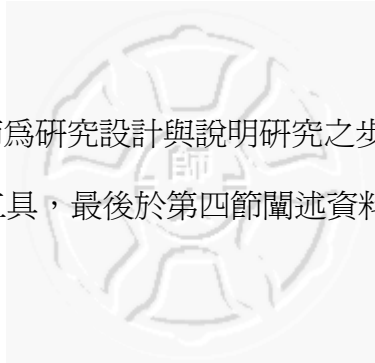


## 第三章 研究方法



本章共分為四節，第一節為研究設計與說明研究之步驟與流程，第二節介紹研究對象，第三節說明使用之研究工具，最後於第四節闡述資料收集與分析方法。

### 第一節 研究設計

爲了探討不同教科書版本中，比較以「物質狀態變化—粒子觀點」理論爲前導組織的文本與「粒子基本定律」理論爲前導組織的文本，其兩者對學生學習「化學反應」單元及其相關概念所造成的學習成效。本研究分別在「教學前」與「教學後」進行測驗，以了解在不同前導理論引介下的教學活動，對學生後續概念學習上的影響，二組皆由研究者親自教學，本研究採用「準實驗研究設計」。

研究問題 1 探討使用不同「前置組織」的受試者，在化學反應整體概念學習上的影響。此部分採用單因子共變數分析，即以「前置組織」爲自變項，「化學反應」概念學習成就測驗之整體「後測」得分爲「依變項」，「化學反應」概念學習成就測驗之整體「前測」得分爲「共變數」，進行分析與討論。

研究問題 2~5 探討使用不同「前置組織」的受試者，在化學反應學習成就測驗各分項概念學習上的影響。此部分亦採用單因子共變數分析，即以「前置組織」爲自變項，「化學反應」概念學習成就測驗各分項概念之「後測」得分爲「依變項」，「化學反應」概念學習成就測驗各分項概念之「前測」得分爲「共變數」，進行分析與討論。本研究之流程圖如圖 3-1 所示。

研究首先訂定研究主題後，針對研究主題進行相關文獻搜尋並開始發展研究工具，經預試過程的測驗工具信度與測試專家效度審查後，進行實驗組(B 前置組織)與對照組(A 前置組織)的教學，並於教學後立即予以實施後測，收集相關資料後分析以撰寫結果。

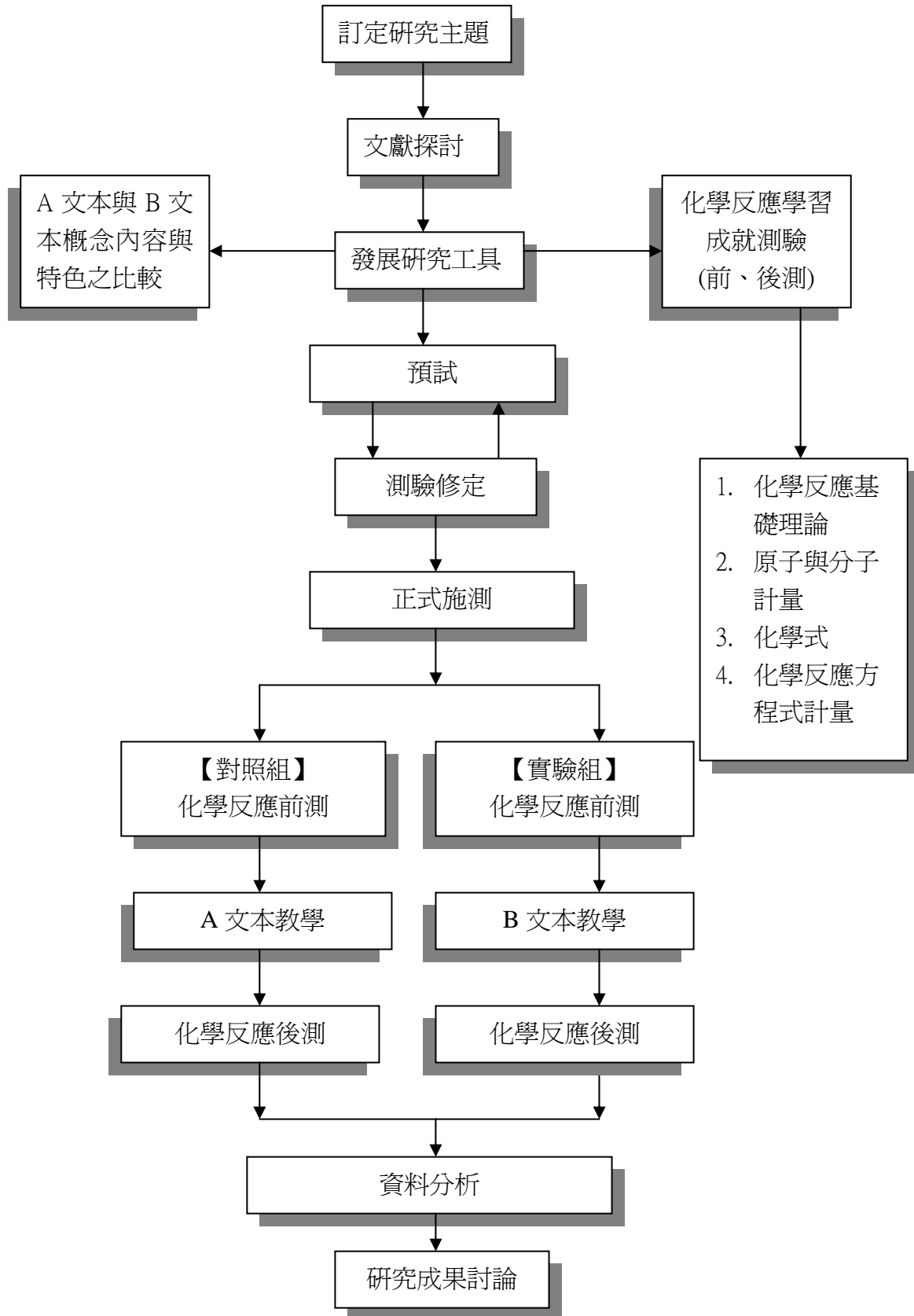


圖 3-1 研究流程圖

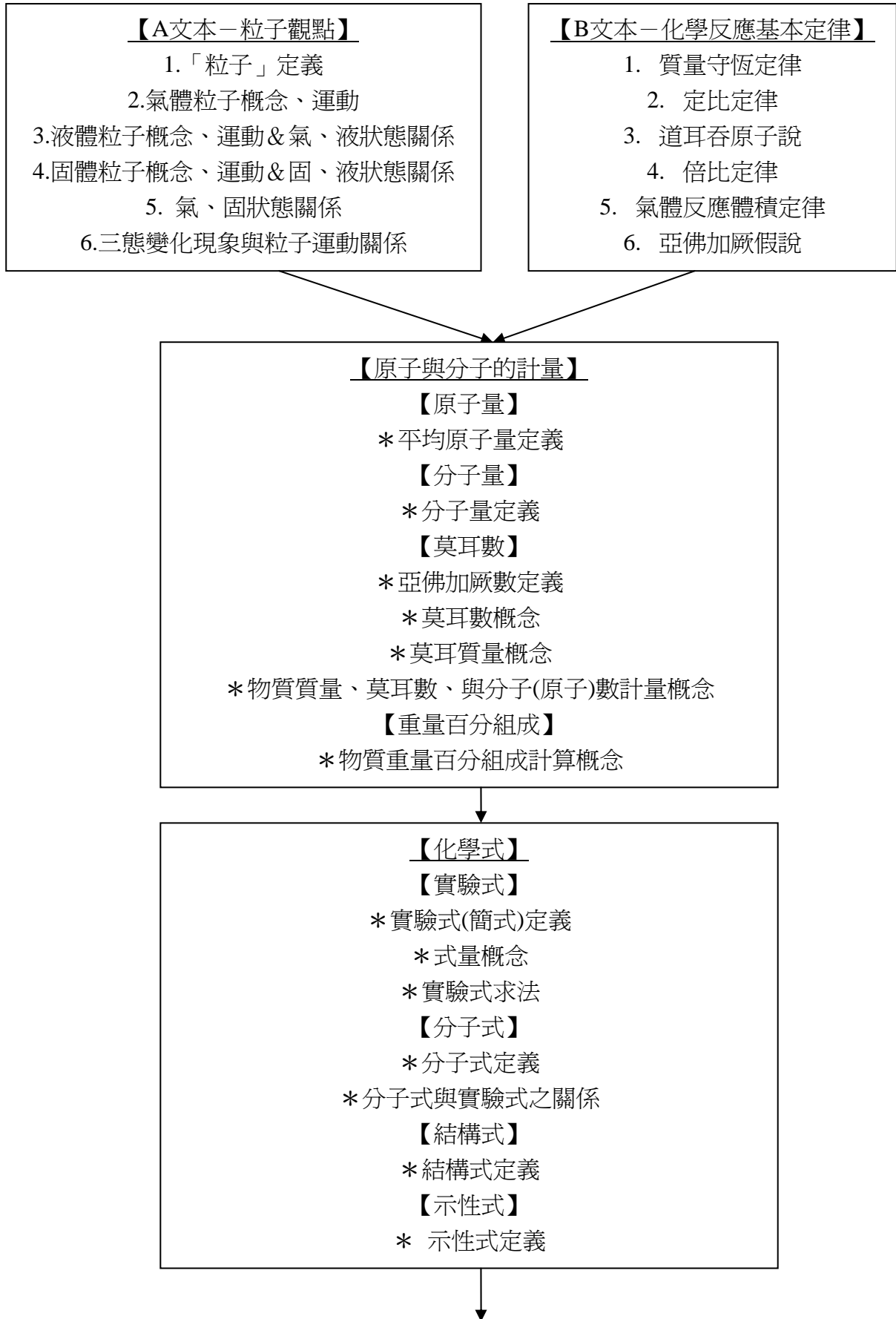
針對本研究相關之兩組別的教學內容、時數與實驗分組情形，使用之教材分別為實驗組的 B 前置組織(文本)與對照組的 A 前置組織(文本)，課程所使用之教案則是依據其相關的前置組織(文本)相互配合使用。另外在教學時數上，為控制兩組別教學時數，將總教學時數限定為六小時，實驗組與對照組之差異僅在於課程前一個小時教授不同前置組織，其餘課程實施時間與內容均相同，以比較其使用不同前置組織對後續相關概念學習所造成的影響。詳細情形如表 3-1、表 3-2 與圖 3-2 所示：

表 3-1 教學內容

組別	A 前置組織(文本)	B 前置組織(文本)
使用教材	A 文本－物質狀態變化－粒子觀點	B 文本－粒子基本定律
使用教案	A 文本「化學反應」單元教案	B 文本「化學反應」單元教案

表 3-2 概念與教學時數

內容概念	組別	
	A 文本	B 文本
內容概念	1. ※物質三態變化－粒子觀點	2
	※粒子基本定律	2
	2. 原子與分子計量	1
	3. 化學式	1
4. 化學反應方程式計量理論	2	2
總時數	6	6



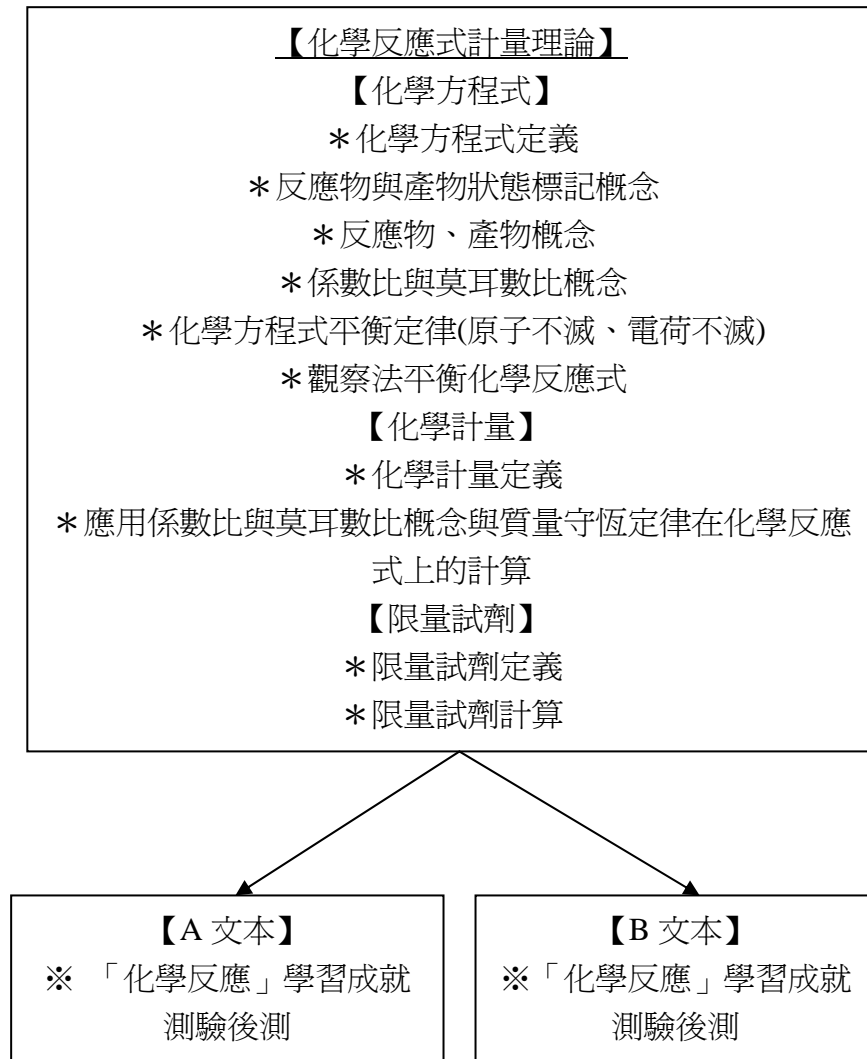


圖 3-2 化學反應課程教學流程圖

## 第二節 研究對象

本研究的對象主要為台北市某高級中學，此階段學生(2007 年)是最後一屆採用高中化學 95 暫行綱要的學生，本研究在「準實驗研究」中預計由全校未修習過基礎化學課程十個一年級班級中，選取平均成績相當的二個班級進行正式實驗受試班級。將此二班隨機分為 A 文本組別(總人數為 40 人)與 B 文本組別(總人數為 42 人)，由研究者本身進行教學實驗。

正式施測時，A 文本組別學生有兩人未參與前測，因此 A 文本組別有效樣本數為 38 人；B 文本組別全員參與前測與後測，其有效樣本數為 42 人。

### 第三節 研究工具

本研究所採用研究工具包括：1.A 文本(物質三態變化－粒子觀點前置組織)；2.B 文本(粒子基本定律前置組織)；3.A 文本與 B 文本的課文審查意見表；4.「化學反應」學習成就測驗；5.「化學反應」單元教案等五種工具，分別介紹如下：

#### 一、A(物質三態變化－粒子觀點前置組織)文本：

本研究依據第二章文獻探討之理論基礎，完整呈現現行「高中化學課本－龍騰版－第一章 物質的狀態及其反應」其文字與相關圖形(除不必要之小圖示外)，A 文本中的「物質三態變化－粒子行為」內容成為化學反應及其後續相關概念學習的前導組織，其餘內容則按照原教科書之安排，一併施行於教學活動上。

A 文本與 B 文本內容最大相異之處在於 A 文本不包含任何與「粒子基本定律」相關內容，而是以「物質狀態變化」的「粒子運動觀點」作為前導組織架構引介，並為後續化學反應及其相關概念內容之理論基礎；兩理論均能解決「化學反應」及其相關概念問題(A 文本詳見附錄一)。

#### 二、B(粒子基本定律前置組織)文本：

本研究依據第二章文獻探討之理論基礎，完整呈現現行「高中化學課本－翰林版－第一章 物質的狀態及其反應」其文字與相關圖形(除不必要之小圖示外)，B 文本中的「粒子基本定律」內容成為化學反應及其後續相關概念學習的前導組織，其餘內容則按照原教科書之安排，一併施行於教學活動上。

B 文本 (粒子基本定律前導組織)強調定律與定律發展過程間的矛盾與比較，目的在於喚起學生對於國中時期所學習過相關內容的比較，並加深對原子與分子的定義與其之連貫性；另外 B 文本更以「定律更替－解決問題」為教學目的，配合相關概念使學生能了解定律更替間科學發展的目的，以利學生學習相關知識與概念(B 文本詳見附錄二)。

表 3-3 高中 A 文本與 B 文本化學教科書版本分析概念表

主概念	子概念	次概念	A 文本	B 文本	
一、物質的 微觀世界	※物質的基本粒 子－原子	*質量守恆定律	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
		*定比定律	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
		*原子說	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
		*倍比定律	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
		*同位素	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
	※分子的概念	*氣體反應體積定律	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
		*亞佛加厥假說	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
	※三 態變 化	※液態與 氣態間的 變化	*粒子與溫度關係概念	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
			*固體分類(晶形、非晶形)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
			*液體與氣體變化概念(汽化、沸騰、蒸發)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
			*沸點定義概念	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
			*凝結定義概念	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		※固態與 液態間的 變化	*熔化定義概念	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
			*熔點定義概念	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
			*凝固定義概念	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
			*凝固點定義概念	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

主概念	子概念	次概念	A 文本	B 文本
	※固態與 氣態間的 變化	*昇華定義概念	■	□
		*沉積(凝華)定義概念	■	□
二、原子與 分子的計量	※原子量	* <sup>12</sup> C 原子量定義	□	■
		*amu 在原子量單位概念與定義	□	■
		*平均原子量定義	■	■
		*克原子量概念	■	□
		*克分子量概念	■	□
	※分子量	*分子量定義	□	■
		*amu 在分子量單位概念與定義	□	■
	※莫耳數	*亞佛加厥數定義	■	■
		*莫耳數概念	■	■
		*莫耳質量概念	■	■
		*物質質量、莫耳數、與分子(原 子)數目計量概念	■	■
	※重量百分組成	*物質重量百分組成計算概念	■	■
※碰撞學說	*碰撞學說概念	■	□	
三、化學式	※實驗式	*實驗式(簡式)定義	■	■
		*式量概念	■	■
		*實驗式求法	■	■
		*元素分析實驗裝置	□	■
	※分子式	*分子式定義	■	■
		*分子式與實驗式之關係	■	■
	※結構式	*結構式定義	■	■



主概念	子概念	次概念	A 文本	B 文本
		*同分異構物定義	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
		*同素異形體定義	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	*示性式	*示性式定義	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
四、化學反應與質量關係	*化學方程式	*化學方程式定義	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
		*反應物與產物狀態標記概念	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
		*反應物、產物概念	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
		*係數比與莫耳數比概念	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
		*化學方程式平衡定律(原子不滅、電荷不滅)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
		*觀察法平衡化學反應式	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	*化學計量	*化學計量定義	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
		*應用係數比與莫耳數比與質量守恆定律在化學反應式上的計算	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	*限量試劑	*限量試劑定義	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
		*限量試劑計算	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

### 三、A 文本(物質三態變化－粒子觀點前置組織)與 B 文本(粒子基本定律前置組織)特色之審查意見表

本研究敬請五位科教專家依據許良榮(2000)所編製「課文特色評分問卷特色審查表」(審查表內容詳見附錄三)進行 A 文本(物質三態變化－粒子觀點前置組織)與 B 文本(粒子基本定律前置組織)的特色審定。五位科教專家分別為一名科教博士班畢業生、一名科教博士班研究生與三名科教碩士班研究生(現職高中化學教師 1 位，國中理化教師 2

位)。針對這二種課文特性是否符合文獻探討所提之設計原則予以公證評定，其評定結果如表 3-4 所示：

表 3-4 課文特色審查意見

內容特色		課文項目	A 文本 N(%)	B 文本 N(%)	無差異 N(%)
原則一	Q5.何種課文較能強調「有意義學習」(與先前先備知識概念同化及調適)?		0(0)	5(100)	0(0)
	Q7.何種課文較能突顯「原子與分子」理論發展的科學概念?		0(0)	5(100)	0(0)
原則二	Q1.何種課文比較清楚描述「原子與分子」定義的科學概念?		0(0)	5(100)	0(0)
原則三	Q3.何種課文較能呈現科學概念間(如化學式、化學反應方程式及化學計量)的「連貫性」?		0(0)	5(100)	0(0)
	Q4.何種課文較具有「邏輯推理」的過程?		0(0)	5(100)	0(0)
原則四	Q2.何種課文較能呈現科學概念間(如化學式、化學反應方程式及化學計量)的「互動」?		1(20)	1(20)	3(60)
	Q6.何種課文較強調科學理論的最終結論，而不重視過程?		4(80)	1(20)	0(0)

綜觀表 3-9，前三大原則在五位科教專家的意見中，B 文本(粒子基本定律前置組織)是有其專屬特色存在，但在第四項原則，意見相左的情形則較為特別。深究訪問結果，在第四項原則中，專家對於課文對於學生學習概念間「互動」的情況 60%認為無差異性，二種理論基礎均可以引起學生學習動機，與教師教學的互動性無較顯著的差異性存在；而對於另一部份關於概念最終表達方式，亦有一位科教專家認為 B 文本(粒子基本定律前置組織)在部分立場下，也是強調定律為科學理論的最終表達模式，反而是 A 文本(物質三態變化—粒子觀點前置組織)較為重視現象與理論推導的過程。

#### 四、「化學反應」概念學習成就測驗

化學反應學習成就測驗涵蓋「化學反應基礎理論」概念、「原子與分子計量」概念、「化學式」概念、「化學反應方程式計量」理論概念等四個主概念，測驗內容詳見附錄四。本測驗的內容與測驗之信、效度檢驗兩部份，詳細內容分別敘述如下：

##### 1. 測驗內容：

本測驗以「原子與分子」概念與「化學反應」相關概念為基礎，設計本測驗，依據各概念細項，可分為 30 題選擇題。

本測驗之雙向細目表，如表 3-5 所示：

表 3-5 化學反應先備知識測驗雙向細目表

學習概念		認知層次	Bloom 認知領域目標之能力層次			
			知識	理解	應用	合計題數
1.	A.質量守恆定律	1	3	2	3	
	B.原子說	4			1	
2.	A.原子量	5	7	19	3	
	B.分子量	8	10	14、18	4	
	C.莫耳數		26	6、28	3	
	D.重量百分組成		16	9	2	
3.	A.實驗式		17		1	
	B.分子式	11		12	2	
	C.結構式	15			1	
	D.示性式	13			1	
4.	A.化學方程式		20	21	2	
	B.化學計量	24、30	25	22、29	5	
	C.限量試劑		23、27		2	
合計		9	10	11	30	

## 2. 「化學反應概念學習成就測驗」信度、效度：

本研究工具的信、效度檢驗，分述如下：

## (1) 信度：

本研究工具的信度以 KR20 來檢測測驗卷內容之一致性，分為兩個階段進行信度的檢驗。第一次預試於民國九十七年三月上旬，請 A、B 二校 80 位二年級學生進行預試，並對第一次預試結果進行分析，其 KR20=.70，蒐集各專家及高二學生所提供之意見，進行文字與內容之修正，將修正好的結果再進行第二次信度測試。將修正好的試卷在任教學校隨機挑選各一個班(95 學年度入學學生)共 84 名進行測試。

第二次預試結果其 KR20=.80，比較第一次與第二次預試的 KR20 值，有提高的趨勢，表示測驗卷的內容更具內部一致性；另外請第一階段的專家評定測驗卷的內容，一致認為修定後的測驗內容適當(100%)，第一次、第二次預試與正式施測的 KR20 值如表 3-6 所示。根據 Nunally 的觀點，研究工具的信度在.70 以上具有其內部一致性，由此可見本測驗卷具有其穩定與可信度。

表 3-6 化學反應學習成就測驗信度分析

	第一次預試	第二次預試	正式施測
KR20	.70	.80	.75

表 3-7 化學反應學習成就測驗分項概念信度分析

正式施測	化學反應基礎理論	原子與分子計量	化學式	化學反應方程式計量
KR20	.58	.70	.42	.65

(2) 效度(專家效度)：

本測驗的效度(專家效度)部分，是敬請指導教授、科教專家(具有科教背景的大學教授 2 名、高中教師 1 名、國中教師 4 名)7 名、與台北市某公立高中化學科教師(化學研究所畢業)2 名，共 9 名專家評定此測驗卷之內容效度，評定結果如附錄五。

## 五、「化學反應」單元教案

本研究由研究者編寫 A 文本與 B 文本之教學教案，參考現行各版本高中化學教科書教材內容、各版本教科書之教師手冊與研究者本身教學經驗，編製「化學反應」單元教案(包含 A 文本教案與 B 文本教案，內容詳見附錄六與附錄七)與相關課程所需課文(A 文本與 B 文本)。

二份教案於編製完畢後，先請 2 位科教專家、1 位高中教師(年資 10 年以上)、1 位國中理化教師(年資 10 年以上)共四名修改完成，並提供相關意見。二份教案修改完畢並定稿後，即依據教案實施 A 文本與 B 文本之教學研究與前後測驗，相關教學流程詳見附錄五與附錄六。

A 文本與 B 文本授課前發給學生於上課時使用，而授課內容、順序與時間則按照編寫之 A 文本教案與 B 文本教案，並請一位資深化學教師(教學資歷七年)觀察研究者教學與填寫相關教學檢核表(教學檢核表詳見附錄七與附錄八)，以確定研究者教學符合教案設計與文本內容。

## 第四節 資料收集與分析

### 一、資料收集

#### 1. 預試階段

此階段研究對象為台北市某高中一年級學生，共計 2 班，學生 84 人。預試階段所挑選學生為研究者所服務學校的學生，預測階段的研究流程完全與正式階段相同，由研究者親自參與，由此階段所蒐集的資料目的是修正施測試題與教學教材，作為正式實驗階段的研究工具，此階段受試者與正式施測學生不同。

#### 2. 正式階段

本研究於四月下旬高中一年級下學期第一次月考過後，於教授「化學反應」單元前，

利用一節課的時間，進行「化學反應」學習成就測驗之前測，施測過程由研究者進行監考，測驗的目的在於了解學生在教學前對於學習內容的認識度及相關概念的了解程度。

在前測完畢後，研究者依據先前所兩個班級進行教學，A 文本組所使用的教材是 A 文本與 A 文本教案；而 B 文本組所使用的教材則是 B 文本與 B 文本教案，每班進行六節課的單元教學。

教學完畢後，立即予以進行「化學反應」學習成就測驗之後測，與前測相隔時間為三週，施測過程亦由研究者進行監考，以了解不同前置組織在「化學反應」及其相關概念內容相關概念上的學習成效與差異。

## 二、資料分析

研究收集資料包括「化學反應」學習成就測驗—前測、「化學反應」學習成就測驗—後測。「準實驗研究」部分，本研究以 SPSS12.0 for Windows 版本之統計作業軟件，依研究問題分別進行基礎統計(描述性統計)分析、T 考驗、單因子共變數分析等統計分析。

### (一) 基礎統計分析：

統計全體受試者在「化學反應」學習成就測驗中四個主概念：「化學反應基礎理論」、「原子與分子計量」、「化學式」、「化學反應方程式計量理論」得分，與其子概念的得分與答對率的人次統計，藉由此資料分析各變項間之分佈情形，以了解樣本之特質

### (二) T 考驗

以 T 考驗分析全體受試者在進行不同前置組織教學前，其化學反應學習成就測驗前測平均得分是否有顯著差異存在。

### (三) 單因子共變數分析

1. 變異數同質性考驗：以變異數同質性考驗檢定分析資料之母群體樣本是否同質，以確定接受共變數分析前之基本假定虛無假說(假定母群體樣本屬於同質性)。
2. 組內迴歸係數同質性考驗：以組內迴歸係數同質性考驗檢定分析資料之母群體樣本其

「共變數」之組內迴歸線是否平行(斜率相近)，以符合組內迴歸線之迴歸係數同質基本假定；若不符合其基本假定，則以詹森-內曼(Johnson-Neyman)法求其臨界值。

3. 分別針對化學反應學習成就測驗「整體」測驗進行單因子共變數分析；即是以「前置組織(AO)」為自變項，整體「後測」得分為依變項，整體「前測」得分為共變數，分析前置組織與前測間的交互作用關係，以及比較在進行不同前置組織教學的情形下，全體受試者在後測上的差異，並討論其間差異的原因。
4. 分別針對化學反應學習成就測驗四個分項概念：「化學反應基礎理論」、「原子與分子計量」、「化學式」、與「化學反應方程式計量」進行單因子共變數分析；即是以「前置組織(AO)」為自變項，各分項概念「後測」得分為依變項，各分項概念「前測」得分為共變數，分析前置組織與各分項概念前測間的交互作用關係，以及比較在進行不同前置組織教學的情形下，全體受試者在各分項概念後測上的差異，並討論其間差異的原因。