)	38.13(3)	47.42(3)
02	59.16(3)	47.23(2)	59.29(2)	63.87(2)	65.94(2)	49.29(2)	54.58(1)	54.91(2)
03	68.45(1)	57.72(1)	83.93(1)	69.52(1)	68.38(1)	57.00(1)	49.24(2)	61.40(1)
平均	63.26	50.16	61.81	60.28	64.29	48.32	47.32	54.58

表十三、三年級對照組(02)與實驗組(03)第二次段考成績比較表

班級	國文(5)	英語(4)	地理(1)	歷史(2)	公民(1)	理化(4)	數學(4)	加權平均
01	54.77(3)	39.59(3)	48.73(3)	44.28(3)	55.21(3)	35.21(3)	33.60(3)	42.85(3)
02	56.94(2)	51.42(2)	61.68(2)	65.87(2)	65.10(2)	47.29(2)	47.10(1)	53.64(2)
03	67.14(1)	57.17(1)	86.97(1)	73.10(1)	71.10(1)	54.66(1)	42.21(2)	59.81(1)
平均	59.61	49.39	65.79	61.08	63.80	45.72	40.97	52.10

表十四、三年級對照組(02)與實驗組(03)第三次段考成績比較表

班級	國文(5)	英語(4)	地理(1)	歷史(2)	公民(1)	理化(4)	數學(4)	加權平均
01	53.79(3)	45.24(3)	43.27(3)	47.79(3)	69.79(3)	43.31(3)	39.20(3)	47.08(3)
02	60.84(2)	49.58(2)	64.32(2)	60.97(2)	73.94(2)	55.42(2)	49.94(2)	56.39(2)
03	74.93(1)	58.86(1)	85.17(1)	76.69(1)	85.83(1)	63.10(1)	51.31(1)	66.29(1)
平均	63.19	51.23	64.25	61.82	76.52	53.94	46.82	56.59

(四)實驗組與對照組前 10%學生段考成績比較

從上述的數據顯示，實驗組的學生僅在自然科的成績上表現突出，那究竟是那一群學生讓實驗組的自然科成績大幅追上對照組，而這一群「關鍵學生」的變化原因為何呢？

表十五、實驗組及對照組的背景資料統計表

三孝(對照)	人數	百分比	三仁(實驗)	人數	百分比
--------	----	-----	--------	----	-----

弱勢人數	15	17.2%	弱勢人數	17	19.5%
學障人數	9	10.3%	學障人數	11	12.6%
全校前 10 名	6	6.9%	全校前 10 名	3	3.4%
全校前 30 名	13	14.9%	全校前 30 名	12	13.8%

我們比較對照組與實驗組前 10%的學生人數及成績來看，結果發現學生全校前 10%的學生仍是對照組約占 40%，實驗組各占 40%，與研究前所作的背景分析資料(表十五)相去不遠，可以說明經過實驗課程的操作後，前 10%的學生在成績上雖有成長，實驗組所占的比例已拉近至 40%，但對照組仍有近半的優勢(約占 40%)，想要靠高分群拉近全班的平均分數，仍然有極大的困難，必然是靠中後段的學生提高分數才能達到我們所看見的結果。而從前 10%的學生成績分布情形，只能獲得一些結論：

- 1.趣味實驗課程確實能提高高分群學生的成績(從名次及百分比上得知)，但在成績上的效果有限(隱性的效果不得而知)，更難透過單一科別(自然科)大幅勝過對照組的高分群學生，畢竟高分群學生的能力幾乎都在伯仲之間，分數差也都在 1~2 分，故無法明顯成長。
- 2.實驗組成績的提升關鍵應非在高分群學生身上，必然是靠中後段的學生提高分數才能達到追上對照組的成效，這點還必須進一步分析探討。

班級	座號	姓 名	國文 (5)	英語 (4)	地理 (1)	歷史 (2)	公民 (1)	理化 (4)	數學 (4)	加權 總分	平 均	校 名次	班 名
03	01	安	97	100	100	100	95	93	96	2036	96.95	1	1
01	27	淨	85	100	96	90	90	90	100	1951	92.90	2	1
02	30	穎	91	90	92	92	98	80	88	1861	88.62	3	1
02	22	雲	93	100	94	92	95	68	80	1830	87.14	4	2
03	03	育	90	86	100	100	88	75	80	1802	85.81	5	2
02	04	陳	89	86	96	90	90	88	72	1795	85.48	6	3
03	12	松	83	96	94	78	90	70	76	1723	82.05	7	3
02	16	葉	76	72	88	98	90	73	88	1686	80.29	8	4
02	05	范	86	50	84	98	95	85	84	1681	80.05	9	5
02	14	黃	83	64	78	76	95	75	88	1648	78.48	10	6

自然科成績前 10%的學生，對照組(3 孝)占 6 位，實驗組(3 仁)佔 3 位，高分群仍是對照組領先。

班級	座號	姓 名	國文 (5)	英語 (4)	地理 (1)	歷史 (2)	公民 (1)	理化 (4)	數學 (4)	加權 總分	平 均	校 名次	班 名
03	01	安	97	98	100	100	95	98	96	2048	97.52	1	1
01	27	淨	89	96	90	92	90	98	92	1953	93.00	2	1
03	12	星	90	98	98	94	88	85	80	1876	89.33	3	2
03	03	育	89	80	92	98	90	85	76	1787	85.10	4	3
02	05	士	87	74	92	96	93	93	72	1768	84.19	5	1
03	07	盛	90	94	98	90	85	80	52	1717	81.76	6	4
02	16	葉	77	80	88	96	80	60	84	1641	78.14	7	2
02	22	李	88	82	92	88	95	58	68	1635	77.86	8	3
03	19	吳	84	92	86	90	75	65	60	1629	77.57	9	5
02	04	范	75	78	94	84	85	75	56	1558	74.19	10	4

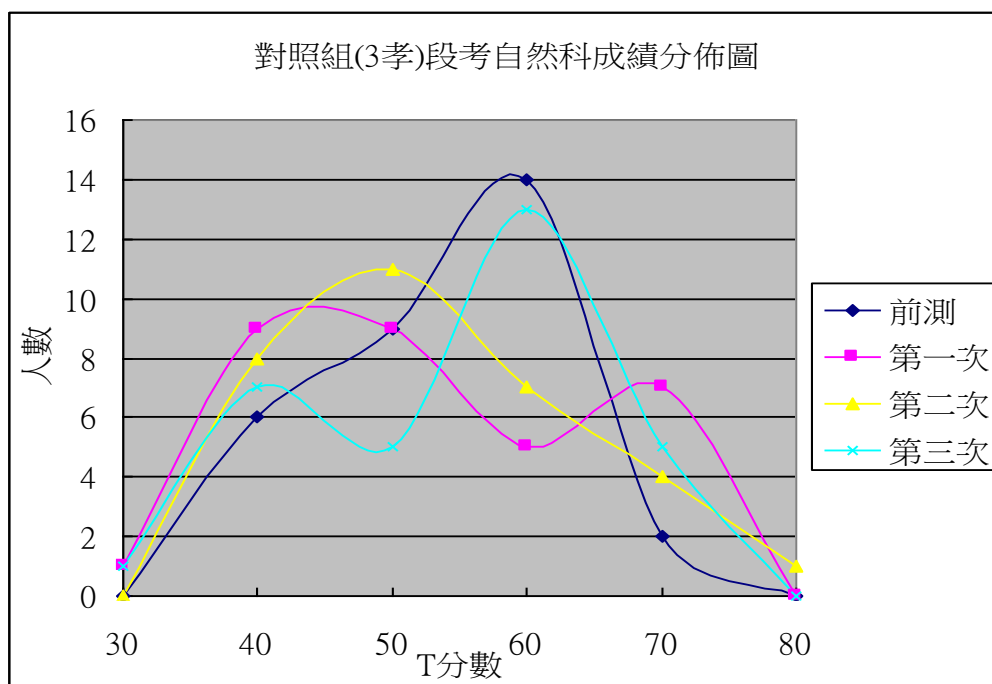
自然科成績前 10%的學生，對照組(3 孝)占 4 位，實驗組(3 仁)佔 4 位，高分群二班仍在伯仲之間。

班級	座號	姓 名	國文 (5)	英語 (4)	地理 (1)	歷史 (2)	公民 (1)	理化 (4)	數學 (4)	加權 總分	平 均	校 名次	班 名
03	01	安	97	98	98	100	100	98	96	2051	97.67	1	1
01	27	淨	90	96	98	92	98	88	100	1966	93.62	2	1
03	12	星	94	94	98	90	88	88	92	1932	92.00	3	2
03	07	盛	95	90	96	92	95	88	76	1866	88.86	4	3
02	30	穎	95	86	92	88	90	78	80	1809	86.14	5	1
02	22	雲	92	96	96	88	98	78	68	1798	85.62	6	2
02	05	范	82	71	92	98	98	86	88	1776	84.57	7	3
03	03	李	91	83	100	96	95	72	76	1766	84.10	8	4
02	14	黃	89	77	88	74	95	78	72	1684	80.19	9	4
01	32	謝	84	79	84	88	95	64	80	1667	79.38	10	2

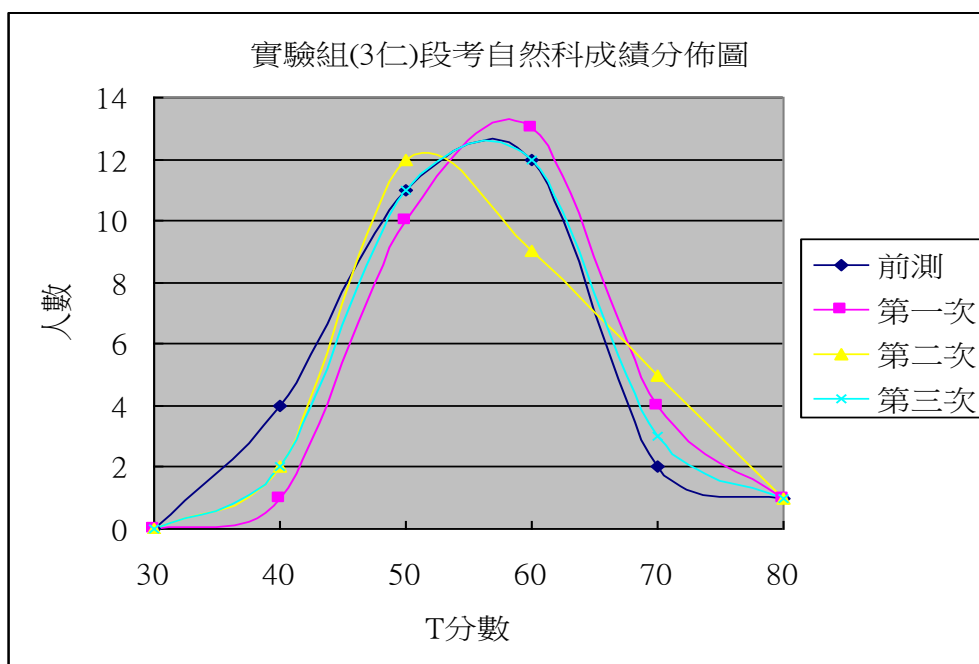
自然科成績前 10%的學生，對照組(3 孝)占 4 位，實驗組(3 仁)佔 4 位，高分群二班仍在伯仲之間。

為了證明前述的推論：「實驗組成績的提升關鍵應非在高分群學生身上，必然是

靠中後段的學生提高分數所造成，…」研究者將實驗組及對照組前測分數及前三次段考分數(採前三次段考的原因在於學期內學習具有連續性，跨學期的分數必然受寒假假期因素、課程學習中斷因素、個人家庭因素等影響，使影響數據變化的因素變多，故不列入)進行統計分析，並畫出各組自然科成績分布圖，結果如下圖(圖四十二、圖四十三)所示。



圖四十二、對照組(3孝)前測與後測前三次段考成績分布圖



圖四十三、實驗組(3 仁)前測與後測前三次段考成績分佈圖

從以上圖示的結果可以得知以下幾點結論：

- 1.對照組(3 孝)前測的自然科分數與前三次段考自然科分數相比較，發現段考分數分佈圖的曲線出現雙峰現象，低分群大幅增加，高峰明顯向左移動(正偏態)，但前端高分群人數不減反增，高低分群距離拉開，學習成效的差距隱然形成，後續效應值得觀察。
- 2.實驗組(3 仁)前測的自然科分數與前三次段考自然科分數相比較，前測曲線與後測並無太大差異，中間群學生變化不大，但可以看到峰群略向右方移動，呈現負偏態，且低分群學生逐次減少，高分群學生逐次增加，說明說明低學習成就學生減少，轉為中段的學生，中段學生轉為前段學生。
- 3.由上述的數據與論證說明了研究者的論點：「實驗組成績的提升關鍵應非在高分群學生身上，必然是靠中後段的學生提高分數所造成，…」在實驗組班上

後段的學生，儘管段考名次不佳，但自然科的成績表現卻勝過附近名次的學生甚多，最高也曾達到 70 分(原始分數)以上，也可說明科學並非優秀學生的專利，只要合宜且適當的教學方式(如：本研究的趣味實驗課程)仍可引導低學習成就學生提升學習成效。

班級	座號	姓名	國文 (5)	英語 (4)	地理 (1)	歷史 (2)	公民 (1)	理化 (4)	數學 (4)	加權 總分	平均	校 名次	班 名
01	18	如 婷 凡 俞 峻	75	53	60	60	93	42	40	1188	56.57	46	8
02	27		64	56	46	34	80	60	48	1170	55.71	47	18
03	21		65	46	68	70	88	60	28	1157	55.10	48	22
03	20		45	55	72	72	70	62	44	1155	55.00	49	23
02	17		66	33	78	80	83	50	40	1143	54.43	50	19
03	13	崇 綱 宇 致 楷	24	33	92	76	90	70	68	1138	54.19	51	24
03	08		60	56	82	66	30	56	36	1136	54.10	52	25
03	11		68	34	78	68	73	70	20	1123	53.48	53	26
03	06		58	42	78	80	88	48	28	1088	51.81	54	27
02	06		49	19	82	76	78	60	52	1081	51.48	55	20
01	16	賴 源 彰 何 詩 健 劉 羽 清 張 瑞 源 曾 佳 玲	43	26	86	80	95	50	52	1068	50.86	56	9
02	18		60	30	56	60	78	64	32	1058	50.38	57	21
01	14		50	34	60	60	83	52	48	1049	49.95	58	10
03	09		62	44	82	48	33	50	32	1025	48.81	59	28
01	26		61	62	20	20	88	40	40	1021	48.62	60	11

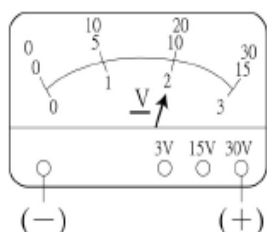
(五)實驗組與對照組發展探討

若從數據與結果去探討本研究的成效，無疑可以證明本研究的趣味科學實驗可以提升學生的自然科學學習成效，但卻有許多實際的教學面是從數據中無法得知的，實驗組成績較對照組好，只是說明二者的相對性而已，並不能證明實驗組真的把自然科基礎的能力都學到了，其次段考的題型也會左右所呈現的結果，當然研究者轉換 T 分數已經將外在因素去除了(包括考卷的難易、出題教師等)，但系統的因素並未去除，舉例來說：實驗題型當然對有做過實驗的學生有利，完全沒碰過實驗的學生當然只能憑空想像，雖然這樣並不能說明對照組的學生都不會寫實驗型題目，但對低學習成就的學生就會有所影響，考卷出的實驗題、觀察題越多，影響越大。

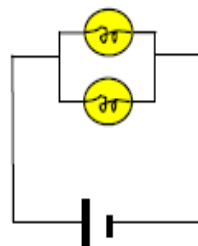
以第二次段考為例，出題的範圍包括：「功與能」、「電壓與電流」等章節，課本

中與實驗有關的單元有：「運動的物體也能作功」、「電阻與歐姆定律」等二個單元，本研究則發展了四至五項的實驗，增加了實驗的份量，一般的老師連課本上的實驗都未必有時間做完，因為學校並沒有足夠的實驗器材或者其它因素所致(可能因為趕課、實驗準備不足、沒有實驗室、老師覺得準備麻煩、老師對實驗操作不熟悉等因素)，更別說要在這些實驗以外還要再發展趣味的科學實驗，對照組便是典型一般傳統教學的例子，對照組學生接受傳統的科學教育，花許多時間在課堂的解說與習題的演練，實驗可能是偶而為之的點綴性課程；而實驗組則是恰好相反，除了正規實驗之外，還加了許多趣味的科學實驗，或者改良了課本中的實驗課程，讓它變得更有趣些，實驗組與對照組二種迥異的教學方式，遇上的傳統的段考考題(這些考題皆從書商所提供的題庫出題，並無涉入教師個人意向)究竟對誰有利呢？結果顯示，實驗組已由前測時與對照組不相上下，轉變為超越對照組，分析考卷內容發現，考卷題目許多都是實驗操作題，譬如下圖例子，都是很明顯的實驗操作題型，有利於實際操作過的學生作答，沒有實際操作過的對照組學生，作答時依靠的是上課記憶的內容，必然比實驗組的學生要辛苦多，但對照組二年級時仍有經歷過趣味實驗教學，仍保有一定的基礎能力，並不會因沒做過實驗，段考就兵敗如山倒。

6. 小文在實驗中使用伏特計測量某種電源之電壓，結果如附圖，下列何者為該電源的電壓？ (A) 2 伏特 (B) 10 伏特 (C) 20 伏特 (D) 30 伏特

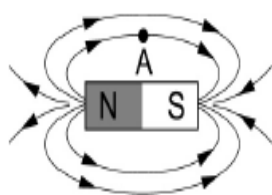


23. 如附圖，每個燈炮皆相同(電阻皆為 1 歐姆)，且流經每個燈炮的電壓為 2V，請問電池的總電壓為何？ (A) 4V (B) 6V (C) 2V (D) 1V

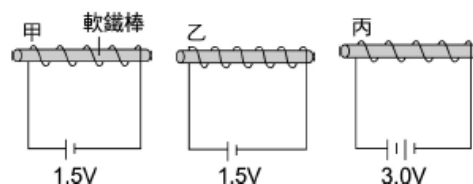


15. 附圖為一條形磁鐵的磁力線分布情形，若將一磁針置於A點，則其磁針N極所指之方向為： (A)

↑ (B) ↓ (C) ← (D) →



21. 甲、乙、丙三根相同的軟鐵棒分別環繞不同圈數的線圈，或電路中連接不同電壓的電池組，如附圖所示。下列關於軟鐵棒右端磁場大小的敘述，何者正確？ (A) 甲 > 乙 > 丙 (B) 甲 = 乙 = 丙 (C) 甲 < 乙 < 丙 (D) 甲 < 乙 = 丙

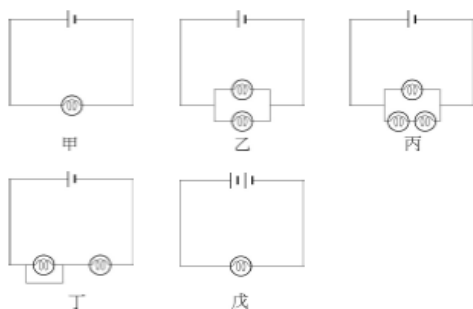


但實驗所帶來的學習優勢，並不會每次都得到很好的成效，這和學生的基礎能力強弱(特別是數學的運算能力及國文的閱讀理解力)有很大的關係，以第一次段考為例，出題的範圍包括：「速度與加速度」、「力與運動」等章節，多牽涉物理抽象的概念，實驗的內容大幅下降，取而代之的是計算問題與邏輯性問題，對一般學生而言，理化開始有點難度，需要透過想像及推理來得到合理的答案，對本研究的對照組而言，有其在數學科的優勢，因為他們的計算能力較實驗組佳，對於計算題多的考試是相當有利的，但對照組亦有需要調適的地方，因為二年級學理化時進行較多的實驗教學，到了三年級便大幅減少，學習方式的變化多少會造成某些人學習不適應，甚至放棄學習，然而對實驗組而言，他們所遭遇的困難仍脫離不了計算題的一大考驗，研究者在上「速度與加速度」單元時，發現許多學生不太會算「速度」與「加速度」，因二者有點類似，只要上課觀念沒聽懂(加上本單元也沒有實驗可做)，學生幾乎有半數都會答錯相關題型，這樣的情況無關對理化科的喜惡，運算能力不佳的因素，使得段考內容只要遇到較多的計算問題，便有如此的結果。

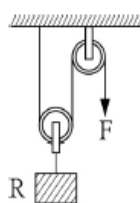
其次，實驗組要面臨第二個問題便是閱讀理解力的問題，在「功與能」及「電壓與電流」的章節中，功的計算、電壓(電流)的計算是很重要的單元，也是考試常出現的題型，如下圖(第 5,22 題)，考題常會要求學生比較電流的大小、或者推算作功的

大小，研究者則認為讓學生親手操作一次後，學生就可以清楚地比較差異性，的確經過實驗後，實驗組的學生確實把能夠分清楚電流在不同串並聯時的差別，但段考後卻發現許多題目仍然還是答錯，仔細探究原因發現：實驗組學生受到文字敘述上的干擾，只要是題目文字敘述越長、非直接敘述型題目(反向題)、選項內的單位不一、正反答案交互排列、圖形太多等，都會造成作答失誤等現象，這是部份閱讀能力不佳的實驗組學生無法避免的結果，正如研究者前面所述：「本研究雖證明趣味科學實驗可以提升學生的自然科學學習成效，但卻有許多實際上教學面的困難是無法從數據中得知...」光從段考成績斷定學習的成效未免武斷(即便本研究實驗組表現比對照組好)，仍須透過其它的評量工具、觀察學生的表現，才能得到完整的記錄。

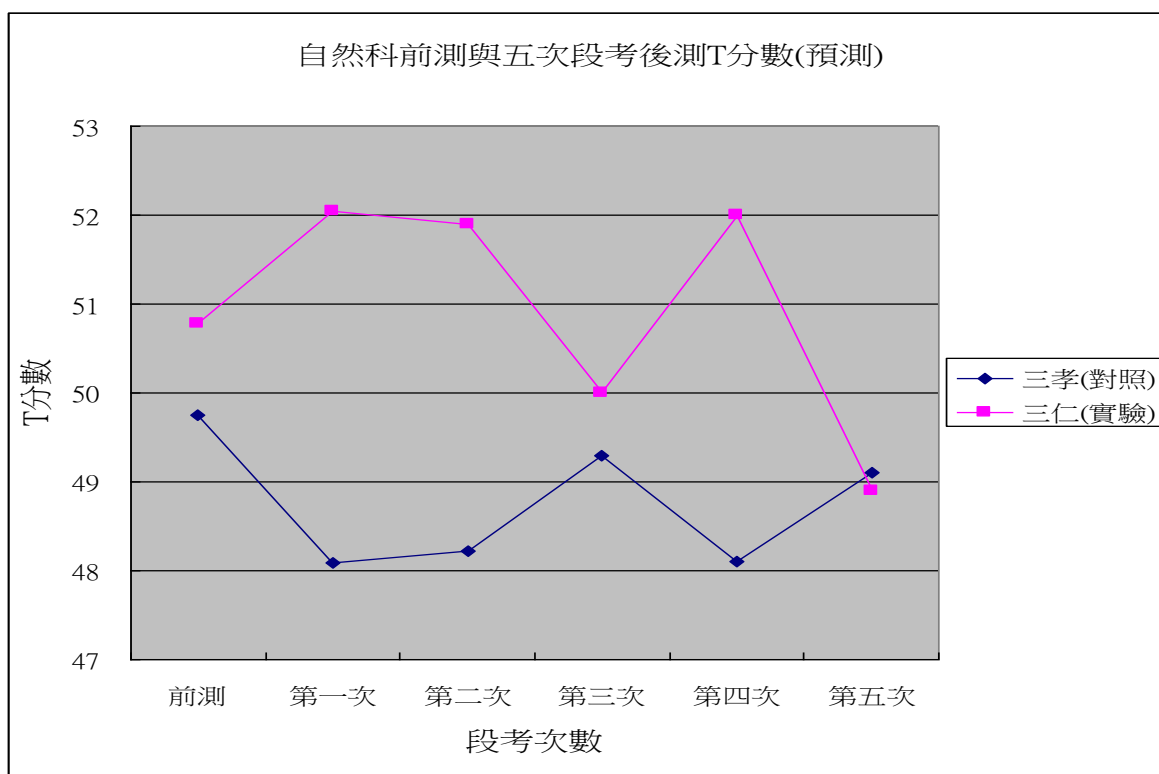
22. 下列有關「流經甲乙丙丁戊燈泡的電流大小關係」的敘述何者錯誤？ (A) 甲 = 乙 (B) 甲 = 丁 (C) 乙 > 丙 (D) 丁 = 戊



5. 一滑輪組安裝如附圖所示，下懸一 10 公斤之重物 R，今欲使之上升 2 公尺，則下列敘述何者錯誤？ (A) 右端 F 處需施力 5 公斤 (B) 右端 F 處需將繩拉下 4 公尺 (C) 此滑輪組之施力為物重的 1/4 (D) 右端需作功 196 焦耳



從上述的推論：「實驗組的成績表現，並不會因做趣味實驗所帶來的學習優勢，而每次段考都得到很好的成績(或者是壓倒性勝利)，這和學生的基礎能力強弱(特別是數學的運算能力及國文的閱讀理解力)有很大的關係，…」研究者在施行研究經過二次段考後，便發現了此現象，故研究者綜合了學生運算能力、閱讀能力及該章節的難度，做出了段考成績預測圖(圖五十四)，屆時研究完成後，再比較預測圖與實際圖的差異性，以做出相關因素分析。



圖四十四、實驗組與對照組自然科前測與後測(五次段考)T 分數趨勢圖(預測)

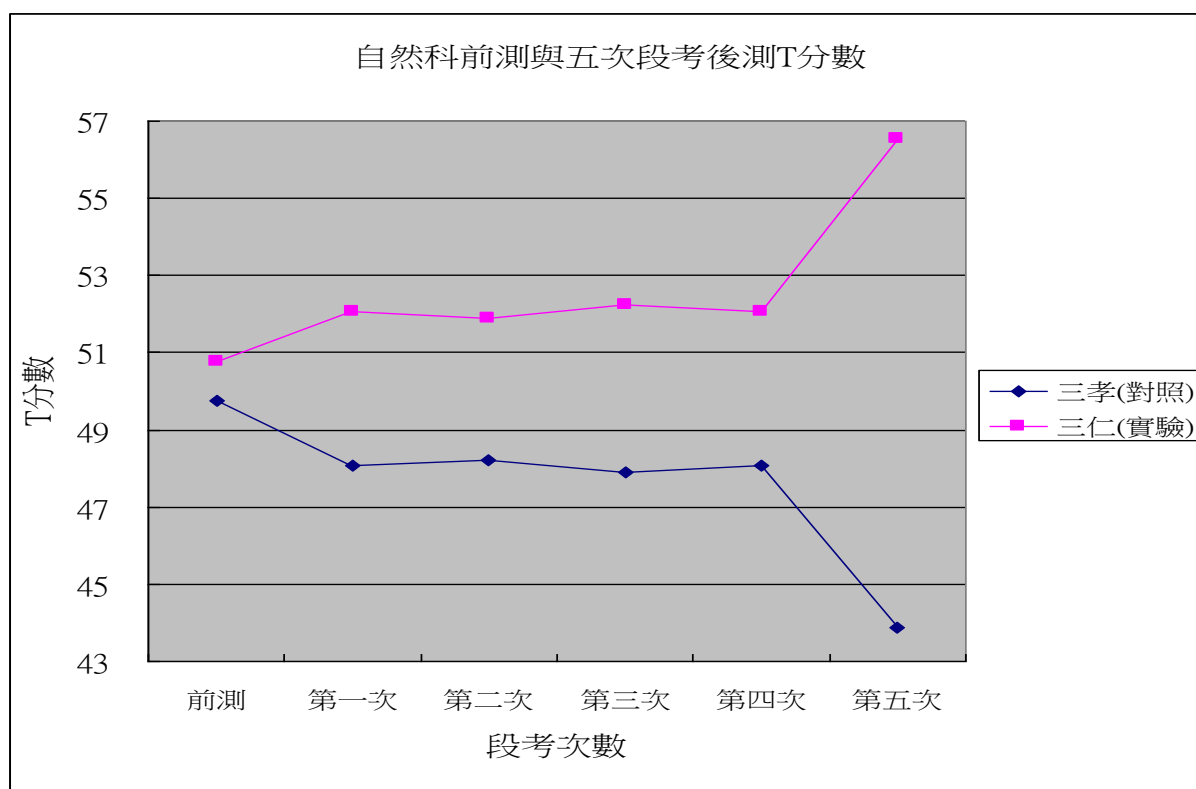
在原本的預測中，實驗組與對照組在前測僅有小幅的落差(自然科段考 T 分數約差 1 分)，經過上學期第一次及第二次段考發現，實驗組與對照組的落差擴大至 4 分 (T 分數)，遠超出研究者的預料之外，研究者認為第一次段考及第二次段考課程內容涉及速度、加速度的計算、牛頓三大運動定律，照理說數學科較差的實驗組應該較吃虧，表現能小勝對照組一點，就相當就算不錯了，單憑一、二次段考成績的進步不足以代表課程施行出現成效，應長期觀察方能定論，研究者認為隨著課程內容不斷加重、變深，學生的成績應會出現大幅的變化，研究者推估：

- (一)在第三次段考的範圍內，課本的實驗少，加上電壓與電流的難度較高，且又有複雜的計算，對於實驗組的學生應會造成不小的壓力，除了教學內容不易透過簡單的觀察得知之外(所以研究者才會重新設計實驗課程)，還要大量的計

算，想要拿到及格的分數已有相當的難度，特別是學障及弱勢學生多的實驗組，恐怕成績不會表現太好。

(二)在下學期第一次段考的範圍內，接續上學期的電學單元，除了要複習先前的電學計算之外，還要學習電學化的內容，包括：電池原理、電解、電鍍等，這些都考驗學生的先備的基礎能力，幸好本範圍內有許多的實驗可讓學生實作，也增添實驗組學生在學習上的理解，故應可以得到較佳的成績。

(三)到下學期第二次段考，也就是三年級學生的最後一次段考，學生大多以敷衍的態度在應付學校的段考，對於要升學的學生來說，會考才是重點，對於要唸私校或打算去工作的學生來說，段考早已不重要了，故此次段考範圍不論對實驗組或對照組都不會有好的表現，一般預估整體成績會下降。



圖四十五、實驗組與對照組自然科前測與後測(五次段考)T分數趨勢圖(實際)

經過一年的實驗研究之後，得到了實驗組與對照組在自然科成績表現上的實際變化圖，結果顯示與研究者先前的推估出現落差。在前測的分數上，實驗組與對照組僅有小幅的落差(自然科段考 T 分數約差 1 分)，經過趣味實驗教學後，在第一次段考及第二次段考實驗組與對照組的差距擴大至 4 分(T 分數)，二組的差異已明顯拉大，這部份與預估圖相近，原本預估第三次段考實驗組成績應會下滑(預估值相差 1 分以內)就已經相當不錯，結果顯示，在第三次段考，實驗組成績不但沒有下滑，還領先對照組約 4.5 分(T 分數)，至下學期第一次段考時，實驗組仍維持領先對照組 4 分以上(T 分數)，出乎意料之外，至下學期第二次段考時，實驗組與對照組的差距擴大至 12 分，若從 T 分數趨勢圖結果來看，似乎斷定實驗組在自然科的表現上穩定而成長地超過對照組，也證明趣味實驗課程對學生學習有顯著的成效，但仔細分析可以發現幾點現象：

(一)對實驗組而言，它的成績變化一直都是向上的趨勢，它的每次後測 T 分數一直都比前測(T=50.78)還要高，證明趣味實驗課程對該班有良好的效果。

(二)對照組而言，它的成績變化一直呈現向下的趨勢，它的每次後測 T 分數一直都比前測(T=49.75)還低，特別是下學期最後一次段考滑落的幅度最大(較前測低 6 分左右)，與前測分數相較相有一段差距，其它四次的後測分數皆低於前測分數，也代表該組的自然科成績已不如以往，或者實驗組在自然科的表現較對照組來得突出，使得對照組相對分數降低。

(三)研究者以獨立樣本 t-test(信賴區間 95%)檢驗實驗組與對照組前測與後測的差異，結果顯示實驗組與對照組在前測時，自然科的成績未達顯著差異

($p=.646$)，代表二組在前測時自然科的實力相當，而從後測的結果顯示，二組在自然科後測(五次段考 t 分數平均)的成績則呈現顯著差異($p=.010$)，代表實驗課程拉開二者的差距(表十六、表十七)，證明實驗組使用趣味實驗教學，達到提升成績的效果。

表十六、實驗組(仁,3)與對照組(孝,2)組別統計量

	班級	個數	平均數	標準差	平均數的標準誤
前測	2	31	49.7516	8.6946	1.5616
	3	29	50.7777	8.5086	1.5800
後測	2	31	47.2339	9.2291	1.6576
	3	29	52.9569	7.2636	1.3488

表十七、實驗組(仁,3)與對照組(孝,2)組別統計量

		變異數相等的 Levene 檢定		平均數相等的 t 檢定						
		F 檢定	顯著性	t	自由度	顯著性(雙尾)	平均差異	標準誤差異	差異的 95% 信賴區間	
									下界	上界
前測	假設變異數相等	.207	.651	-.462	58	.646	-1.0261	2.2231	-5.4762	3.4239
	不假設變異數相等			-.462	57.876	.646	-1.0261	2.2215	-5.4731	3.4209
後測	假設變異數相等	2.871	.096	-2.657	58	.010	-5.7230	2.1541	-10.0349	-1.4110
	不假設變異數相等			-2.678	56.392	.010	-5.7230	2.1370	-10.0033	-1.4426

(四)縱觀實驗組與對照組經過一年的實驗，已使實力差異不大的二組，在自然科的表現上越差越遠，亦間接證明趣味實驗課程對於學習成就不佳的學生具有一定的成效，成效能否延續及擴大也端賴課程更加精進與深化。

第三節 學生自然科學學習態度分析

研究者於趣味實驗課程施行之前，針對實驗組進行「科學態度」問卷調查前測，俟本研究趣味實驗課程教學告一段落之後，再針對實驗組進行本研究第二次「科學態度」問卷調查(後測)，以比較學生在施行趣味科學實驗後，科學態度是否有所改變。

本問卷採用宋秀芬(2008)的科學態度量表(信度係數 Cronbach α =0.9353)為問卷基礎，對研究對象進行問卷調查，以「科學態度量表」前測、後測施測結果，加以數據處理分析，以求量化之資料，而獲得主要的研究結果。為求具體數據，採用量化研究為主，質性研究為輔，故並配合教學流程中訪談等資料收集，以作為質性之資料來源，並藉此了解學生科學態度的轉變。

研究者以參與研究之實驗組學生為問卷調查對象，預計發出 29 份問卷(參與本問卷前後測調查的同學係指上、下學期全程參與的學生，中途轉入或轉出者不在本研究範圍內)。問卷題目採 Likert 五等量表，分為五個等距，1~5 分單級計分，1 代表「非常不同意」、2 代表「不同意」、3 代表「普通」、4 代表「同意」、5 代表「非常同意」，將回收完成的問卷依學號別進行分類整理編碼，依分數統計結果，進行描述性統計分析。有效問卷為 29 份，無效問卷為 0 份，回收率 100%。

將實驗組前後測問卷調查的結果，進行獨立樣本 t-test，結果顯示實驗組在「科學態度」的表現上，後測的平均分數皆遠比前測來得高，實驗組達到顯著差異(p=.000)如下表所列：

表十八、實驗組科學態度問卷的統計量

	前後測	個數	平均數	標準差	平均數的 標準誤
科學態度	1	29	2.8862	.5132	9.530E-02
	2	29	4.1552	.7581	.1408

		變異數相等的 Levene 檢定		平均數相等的 t 檢定					
		F 檢定	顯著性	t	自由度	顯著性(雙尾)	平均差異	標準誤差異	差異的 95% 信賴區間
									下界 上界
科學態度	假設變異數相等	8.838	.004	-7.465	56	.000	-1.2690	.1700	-1.6095 - .9284
	不假設變異數相等			-7.465	49.209	.000	-1.2690	.1700	-1.6106 - .9274

表十九、「科學態度」問卷調查結果(前測)

題目	非常 認同	認同	沒意見	不認 同	非常不 認同
我覺得上自然課是很有趣的活動	0	10.3	34.5	55.2	0
如果我發現一個奇怪的現象，我會很想去研究他	0	20.7	31	41.4	6.9
我很想將內心的想法實際動手做做看	13.8	13.8	34.5	37.9	0
上自然課時，我喜歡自己動手實際操作實驗	0	24.1	34.5	41.4	0
我上自然課時，我有不懂得地方就會問老師或同學	0	10.3	55.2	34.5	0
我相信自然科的探討活動，可以幫助我獲得新發現	10.3	6.9	37.9	44.8	0
我認為學習自然科對自己很有幫助	20.7	0	51.7	27.6	0
我相信自然科可以讓我獲得新知識，讓我有信心去 處理日常生活的事	10.3	17.2	37.9	34.5	0
我能從探討自然現象中獲得知識，這讓我覺得研究 自然是有趣的事	10.3	10.3	48.3	24.1	6.9
我上自然課時，常會主動舉手發問	0	10.3	69	20.7	0

如果老師要我們觀察某樣東西，我會細心觀察	10.3	0	58.6	31	0
我認為自然界各種現象的產生都有它一定的原因， 不可能無緣無故發生	0	24.1	41.4	34.5	0
我覺得觀察自然現象，是學好自然科的必備條件	10.3	3.4	41.4	44.8	0
我認為做實驗就是要細心、不馬虎，得到的實驗結果才是正確的	0	0	79.3	20.7	0
當同學跟我說實驗做不出來時，我會自己去試試看，而不會輕易相信他的話	0	24.1	55.2	17.2	3.4
我做實驗紀錄時，會確實將實驗結果紀錄下來，不會因為別組的答案和我不同，而更改實驗的結果	0	13.8	55.2	27.6	3.4
網路上流傳說某個謠言，我會透過實驗去證實它	0	0	86.2	13.8	0
我認為經過仔細討論、思考後所得到的知識，才是可以讓人相信的	0	6.9	79.3	13.8	0
只要是書上寫的知識，就應該抱持懷疑的態度，我應該再去做實驗或是調查。	0	3.4	82.8	13.8	0
如果在上課時有不懂得地方，我認為想辦法問老師或自己查資料，可以提昇問題解決的能力	0	3.4	75.9	20.7	0

註：表格內數字代表百分比(%)。

本研究為了解實驗組學生在參與趣味科學課程前後，學生對「科學態度」的變化

性，乃針對問卷中的相關問題進行分析，研究者發現，學生在未參與趣味科學課程之前，在科學態度上的表現趨向於「沒意見」或「不認同」，各題的平均分數約落在2~3分之間，也就是說，學生在參與趣味科學課程之前，學生的科學態度表現不佳，沒意見者居多，其中有些題目「不認同」者多於「沒意見」者，例如：「我覺得上自然課是很有趣的活動」、「如果我發現一個奇怪的現象，我會很想去研究他」、「我很想將內心的想法實際動手做做看」、「上自然課時，我喜歡自己動手實際操作實驗」、「我相信自然科的探討活動，可以幫助我獲得新發現」、「我覺得觀察自然現象，是學好自然科的必備條件」，學生覺得上自然科就是上一門與國文、英文、數學無異的科目，不會覺得上課「有趣」、更不覺得上自然科需要「動手作」或「觀察現象」，只要把書背好記牢就可以得到高分，或許學生從小到大學校也沒太多的時間與機會讓學生學習動手作實驗，學生自然而然便不會想做或者認為不可能去做實驗，這樣的因素造成學生在科學態度上的表現不會太好。

表二十、「科學態度」問卷調查結果(後測)

題目	非常 認同	認同	沒意見	不認 同	非常不 認同
我覺得上自然課是很有趣的活動	58.6	24.1	17.2	0	0
如果我發現一個奇怪的現象，我會很想去研究他	44.8	24.1	31	0	0
我很想將內心的想法實際動手做做看	51.7	17.2	31	0	0
上自然課時，我喜歡自己動手實際操作實驗	51.7	10.3	37.9	0	0
我上自然課時，我有不懂得地方就會問老師或同學	41.4	24.1	34.5	0	0

我相信自然科的探討活動，可以幫助我獲得新發現	51.7	27.6	20.7	0	0
我認為學習自然科對自己很有幫助	51.7	27.6	20.7	0	0
我相信自然科可以讓我獲得新知識，讓我有信心去處理日常生活的事	48.3	34.5	17.2	0	0
我能從探討自然現象中獲得知識，這讓我覺得研究自然是有趣的事	48.3	24.1	27.6	6.9	3.4
我上自然課時，常會主動舉手發問	34.5	24.1	31	0	0
如果老師要我們觀察某樣東西，我會細心觀察	37.9	27.6	34.5	0	0
我認為自然界各種現象的產生都有它一定的原因，不可能無緣無故發生	58.6	17.2	24.1	0	0
我覺得觀察自然現象，是學好自然科的必備條件	51.7	27.6	20.7	0	0
我認為做實驗就是要細心、不馬虎，得到的實驗結果才是正確的	48.3	31	20.7	0	0
當同學跟我說實驗做不出來時，我會自己去試試看，而不會輕易相信他的話	34.5	20.7	44.8	0	0
我做實驗紀錄時，會確實將實驗結果紀錄下來，不會因為別組的答案和我不同，而更改實驗的結果	48.3	13.8	34.5	3.4	0
網路上流傳說某個謠言，我會透過實驗去證實它	31	24.1	37.9	6.9	0
我認為經過仔細討論、思考後所得到的知識，才是	48.3	24.1	24.1	3.4	0

可以讓人相信的					
只要是書上寫的知識，就應該抱持懷疑的態度，我	37.9	27.6	31	3.4	0
應該再去做實驗或是調查。					
如果在上課時有不懂得地方，我認為想辦法問老師	37.9	24.1	34.5	3.4	0
或自己查資料，可以提昇問題解決的能力					

註：表格內數字代表百分比(%)。

實驗組經過一學年參與「趣味科學課程」之後，再進行科學態度的問卷調查，研究者發現，學生在參與趣味科學課程之後，在科學態度上的表現趨向於「認同」或「非常認同」，各題的平均分數約落在 4 分以上，也就是說，學生在參與趣味科學課程之後，學生的科學態度表現遠比前測進步許多，「認同」及「非常認同」者合計皆達到七成以上，「沒意見」者也大幅下降至 30% 以內，僅部份題目「沒意見」者達到 30% 以上，這些題目包括：「我上自然課時，我有不懂得地方就會問老師或同學」、「我能從探討自然現象中獲得知識，這讓我覺得研究自然是有趣的事」、「我上自然課時，常會主動舉手發問」、「當同學跟我說實驗做不出來時，我會自己去試試看，而不會輕易相信他的話」、「網路上流傳說某個謠言，我會透過實驗去證實它」、「只要是書上寫的知識，就應該抱持懷疑的態度，我應該再去做實驗或是調查」、「我做實驗紀錄時，會確實將實驗結果紀錄下來，不會因為別組的答案和我不同，而更改實驗的結果」，從這些題目中並無法得知這些無意見內心真正的想法，但可由這些題目表現的趨勢得知：儘管學生表現出樂於學習自然科的科學態度，但「主動求知求真」

仍是學生最大的問題所在。

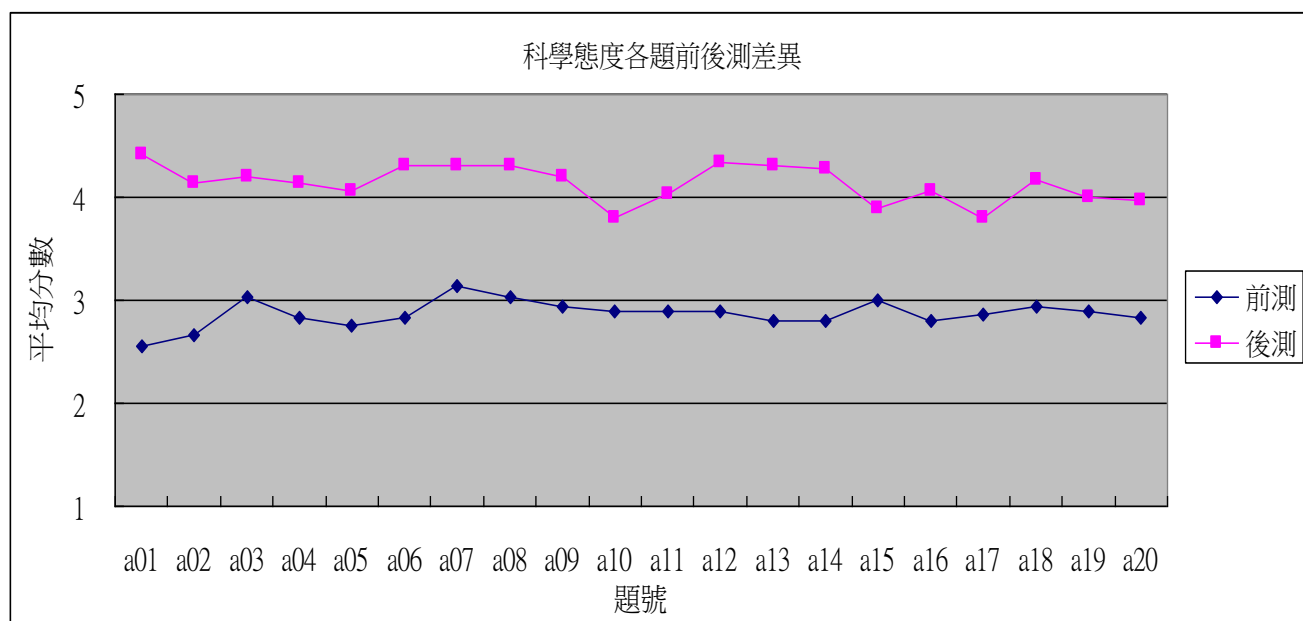
若針對科學態對每一題的平均分數進行分析比對可以發現，第 1、6、7、12、13 題後測平均分數皆達到 4.3 分左右，屬於相當高(正向)的分數，題目內容為：我覺得上自然課是很有趣的活動、我相信自然科的探討活動，可以幫助我獲得新發現、我認為學習自然科對自己很有幫助、我認為自然界各種現象的產生都有它一定的原因，不可能無緣無故發生、我覺得觀察自然現象，是學好自然科的必備條件等，這些題目的高分皆顯示出，趣味的科學課程已讓學生喜歡上自然科，並將「自然課」與「實驗觀察」做出正向的連結，而扭轉學生原先認知：「自然科與其它科沒甚不同」的既有印象。在落差值方面，以第 1 題「我覺得上自然課是很有趣的活動」落差值最大(達 1.86 分)，其次是第 13 題「我覺得觀察自然現象，是學好自然科的必備條件」(達 1.52 分)，證明學生已由原先不喜歡自然科到開始接受自然科是門有趣且可動手做的科目。

表二十一、「科學態度」各題在前、後測的落差值

題號	第 1 題	第 2 題	第 3 題	第 4 題	第 5 題	第 6 題	第 7 題	第 8 題	第 9 題	第 10 題
前測	2.55	2.66	3.03	2.83	2.76	2.83	3.14	3.03	2.93	2.90
標準差	.69	.90	1.05	.80	.64	.97	1.06	.98	1.03	.56
後測	4.41	4.14	4.21	4.14	4.07	4.31	4.31	4.31	4.21	3.79
標準差	.78	.88	.90	.95	.88	.81	.81	.76	.86	1.11

落差	1.86	1.48	1.17	1.31	1.31	1.48	1.17	1.28	1.28	0.90
題號	第 11 題	第 12 題	第 13 題	第 14 題	第 15 題	第 16 題	第 17 題	第 18 題	第 19 題	第 20 題
前測	2.90	2.90	2.79	2.79	3.00	2.79	2.86	2.93	2.90	2.83
標準差	.86	.77	.94	.41	.76	.73	.35	.46	.41	.47
後測	4.03	4.34	4.31	4.28	3.90	4.07	3.79	4.17	4.00	3.97
標準差	.87	.86	.81	.80	.90	1.00	.98	.93	.94	.92
落差	1.14	1.45	1.52	1.48	0.90	1.28	0.93	1.24	1.10	1.14

若觀察後測分數最低的題目，則第 10 題表現最差、前後測的落差值也最小，僅進步 0.9 分，第 10 題「我上自然課時，常會主動舉手發問」顯示出台灣學生不喜歡發問的老毛病，即便再有趣的科目，學生不僅害怕舉手發問，也不知道從何問起，與其說學生不會問問題，倒不如說學生從小並未被教育對自然萬物產生懷疑，都認為課本教的都是真的(或者是理所當然)，久而久之學生就被養成不愛發問的習慣。前後測的落差值小的題目還有第 17 題「網路上流傳說某個謠言，我會透過實驗去證實它」(進步 0.9 分)、第 15 題「當同學跟我說實驗做不出來時，我會自己去試試看，而不會輕易相信他的話」(進步 0.9 分)，也驗證研究者前面所述：學生不會對萬物抱持著懷疑的態度，也有沒習慣去檢驗生活中事物是否合理，對課本上的知識只是囫圇吞棗把它記起來，充其量能應用它就很好了，更遑論去深入探討，這也是自然科教師在教學上最困難的挑戰。



圖四十六：科學態度各題目在前後測的差異變化

表二十二、「科學態度」問卷調查正向趨向度

題目	認同者 (前測)	認同者 (後測)	認同度趨 向
我覺得上自然課是很有趣的活動	10.3	82.7	+72.4
如果我發現一個奇怪的現象，我會很想去研究他	20.7	68.9	+48.2
我很想將內心的想法實際動手做做看	27.6	68.9	+41.3
上自然課時，我喜歡自己動手實際操作實驗	24.1	62	+37.9
我上自然課時，我有不懂得地方就會問老師或同學	10.3	65.5	+55.2
我相信自然科的探討活動，可以幫助我獲得新發現	17.2	79.3	+62.1
我認為學習自然科對自己很有幫助	20.7	79.3	+58.6
我相信自然科可以讓我獲得新知識，讓我有信心去處理日常生活的事	27.5	82.8	+55.3

我能從探討自然現象中獲得知識，這讓我覺得研究自然是有 趣的事	20.6	72.4	+51.8
我上自然課時，常會主動舉手發問	10.3	58.6	+48.3
如果老師要我們觀察某樣東西，我會細心觀察	10.3	65.5	+55.2
我認為自然界各種現象的產生都有它一定的原因，不可能 無緣無故發生	24.1	75.8	+51.7
我覺得觀察自然現象，是學好自然科的必備條件	13.7	79.3	+65.6
我認為做實驗就是要細心、不馬虎，得到的實驗結果才是 正確的	0	79.3	+79.3
當同學跟我說實驗做不出來時，我會自己去試試看，而不 會輕易相信他的話	24.1	55.2	+31.1
我做實驗紀錄時，會確實將實驗結果紀錄下來，不會因為 別組的答案和我不同，而更改實驗的結果	13.8	62.1	+48.3
網路上流傳說某個謠言，我會透過實驗去證實它	0	55.1	+55.1
我認為經過仔細討論、思考後所得到的知識，才是可以讓 人相信的	6.9	72.4	+65.5
只要是書上寫的知識，就應該抱持懷疑的態度，我應該再 去做實驗或是調查。	3.4	65.5	+62.1
如果在上課時有不懂得地方，我認為想辦法問老師或自己	3.4	62	+58.6

註：表格內數字代表百分比(%)。

若從「科學態度」問卷各題的認同趨向度(含「認同」與「非常認同」之總合)變化情形來看，研究者發現認同度前後測增加最多的題目：第 14 題「我認為做實驗就是要細心、不馬虎，得到的實驗結果才是正確的」(+79.3%)，顯示學生認同做實驗細心、不隨便才是學好自然科的不二法門，，其次是第 1 題：「我覺得上自然課是很有趣的活動」(+72.4%)，證明趣味科學實驗能大幅增進學生對自然科的喜愛程度；在高認同度部份，以第 1,5,6,7 題後測分數高幾近 80 分，「我相信自然科的探討活動，可以幫助我獲得新發現」、「我認為學習自然科對自己很有幫助」、「我相信自然科可以讓我獲得新知識，讓我有信心去處理日常生活的事」等題目的高認同度顯示學生認為「從觀察及探討中可獲得科學知識」，而並非只是從老師的教學中獲得知識，且認為學習自然科對自己本身有所幫助；從前後測的變化也看得出學生學習科學的觀念在改變，已經不全然是「背多分」或「勤寫題目」，在後測分數偏低的題目方面，第 20 題「上自然課時，我喜歡自己動手實際操作實驗」卻偏低(認同度趨向亦偏低)，可能是該班學生對於實驗課雖然喜歡，但因本研究範圍內的實驗難度較高，學生在學習上容易感到挫折，故有此反映於問卷上；第 10 題「我上自然課時，常會主動舉手發問」分數偏低與第 5 題「我上自然課時，我有不懂得地方就會問老師或同學」形成反差，為何學生不愛上課舉手問問題，卻又認為上課不懂應該想辦法問老師呢？這樣的矛盾在於學生的「理想行為」與「實際行為」有極大的落差，這個世代的

學生能明白事情的對錯，但要學生身體力行卻是做不到，空有想法卻不付出行動，致使出現如此的衝突點。

若分析認同度趨向最低及增加最少的題目，則可以發現第 15 題「當同學跟我說實驗做不出來時，我會自己去試試看，而不會輕易相信他的話」(+31.1%)表現最差，證明學生不愛抱持著懷疑的態度在學習，也不想花時間或精神去驗證別人或網路上的流言，其次為第 10 題「我上自然課時，常會主動舉手發問」(+37.9%)，也印證前述學生不愛發問的毛病，足見我們的科學教育必須在學生的探索力、批判力上多加強。

若將本問卷的科學態度分為四個面向，則可細分為「喜歡探索」、「發現樂趣」、「細心切實」、「求真求實」等面向，各面向題目及信度詳如下表所列：

表二十三、科學態度各面向的題號及信度

能力指標	題號	Crombach α
喜歡探索	1-5	0.861
發現樂趣	6-10	0.867
細心切實	11-15	0.721
求真求實	16-20	0.772
合計	20	0.935

研究者將各面向題目進行分類統計，結果如下表所列，數據顯示學生在前測時，各面向的分數皆在 3 分以下，代表學生在前測時的科學態度表現不佳，經過科學實驗教學之後，再進行後測，結果顯示各面向皆達到 4 分以上，代表科學態度已大有進

步，從各面來看，「喜歡探索」面向的平均分數最高(4.19 分)、進步的落差值也最大(+1.43 分)，其次為「發現樂趣」(4.19 分)，而「求真求實」在各面向中後測平均分數最低(4.00 分)、進步的落差值也最小(+1.14 分)。

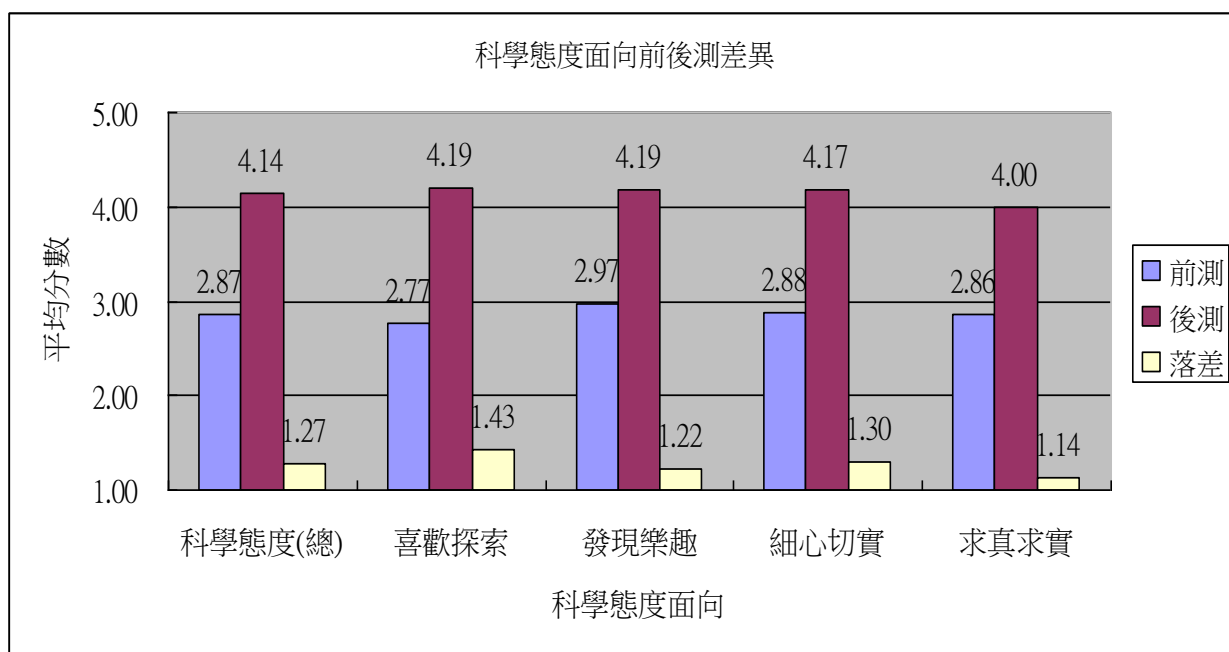
表二十四、科學態度各面向前後測平均分數差異比較

面向	科學態度(總)	喜歡探索	發現樂趣	細心切實	求真求實
前測	2.87	2.77	2.97	2.88	2.86
標準差	.51	.67	.70	.54	.40
後測	4.14	4.19	4.19	4.17	4.00
標準差	.75	.79	.80	.76	.86
落差	1.27	1.43	1.22	1.30	1.14

探究其原因，研究者認為趣味科學課程的確可以提升學生對科學探索的喜愛程度，但「喜愛探索」與「認真研究」是二回事，舉例來說，本研究中「電阻實驗」的實驗，是讓學生試著測量不同物體的電阻(包括：燈泡、碳棒、電阻條等)，學生對本實驗都感到相當有興趣，每組也都計算出差異很大的答案出來，卻很少有學生質疑這樣的實驗準確度高嗎？有沒有其它的影響因素，它是符合歐姆定律嗎？即便老師說過有許多物質並不符合，卻也很少有同學去質疑答案是否有問題，更沒有人去推算電阻條上的色碼數值與實驗值到底差了多少？當然，這個實驗初步的目的已達到(讓學生熟悉電阻的計算)，但更深層的意義卻是學生不積極主動地深入去學習，這也是我們學生在問卷表現出來的沉狀，「探索」與「樂趣」容易達成，但「求真求實」的態度與想法卻相當欠缺，筆者認為這是「無動力世代」的通病，現在的學生喜歡簡單而直

接的學習，一但學習遇到超過自己預期的困難便會立刻退縮、甚至放棄，更遑論去挑戰困難，久而久之，學生的學習內容就會越來越簡單，老師也不敢出太困難的題目，怕學生好不容易建立起來的學習信心與樂趣一下子又被摧毀殆盡，教學者與學習者的惡性循環就此展開，終難以培養一位勇於探究真相與真理的學生。

倘若研究場域是都會型學校或許可以透過各種方法或手段，使學生增進其「求真求實」的態度及能力，但是研究者所處的學校又為偏遠小校，學生本來對學科的興趣就不大，特別是數理科，加上計算與邏輯能力又差，學生即使能透過趣味實驗對科學產生興趣，成績也獲得提昇，但在實質面上的「追根究底」態度，卻很難在一時間改變，除了上述原因(學生挫折容忍力低)之外，因學生學科素質不佳，故遇到問題沒有解決的能力(包括計算、閱讀、推理等能力)，還有學生長期以來養成不良的學習習慣(包括：學習以考試範圍取向、片段學習、不愛整理筆記、不愛思考與探索、速食學習等)，都使得科學教育無法深化學生的研究能力，甚為可惜，不過從另一個角度看，偏鄉的教育本來就有一定的難度，學生素質也不如都會區，倘若目標設定只是要讓學生喜歡上科學、學會如何動手做實驗、學會探索的樂趣，不會排斥這門學科，相信我們已達到此目標，至於能不能培養出有傑出研究能力的學生，對偏鄉來說便不是此階段重要的目標。



圖四十七、科學態度各面向前後測平均分數差異比較

研究者除了針對實驗組的科學態度進行調查之外，還針對實驗組進行「學習態度」的前後測調查，本問卷採用洪彰懋(2010)的學習態度量表(信度係數 Cronbach $\alpha = 0.897$)為問卷基礎，對研究對象進行「學習態度」問卷，調查結果統計如下，將實驗組前後測問卷調查的結果，進行獨立樣本 t-test，結果顯示，實驗組在「學習態度」的表現上，後測的平均分數遠比前測來得高，實驗組達到顯著差異($p = .000$)如下表所列：

表二十五、實驗組(仁，1 前，2 後)學習態度問卷的統計量

	前後測	個數	平均數	標準差	平均數的標準誤
學習態度	1	29	2.8483	.2849	5.290E-02
	2	29	4.1000	.7221	.1341

		變異數相等的 Levene 檢定		平均數相等的 t 檢定						
		F 檢定	顯著性	t	自由度	顯著性(雙尾)	平均差異	標準誤差異	差異的 95% 信賴區間	
									下界	上界
學習態度	假設變異數相等	37.807	.000	-8.684	56	.000	-1.2517	.1441	-1.5405	-.9630
	不假設變異數相等			-8.684	36.510	.000	-1.2517	.1441	-1.5439	-.9595

表二十六、學習態度問卷調查結果(前測)

題目	非常 認同	認同	沒意 見	不認 同	非常不 認同
我能自動自發學習自然科	0	0	89.7	10.3	0
我在上自然課時能專心聽講	0	13.8	72.4	10.3	3.4
我喜歡和同學討論自然科的內容	0	0	72.4	24.1	3.4
我喜歡解決自然科的難題	0	0	75.9	24.1	0
我喜歡和同學一起作實驗	0	3.4	86.2	10.3	0
我喜歡參各項自然科學活動	0	3.4	72.4	24.1	0
我認為自然課程能培養自己獨立思考的能力	0	6.9	72.4	17.2	3.4
我認為自然課程能訓練自己動手做的能力	0	10.3	72.4	10.3	6.9

註：表格內數字代表百分比(%)。

本研究為了解實驗組學生在參與趣味科學課程前後，學生對「學習態度」的變化性，乃針對問卷中的相關問題進行分析，研究者發現，學生在未參與趣味科學課程之前，在學習態度上的表現趨向於「沒意見」或「不認同」，各題的平均分數約落在 2~3 分之間，也就是說，學生在參與趣味科學課程之前，學生的學習態度表現不佳，

沒意見者居多，「沒意見」者高達 70% 以上，其中「我能自動自發學習自然科」(89.7%)、「我喜歡和同學一起作實驗」(86.2%) 更高達 80% 以上，足見學生對學習的漠視，此外，「不認同」及「非常不認同」總和高的題目包括：「我喜歡和同學討論自然科的內容」(27.5%)、「我喜歡解決自然科的難題」(24.1%)、「我喜歡參各項自然科學活動」(24.1%)、「我認為自然課程能培養自己獨立思考的能力」(20.6%)，都有二成至三成的學生表示不喜歡討論和解決自然科的問題，也不喜歡參與自然科的活動，更不覺得學自然科可以培養自己的思考能力，由前測問卷結果得知，學生認為自然科並不有趣(甚至覺得無聊)，也不想多花時間深入學習，這樣的學習態度必然造成學生對該科的不滿與不耐煩，間接影響學生往後的學習意願。

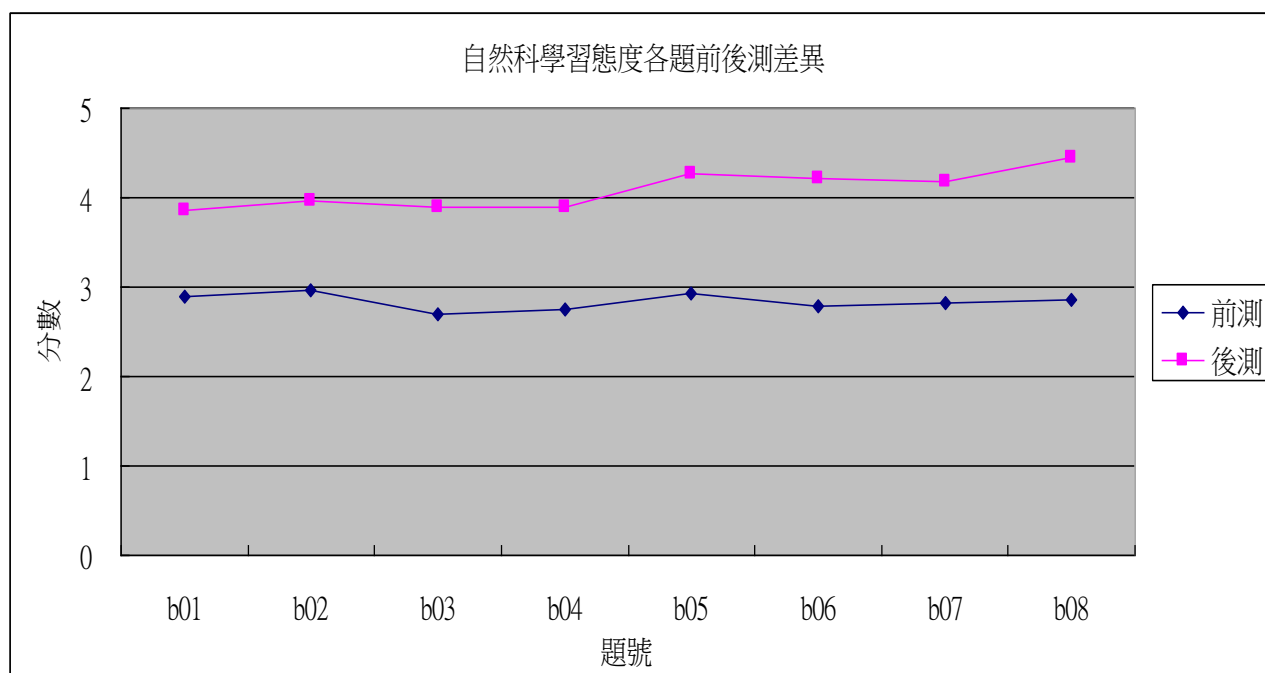
表二十七、學習態度問卷調查結果(後測)

題目	非常 認同	認同	沒意 見	不認 同	非常不 認同
我能自動自發學習自然科	34.5	17.2	48.3	0	0
我在上自然課時能專心聽講	41.4	17.2	37.9	3.4	0
我喜歡和同學討論自然科的內容	37.9	13.8	48.3	0	0
我喜歡解決自然科的難題	37.9	13.8	48.3	0	0
我喜歡和同學一起作實驗	55.2	17.2	27.6	0	0

我喜歡參各項自然科學活動	51.7	20.7	24.1	3.4	0
我認為自然課程能培養自己獨立思考的能力	48.3	24.1	24.1	3.4	0
我認為自然課程能訓練自己動手做的能力	55.2	37.9	3.4	3.4	0

註：表格內數字代表百分比(%)。

實驗組經過一學年參與「趣味科學課程」之後，再進行學習態度的問卷調查，研究者發現，學生在參與趣味科學課程之後，在學習態度上的表現趨向於「認同」或「非常認同」，各題的平均分數約落在 4 分以上，也就是說，學生在參與趣味科學課程之後，學生的學習態度較前測進步，「認同」及「非常認同」者合計皆達到六成以上，「沒意見」者也大幅下降至 40% 以內，其中以「我喜歡和同學一起作實驗」(72.4%)、「我我喜歡參各項自然科學活動」(72.4%)、「我認為自然課程能培養自己獨立思考的能力」(72.4%)、「我認為自然課程能訓練自己動手做的能力」(93.1%)等題目表現最佳，證明趣味課程能讓學生能喜歡上實驗課，其中實作的課程更讓學生認為實驗課有助於提升本身思考及創造的能力，儘管學生表現出樂於學習自然科的學習態度，但在「我能自動自發學習自然科」的題目中，僅 51.7% 的學生表示認同，代表半數的學生仍缺乏自動自發學習的習慣，這將是學生學習上的隱憂。



圖四十八、自然科「學習態度」各題前後測的差異變化

表二十八、「學習態度」各題在前、後測的落差值

題號	第 1 題	第 2 題	第 3 題	第 4 題	第 5 題	第 6 題	第 7 題	第 8 題
前測	2.90	2.97	2.69	2.76	2.93	2.79	2.83	2.86
標準差	.31	.63	.54	.44	.37	.49	.60	.69
後測	3.86	3.97	3.90	3.90	4.28	4.21	4.17	4.45
標準差	.92	.98	.94	.94	.88	.94	.93	.74
落差	0.97	1.00	1.21	1.14	1.34	1.41	1.34	1.59

若針對學習態度每一題的平均分數進行分析比對可以發現，第 5、6、7、8 題後測平均分數皆達到 4.0 分左右，屬於相當高(正向)的分數，題目內容為：我喜歡和同學一起作實驗、我喜歡參各項自然科學活動、我認為自然課程能培養自己獨立思考的

能力、我認為自然課程能訓練自己動手做的能力等，這些題目的高分皆顯示出，學生喜歡學校安排的實驗程，而且認為自然課可以訓練學生思考及創作的的能力。在落差值方面，以第 8 題「我認為自然課程能訓練自己動手做的能力」落差值最大(達 1.5 分以上)，證明學生認為學習自然科可以培養動手做實驗的能力，也為未來升學以高職取向的學生建立良好的學習態度。

若觀察後測分數最低的題目，則第 1 題表現最差(3.86 分)、前後測的落差值也最小，僅進步 0.97 分，第 1 題「我能自動自發學習自然科」顯示出台灣學生沒有主動學習學科知識的習慣，這當然包括自然科及其它科目，應該說不愛主動學習是大部份國中學生的毛病，或許是台灣教育從小就使用填鴨式的教育模式，致使學生認為學習的目的是為了家人、為了盡義務而已，沒把學習當成自己的事，一但沒人去要求，必然不會主動去求知，故問卷中的第 1 題分數才會偏低，這也反映出我們學生對於上學求知的「無感」。

表二十九、「學習態度」問卷調查正向趨向度

題目	認同者 (前測)	認同者 (後測)	認同度趨向
我能自動自發學習自然科	0	51.7	+51.7
我在上自然課時能專心聽講	13.8	58.6	+44.8
我喜歡和同學討論自然科的內容	0	51.7	+51.7
我喜歡解決自然科的難題	0	51.7	+51.7
我喜歡和同學一起作實驗	3.4	72.4	+69

我喜歡參各項自然科學活動	3.4	72.4	+69
我認為自然課程能培養自己獨立思考的能力	6.9	72.4	+65.5
我認為自然課程能訓練自己動手做的能力	10.3	93.1	+82.8

若從「學習態度」問卷各題的認同趨向度(含「認同」與「非常認同」之總合)變化情形來看，研究者發現認同度前後測增加最多且後測認同度高於七成的題目：第 8 題：「我認為自然課程能訓練自己動手做的能力」(+82.2%)，代表學生認為趣味科學實驗可以增進學生實作的能力、其次是第 5 題「我喜歡和同學一起作實驗」及第 6 題「我喜歡參各項自然科學活動」(+69%)，顯示學生喜愛從做實驗中培養同儕的合作精神，此外，「我喜歡和同學討論自然科的內容」、「我喜歡解決自然科的難題」、「我能自動自發學習自然科」從原本認同度為 0%增加至 51.7%，令研究者感到欣慰，學生已由原本對自然科「漠不關己」的態度轉變為有半數以上的學生會主動討論自然科的內容，代表學生已認同該科在他們生活中佔有一席之地。

若分析認同度趨向最低及增加最少的題目，則可以發現第 2 題「我在上自然課時能專心聽講」(+44.8%)表現最差，也說明部份學生上課的專注程度不夠，這樣的情況應該不只是表現在自然科上，但是我們的學生只要保持現在對自然科及實驗的高度興趣，相信長期下來應可改善這樣的問題。

趣味實驗課程或許可以增強學生學習科學的態度與自信心，讓學生對科學有不一樣的看法，引導學生發展無限的夢想與創造力，但畢竟偏鄉學生長期學科基礎能力不足，加上課程時間有限(每科的老師都有課程及考試的壓力)，想要讓學生的學習態度

與自信更加強化，唯有長時間的深化、普及科學課程，才能將「改變」的力量永續地發展下去。

伍、結論與建議

本研究主要目的在於設計趣味科學實驗課程，融入於理化課程的教學之中，進而提昇學生的學習成效與科學態度。研究者首先分析理化課程中可進行那些科學實驗，而這些科學實驗如何增加趣味化、競賽化，且如何融入現行的理化課程之中。挑選可實施的理化單元後，再進行實驗的設計與改良，並運用於課程教學之中，以達到教學的目標，最後研究者再透過課程問卷的方式探討學生對自然科科學態度、學習態度、是否有所提昇，最後根據資料作出歸納分析以做為後續趣味科學課程改良的依據。

研究結果顯示，本研究所採行的教學策略：趣味科學實驗課程融入教學之中，對於本校的實驗組學生學習自然科的成績有顯著的提昇，此外，實驗組學生所表現的科學度、學習態度都呈現正向良好的方面發展，而參與研究的實驗組學生經過一年的改變則對上自然科充滿了期待及興趣，並表示參與活動後能夠提昇對自然科的成績與學習信心。故整體而言，本研究的教學策略對學生的學習態度影響仍趨於正向的，但在實施的過程中仍遇到許多困境亟待克服，研究者針對問題點提出幾點看法幾建議，以作為其它教師教學之參考：

- (一)趣味實驗教材的研發，除了取材於坊間的趣味實驗書籍、輔導團資料、科教月刊、科學研究計畫等，還須要考慮到實驗對偏鄉學生的適合度，大多要靠研究者重新改編或自行設計，加上許多實驗仍需要筆者一再的測試以確保實驗能夠成功，故花費時間甚巨，光靠研究者一己之力一年能開發的課程實屬有限，若要再將這些課程試教在學生身上，並收集前、後測資料及段考成績進行分析，恐非一年內可以完臻，仍須多年的研發與探討。

- (二)偏遠國中學生原本就對學科的學習低落，許多偏鄉學校發展的重心本來就不在學科的成就上，學生又大多為弱勢族群或有家庭因素，想要強化學生學科能力，恐怕是吃力不討好，即使計畫稍有成效，若不能持續推動或家長齊心協力配合，今時的成果恐怕只是曇花一現。
- (三)偏遠地區學生的基礎能力不佳、閱讀量不足、家庭背景又多為弱勢族群，想要在短時間內讓學生的成績獲得提昇有相當大的困難，本研究能在一年內使實驗組學生成績獲得進步，實屬幸運，但本研究的成果不代表能適用在所有偏鄉學校在短期內可得到相同的成果，若要讓偏鄉學生獲得一輩子受用的能力，仍須長期的投入研究與發展課程，並強化其它科目的基礎能力(特別是閱讀)，才能深化學生的科學內涵。
- (四)研究者在研究的過程中，雖然強調趣味實驗教學的重要性，但對於學生的成績仍有一定的關注，並非只要實驗課程就拋棄了傳統教學，我們希望學生在學習自然科能用一種輕鬆又愉快的心情去對待它，最重要的是不讓學生恐懼自然科，當學生對自然科的學習有信心及興趣，就能達到學生自我設定的目標，至於最後成績好壞與否便不是那麼重要，畢竟擁有帶得走的能力才是教育最重要的事。

參考文獻

方金祥(1996)。可回收低污染化學實驗器具組合。**化學**，**54**(2)，19-26。

方金祥(1997)。減量減廢低污染簡易化學實驗之設計研究—簡易安全氧氣製備裝置。
化學，**55**(1)，51-55。

方金祥(2002)。化學教學資源：微型化學實驗教學之理論與實務。台北：國立編譯館。

宋秀芬(2008)。趣味科學活動對國中生科學態度與對科學的態度之研究。國立臺灣師範大學化學研究所碩士論文，臺北市。

沈永嘉譯(2000)。有趣的科學實驗 100。台北縣：世茂出版社。

林堂麗(2003)。科學遊戲融入自然與生活科技課程之行動研究。國立台中師範學院自然科學教育研究所碩士論文。

施雯黛譯(2001)。77 個簡易好玩的科學魔術。台北市：方智出版社。

張淑慧(2003)。科學玩具遊戲教學之成效研究。臺北市立教育大學科學教育研究所碩士論文，臺北市。

張惠博(1993)。邁向科學探究的實驗教學。**教師天地**，**62**，12-20。

許良榮(2004)。從科學遊戲到科學教學。**國教輔導**，**44**(2)，6-11。

許良榮(2009)。科學遊戲。**科學教育月刊**，**316**，43-48。

許榮富、趙金祁(1988)。科學實驗在科學教育的本質之分析研究。國科會報告
NSC77-0111-S-003-23。

- 郭騰元(2000)。創意的科學玩具。台北市：牛頓開發有限公司。
- 陳忠照(2003)。科學遊戲創意教學：致勝鮮師 VS 至聖先師。臺北市：心理。
- 陳美玉(1997)。超越疏離的師生關係—做一個有能力了解學生的專業教師。教學輔導季刊，3，35-47。
- 陳惠芬(2000)。「科學趣味實驗」引入國小教學活動成效研究---以水火箭之學習環模組為例。國立台中師範學院自然科學教育研究所碩士論文。台中市。
- 游詩蒂(2001)。兒童創造性問題解決歷程及影響因素之研究 - 以科學創意競賽活動為例。臺中師範學院自然科學教育學系碩士論文。
- 黃瑞琴(1997)。質的教育研究方法。台北：心理出版社。
- 黃鴻博(2000)。臺灣中部地區國小學生科學創意競賽活動。行政院國科會八十九年度專題研究計劃成果報告。台中市：國立台中教育大學科教中心。
- 葉富源(2003)。教學演示用肥皂泡、肥皂膜的製作研究。國立高師範大學物理系碩士論文，高雄市。
- 鄧文華譯(1995)。孩子的第一本科學書。台北市：及幼文化出版。
- 蕭次融(1993)。從環保意識談高中化學實驗的設計。科學教育，164，38-40。
- 蕭次融、羅芳晁、房漢彬、施建輝(2000)。動手玩科學。台北：遠哲科學教育基金會。
- 魏蘊聰(1993)。國中化學實驗廢棄物的回收或處理方法之研究。國科會報告 NSC82-0111-S-003-006-Z。
- 魏蘊聰(1994)。國中化學實驗廢棄物的回收或處理方法之研究(II)。國科會報告

NSC83-0111-S-003-014-Z。

羅時成(2002)。綠色導向之高中以下化學實驗課程改進。國科會報告，NSC89-2511-S-005-006-X3。

Coble, C. R. & Hounshell, P. B. (1982). Teacher-made science games. *American Biology Teacher*, 44(5), 270-277.

Coker, D. R. & White, J. (1993). Selecting and applying learning Theory to classroom teaching strategie. *Education*, 114(1), 77-80.

Trollinger, I. R. (1977). *A study of the use of simulation games as a teaching technique with varying achievement groups in a high school biology classroom*. Unpublished doctoral dissertation. Chapel Hill: The University of North Carolina.

苗栗縣大湖國民中學趣味科學實驗及活動集錦

—跑跑卡丁車



學生動手製作



教師進行製作指導



卡丁車成品完工



學生進行試射



學生認真調整元件



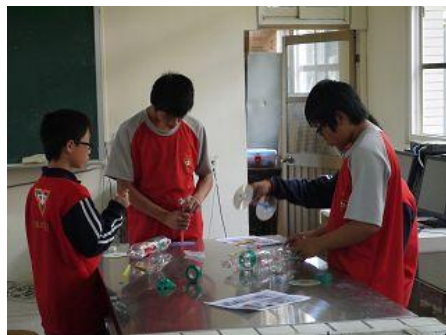
學生進行發射

苗栗縣大湖國民中學趣味科學實驗及活動集錦

—氣球火箭車



教師進行製作前解說



學生進行製作



學生討論製作的方式



火箭車成品完工



學生進行試跑



進到得分區，得到了 7 分

苗栗縣大湖國民中學趣味科學實驗及活動集錦

—甩水杯、打玩偶、抽紙牌、抽紙鈔



學生進行抽紙鈔的實驗



看我的厲害！一抽就成功！



打玩偶，看誰比較厲害



彈紙牌，看否能讓錢幣落下



甩水杯裝置圖



學生進行甩杯實驗

苗栗縣大湖國民中學趣味科學實驗及活動集錦

—紙橋承重



學生仔細測量重量分布



學生計算墊片數量



學生認真放置墊片



小心的放！以免弄倒



展示墊片的分配情況



看我疊得最高

苗栗縣大湖國民中學趣味科學實驗及活動集錦

—釘孤支



學生思考如何把釘子疊上去



學生進行實驗操作



到底要橫放還是斜放呢？



學生們互相討論



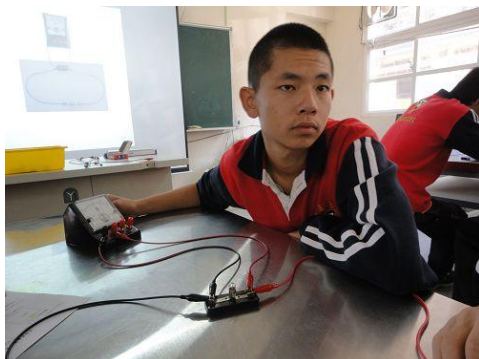
學生進行操作



終於完成了！

苗栗縣大湖國民中學趣味科學實驗及活動集錦

—電壓實驗



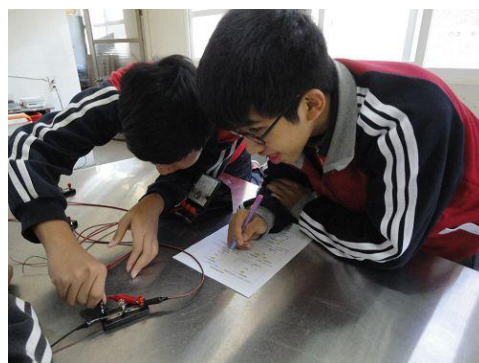
學生組合電路及伏特計



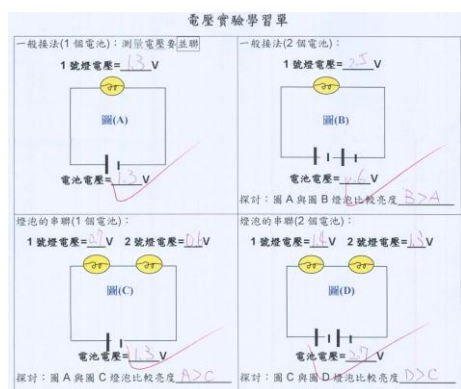
學生討論表格數據



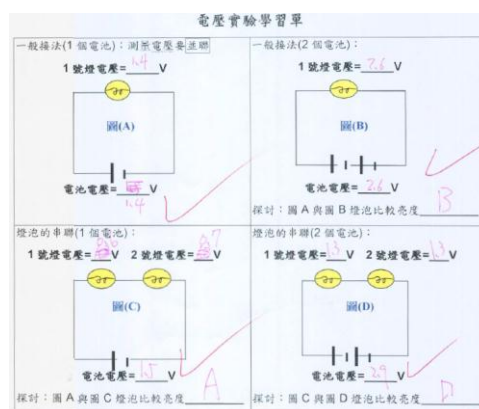
學生觀察伏特計讀數



學生認真操作實驗



學生學習單(一)



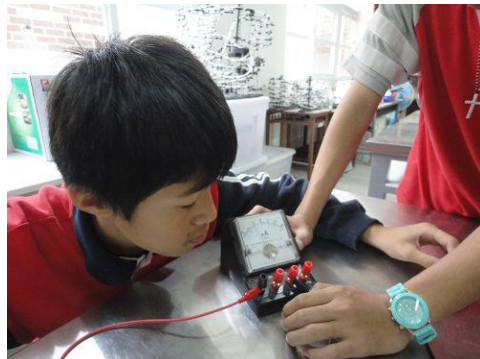
學生學習單(二)

苗栗縣大湖國民中學趣味科學實驗及活動集錦

—電流實驗



學生組合電路及安培計



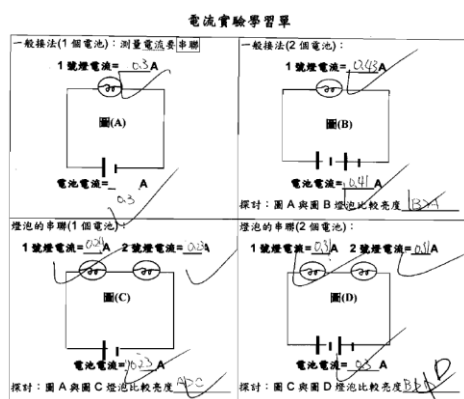
學生觀察安培計讀數



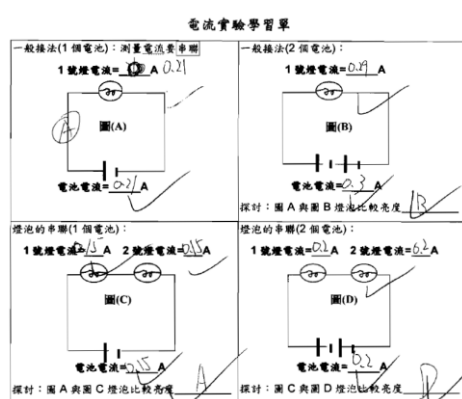
學生進行觀察記錄



學生進行觀察記錄



學生學習單(一)



學生學習單(二)

苗栗縣大湖國民中學趣味科學實驗及活動集錦

—電阻實驗



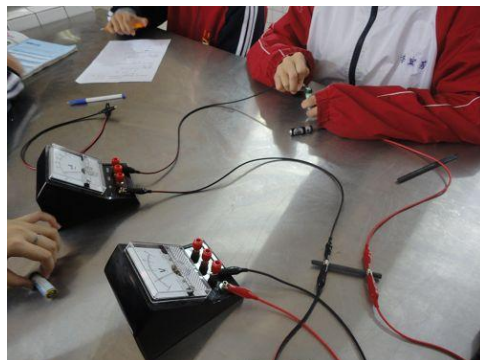
學生使用電阻條



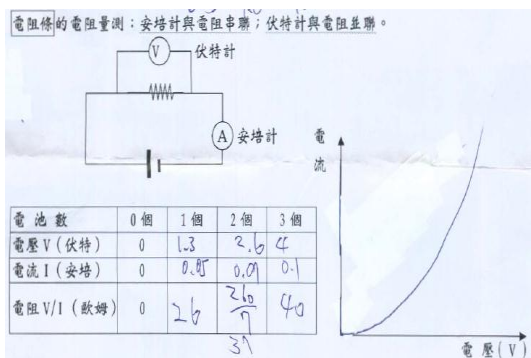
開始進行實驗



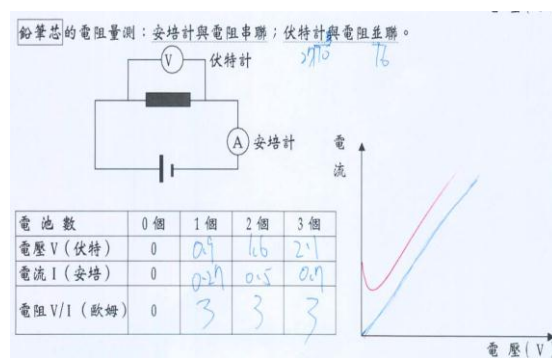
學生觀察安培計及伏特計讀數



測量石墨的電阻



學生學習單(一)



學生學習單(二)

苗栗縣大湖國民中學趣味科學實驗及活動集錦

—電池實驗組



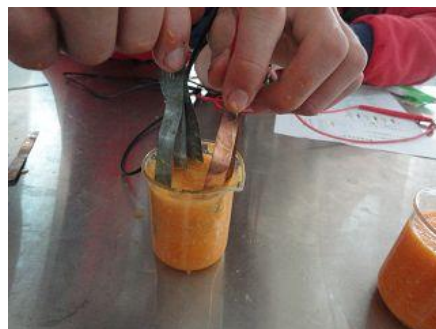
人體也能當電解質喔！



製作水果電解質



串聯二組水果電池



並聯三組水果電池



水果電池使 LED 燈發亮了



水果電池使時鐘轉動了

附件一：

苗栗縣立大湖國民中學「趣味科學實驗課程」學生問卷

各位同學你好：

本份問卷的目的是為了解你參與「趣味科學實驗課程」前後的對自然科的科學態度，對於本身的學習態度與學習自信是否提昇，所以本份問卷沒有標準答案，請依照個人想法誠實填答。

一、科學態度調查

題目	非常 認同	認同	沒意見	不認 同	非常不 認同
我覺得上自然課是很有趣的活動	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
如果我發現一個奇怪的現象，我會很想去研究他	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
我很想將內心的想法實際動手做做看	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
上自然課時，我喜歡自己動手實際操作實驗	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
我上自然課時，我有不懂得地方就會問老師或同學	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
我相信自然科的探討活動，可以幫助我獲得新發現	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
我認為學習自然科對自己很有幫助	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
我相信自然科可以讓我獲得新知識，讓我有信心去處理日常生活的事	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
我能從探討自然現象中獲得知識，這讓我覺得研究自然是有興趣的事	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

我上自然課時，常會主動舉手發問	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
如果老師要我們觀察某樣東西，我會細心觀察	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
我認為自然界各種現象的產生都有它一定的原因， 不可能無緣無故發生	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
我覺得觀察自然現象，是學好自然科的必備條件	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
我認為做實驗就是要細心、不馬虎，得到的實驗結果才是正確的	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
當同學跟我說實驗做不出來時，我會自己去試試看，而不會輕易相信他的話	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
我做實驗紀錄時，會確實將實驗結果紀錄下來，不會因為別組的答案和我不同，而更改實驗的結果	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
網路上流傳說某個謠言，我會透過實驗去證實它	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
我認為經過仔細討論、思考後所得到的知識，才是可以讓人相信的	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
只要是書上寫的知識，就應該抱持懷疑的態度，我應該再去做實驗或是調查。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
如果在上課時有不懂得地方，我認為想辦法問老師或自己查資料，可以提昇問題解決的能力	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

二、學習態度調查

題目	非常認同	認同	沒意見	不認同	非常不認同
我能自動自發學習自然科	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
我在上自然課時能專心聽講	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
我喜歡和同學討論自然科的內容	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
我喜歡解決自然科的難題	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
我喜歡和同學一起作實驗	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
我喜歡參各項自然科學活動	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
我認為自然課程能培養自己獨立思考的能力	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
我認為自然課程能訓練自己動手做的能力	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

題型一：

能力指標	題號	Crombach α
喜歡探索	1-5	0.861
發現樂趣	6-10	0.867
細心切實	11-15	0.721
求真求實	16-20	0.772
合計	20	0.935

題型二：

能力指標	題號	Crombach α
學習態度	1-8	0.897
合計	8	0.897