

第參章 研究方法

本章旨在對研究的進行提出說明，第一節為研究設計，第二節為研究對象，第三節為研究工具及其使用方式，第四節為資料蒐集，第五節則對資料的分析方式提出說明。

第一節 研究設計

本研究是以問卷調查的方法蒐集學生書寫的資料，並從學生所寫的問卷資料，與另外蒐集到的各項學科成績資料，以統計的方法進行量的分析研究。

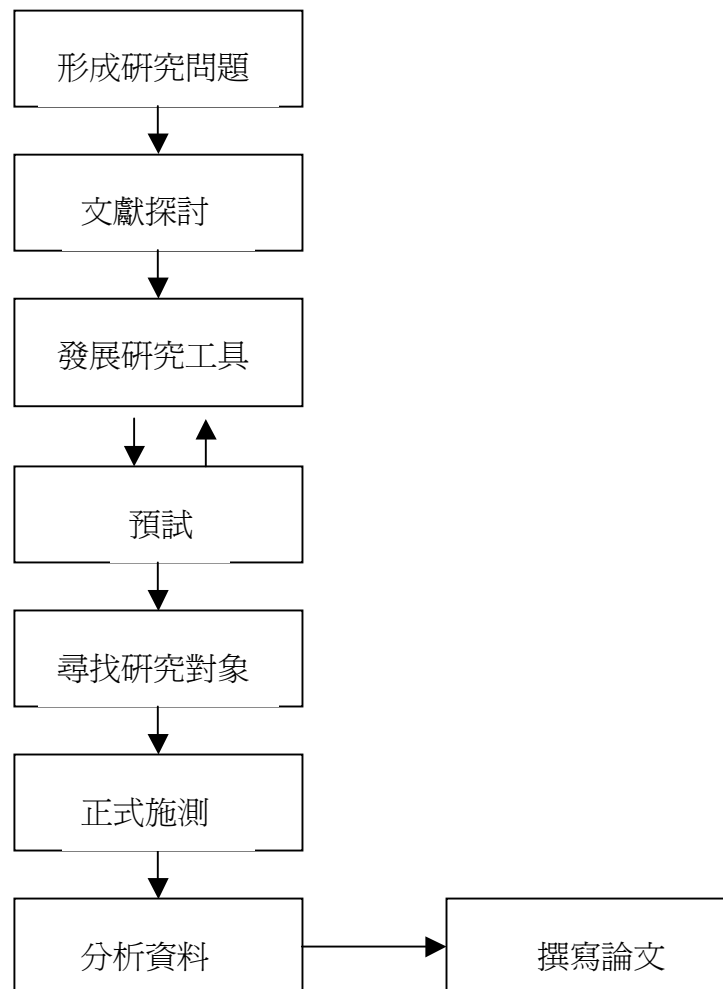


圖 3-1-1 研究流程圖

本研究的設計首先是文本的改良，傳統文本即為教科書，但教科書的閱讀常因書寫的科學語言方式造成閱讀不易。為使課堂上的所有學生都能很容易的接觸文本，故將某一趣味實驗的內容拍成影片，如此可使閱讀文本變成生動有趣，也確保所有受試者皆能閱讀到相同的內容。

待學生閱讀完文本之後，再設計一情境，即請同學寫下完整的實驗觀察，使得請假的同學能藉由此記錄，瞭解影片的內容。

第二節 研究對象

為了解科寫作能力對和學科的學習成就有何影響，本研究對象為現今國三（2005年六月畢業）的學生，也由於此階段學生為實施九年一貫教育政策以來的首屆國中畢業生，故本研究的結果或可提供教師教學作為參考。

實驗的受試者現階段為台北市立某國中的國三學生共兩班，班級總人數約六十人，有效樣本數為五十九人。班級選取的原因為該兩班的自然科老師為同一位，除可控制此項變因之外，教師在安排學生的施測時間及資料蒐集方面上皆較為方便。

本實驗的進行為暑假時先進行初步影片的拍攝，經編寫問卷及預試之後再重新拍攝不同主題的實驗，經正試施測之後，再施以問卷的方式蒐集資料。學生在閱讀完影片之後，立即填寫問卷，施測時間約為兩個小時。。

第三節 研究工具

本研究所用的研究工具為教師自行拍攝的實驗操作影片及編寫的問卷。最後將所收集到的問卷與教師所書寫的實驗步驟作比較分析。以下即針對此研究工具及教師所書寫的實驗步驟分二部分加以說明：

一、影片及問卷

本研究的影片部分可視為文本的改寫，將原來書面的趣味實驗內容，經由稍許修改之後改以影片的方式呈現，如此可使學生閱讀文本的時間一致，也不會有傳統示範實驗的視線角度所造成的觀察差異。

(一) 預試影片

預試所拍攝的影片有二，一為「自己膨脹的氣球」實驗；另一為「氫氣爆炸」實驗。學生於觀察完畢之後立即進行科學寫作的活動。

預試二影片的實驗步驟如下：

1. 自己膨脹的氣球

實驗步驟：

- (1) 將準備好的氣球用滴管滴入乙醚數滴。
- (2) 快速地將氣球打結，小心地放在裝著約半滿冷水的燒杯中。
- (3) 仔細地觀察氣球的變化。
- (4) 將步驟 2 的氣球拿出後，以酒精燈加熱原裝半滿水的燒杯。
- (5) 加熱至水溫至攝氏 60 度以上，即停止加熱。
- (6) 將原本拿出的氣球丟入步驟 (5) 之燒杯。
- (7) 仔細地觀察氣球的變化。

原理和概念：

- (1) 乙醚的沸點約在攝氏 34.5 度，因此若丟入攝氏 50 度以上的熱水中，會很快的沸騰，變成氣態的乙醚，體積也會大為膨脹，故能將氣球撐大。
- (2) 在乙醚完全成為氣態之後，查理定律告訴我們：溫度越高則氣體膨脹的越多；因此越高溫的熱水，氣球膨脹的越明顯。



圖 3-3-1 將乙醚加入氣球，迅速將汽球打結

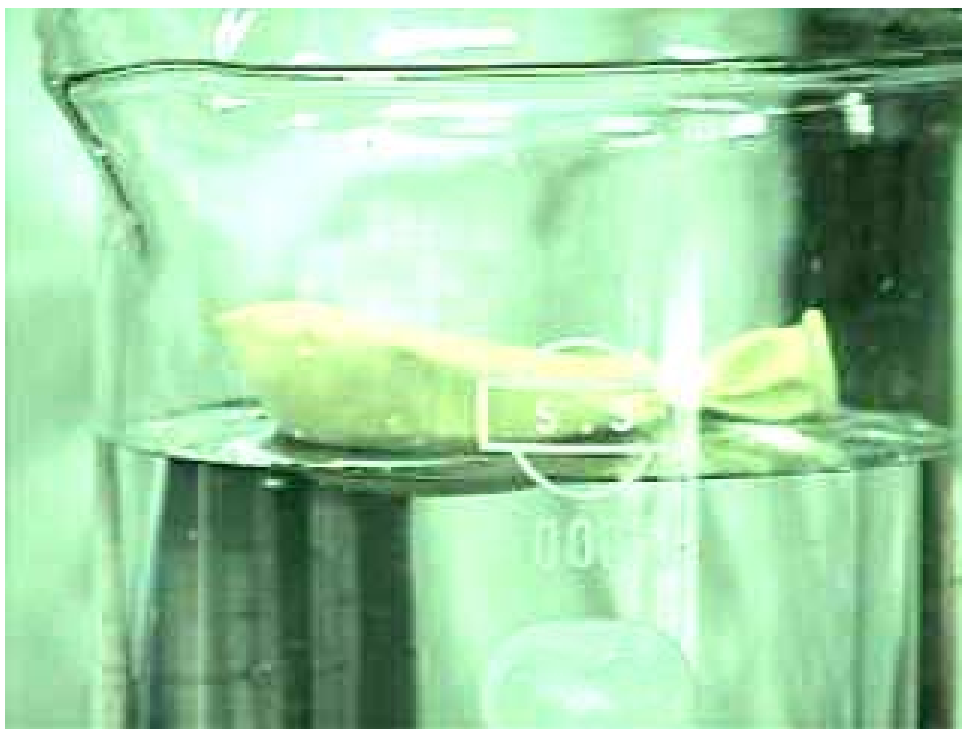


圖 3-3-2 觀察氣球在冷水中的變化



圖 3-3-3 觀察氣球在熱水中的變化

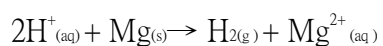
2. 氫氣爆炸

實驗步驟：

- (1) 取兩、三片長約 5 公分的鎂帶。
- (2) 將鎂帶放入約 3 M 鹽酸溶液中。
- (3) 由於鎂帶遇酸會產生氫氣，此時鹽酸溶液會開始產生氣泡。但是因為事先有在溶液中加入微量的沙拉脫，故產生了許多含有氫氣的泡沫。
- (4) 最後用刮勺挖取些許的泡沫，置於桌上。
- (5) 再用點燃的火材棒試之，觀察變化。

原理和概念：

1. 活性大的金屬例如鎂，和酸作用會產生氫氣。



2. 所產生的氫氣在含沙拉脫的鹽酸溶液中會形成許多泡沫。

3. 當這些泡沫遇到火時會發生爆鳴聲，泡沫的量越多爆鳴聲越大，因為泡沫內所含的氫氣具有可燃性。



圖 3-3-4 將鹽酸加入裝水的燒杯中

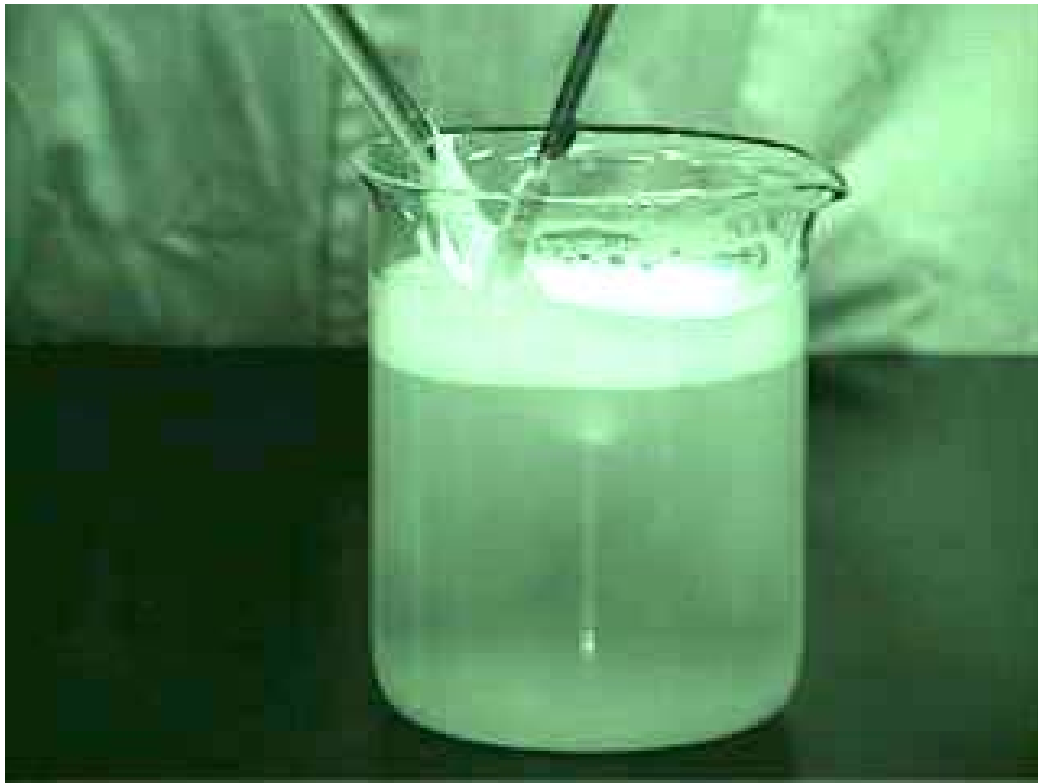


圖 3-3-5 鎂帶裝入含稀鹽酸的沙拉托水溶液中

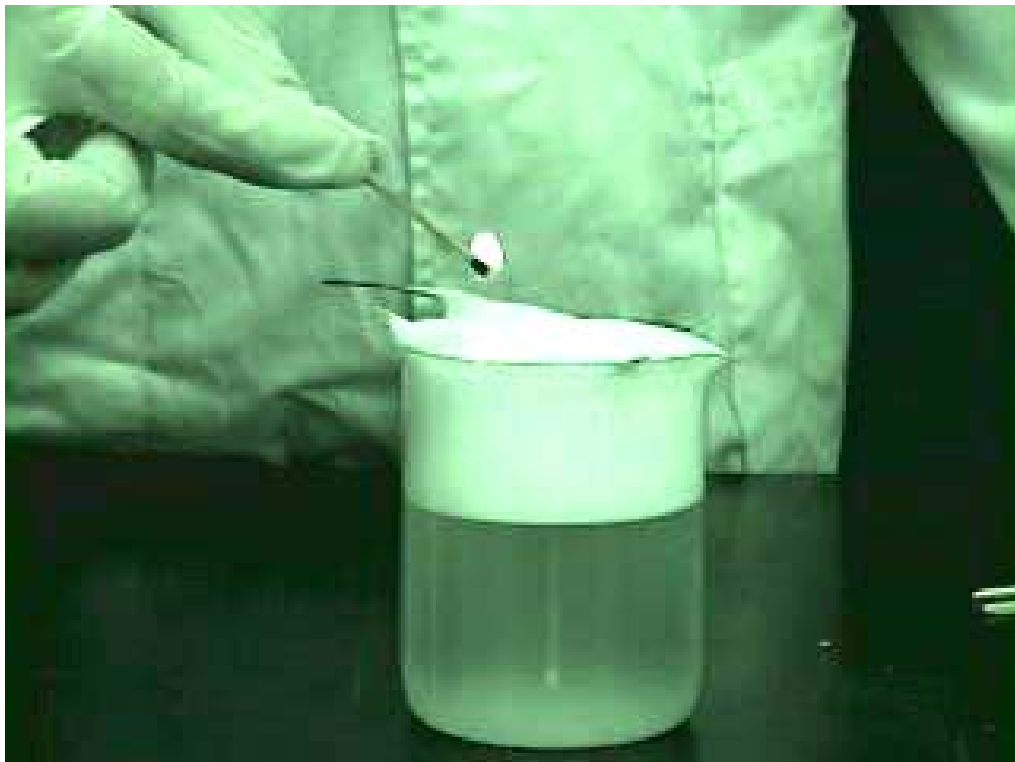


圖 3-3-6 將點燃的火柴觸碰所產生的氣泡

(二) 正式施測影片

正式施測的實驗亦分為二個實驗，其皆為鋁罐凹縮的實驗。

實驗步驟：

1. 第一個金屬罐壓縮實驗

- (1) 將酒精燈點燃，在酒精燈上方依序放上三腳架及陶瓷纖維網。
- (2) 在空鋁罐內注入少許酒精，將鋁罐放在步驟(1)之陶瓷纖維網上方，加熱至酒精沸騰為止。(觀察到鋁罐開口處有白色煙霧產生)。
- (3) 撕一小段膠帶，將鋁罐移開步驟(2)之陶瓷纖維網，並將其放置在桌面上。
- (4) 迅速以剛才撕下的膠帶對桌面上之鋁罐封口。(手指在罐口處反覆壓實膠帶，將膠帶貼牢，以確保不會有氣體進出鋁罐)。
- (5) 仔細觀察鋁罐所發生的變化。

原理和概念：

- (1) 酒精因沸點低，經加熱之後迅速產生大量酒精蒸氣，且充滿鋁罐，並將罐內多數的空氣排出。
- (2) 酒精蒸氣遇冷凝結成液體，鋁罐內趨近於真空。
- (3) 罐外大氣壓力大於罐內壓力，於是鋁罐向內凹縮。

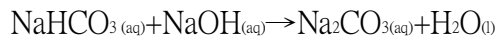
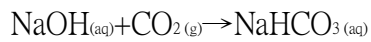
2. 第二個金屬罐壓縮實驗

- (1) 取一連有橡皮管之側管錐形瓶，取三括勺之大理石放入錐形瓶內。
- (2) 加入少許水於步驟(1)之錐形瓶內，將連有橡皮塞之薊頭漏斗裝在錐形瓶上。
再加入少許水調整水位，使水淹過大理石，並略高於薊頭漏斗長頸末端。
- (3) 以乳頭滴管取稀鹽酸，將稀鹽酸從步驟(2)之薊頭漏斗開口處加入。
- (4) 觀察錐形瓶內有劇烈反應發生，挪動橡皮管，將所產生的氣體排入空鋁罐內。(靜待一段時間，以確保鋁罐內充滿注入的氣體)。

- (5) 撕下一小段膠帶，將橡皮管移開鋁罐。以乳頭滴管加適量氫氧化鈉溶液於鋁罐內。
- (6) 將剛才撕下的膠帶對鋁罐封口，搖晃鋁罐後，將鋁罐放置桌面上。
- (7) 仔細觀察鋁罐所發生的變化。
- (8) 若變化不明顯，可再次搖晃鋁罐，並重覆步驟(7)。

原理和概念：

- (1) 氫氧化鈉與二氧化碳反應式為：



- (2) 鋁罐之所以會凹縮，是因為鋁罐裡面原本充滿二氧化碳，壓力與大氣壓相等。待加入氫氧化鈉後，二氧化碳和氫氧化鈉作用，鋁罐內二氧化碳減少，氣壓也跟著減少。鋁罐會受外界大氣壓力作用而凹縮。



圖 3-3-7 實驗器材



圖 3-3-8 將空鋁罐加入酒精
(第一個金屬罐壓縮實驗)



圖 3-3-9 加熱加入酒精的鋁罐
(第一個金屬罐壓縮實驗)



圖 3-3-10 將鋁罐以膠帶貼實
(第一個金屬罐壓縮實驗)



圖 3-3-11 觀察鋁罐的變化
(第一個金屬罐壓縮實驗)

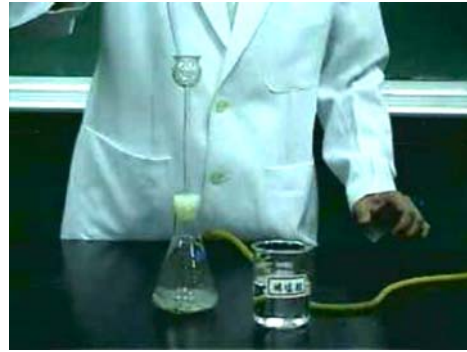


圖 3-3-12 於二氧化碳產生器中加入稀鹽酸
(第二個金屬罐壓縮實驗)

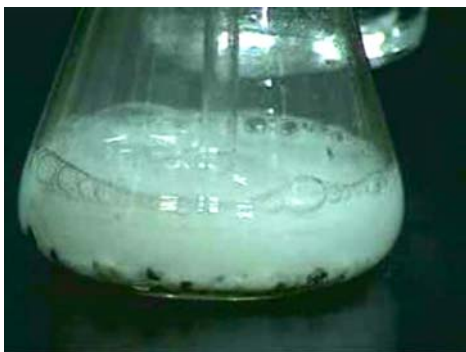


圖 3-3-13 觀察錐形瓶內是否產生大量 CO_2
(第二個金屬罐壓縮實驗)

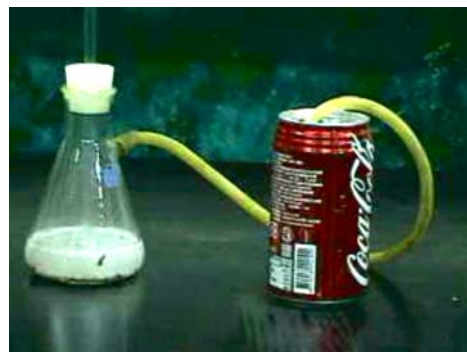


圖 3-3-14 將二氧化碳加入鋁罐
(第二個金屬罐壓縮實驗)



圖 3-3-15 將氫氧化鈉溶液加入鋁罐
(第二個金屬罐壓縮實驗)



圖 3-3-16 將鋁罐以膠帶貼實
(第二個金屬罐壓縮實驗)



圖 3-3-17 搖晃鋁罐
(第二個金屬罐壓縮實驗)



圖 3-3-18 觀察鋁罐的變化
(第二個金屬罐壓縮實驗)



圖 3-3-19 若鋁罐變化不明顯則再次
搖晃鋁罐 (第二個金屬罐壓縮實驗)



圖 3-3-20 再次觀察鋁罐的變化
(第二個金屬罐壓縮實驗)

(三) 預試問卷

預試問卷主要的問題設計分為兩類：

問卷 1

- (1) 請寫出影片中所出現過的儀器及藥品。
- (2) 請寫出影片中的實驗步驟。
- (3) 妳(你)覺得這個影片所要呈現的重點或科學概念(科學想法)有哪些？(請寫出妳(你)是從哪些片段中得出此結論)。

問卷 2

- (1) 請寫出影片中所出現過的儀器及藥品。
- (2) 妳(你)覺得這個影片中所要呈現的重點或科學概念(科學想法)有哪些？(請寫出妳(你)是從哪些片段中得出此結論)。
- (3) 若今天所看的影片是一教師示範實驗，看完之後要妳(你)繳交一篇實驗報告，請自行設計報告格式，把所要呈現的內容寫下來。

根據預試的兩分問卷，蒐集到學生所寫的內容呈現多樣性(見附錄)，為檢少將來統計數據上的困難，於是加以修改，發展了正式施測的工具。

(四) 正式施測問卷

正式施測的問卷題目如下：

- (1) 請在下表中填入影片中所出現過的器材及數量(若影片中沒出現，請在數量空格中填入 0)

| | | | | | | | | | |
|----|-----|----------|----------|----------|------------------|------------------|----------|-----|-----------------|
| 器材 | 燒杯 | 燒瓶 | 試管 | 廣口瓶 | 錐型瓶 (無側 管) | 錐型瓶 (有側 管) | 蒸發皿 | 鉗鍋 | 培養皿 |
| 數量 | | | | | | | | | |
| 器材 | 橡皮塞 | 鐵架 | 三腳架 | 石棉心 網 | 陶瓷纖 維網 | 括勺 | 燃燒匙 | 鉗鍋鉗 | 試管夾 |
| 數量 | | | | | | | | | |
| 器材 | 酒精燈 | 本生燈 | 鐵夾 | 玻璃棒 | 溫度計 | 冷凝器 | 長頸漏 斗 | 打火機 | 火柴 |
| 數量 | | | | | | | | | |
| 器材 | 錶玻璃 | 天平 | 短頸漏 斗 | 薊頭漏 斗 | 分液漏 斗 | 水槽 | 鏟子 | 砝碼 | 量筒 |
| 數量 | | | | | | | | | |
| 器材 | 試管架 | 玻璃滴 管 | 塑膠滴 管 | 研鉢 | 杵 | 鐵罐 | 鋁罐 | 膠帶 | 特殊瓶 罐封口 器 |
| 數量 | | | | | | | | | |

(2) 請在下列表格中，剛才影片中所曾經出現過的藥品名稱其下方打勾(若影片中沒出現，請留空白)

| | | | | | | | | | |
|-----------|------------|------------|------------|----------|----------|-----|-----|----|----|
| 水 | 乙醚 | 雙氧水 | 鹽酸 | 硫酸 | 硝酸 | 醋酸 | 酒精 | 丙酮 | 細砂 |
| | | | | | | | | | |
| 碳酸鈉 溶液 | 碳酸氫 鈉溶液 | 氫氧化 鈉溶液 | 氫氧化 鈣溶液 | 可樂溶 液 | 二氧化 錳 | 大理石 | 碎玻璃 | 貝殼 | 蛋殼 |
| | | | | | | | | | |

(3) 妳(你)覺得這個影片中，兩個金屬罐壓縮所要呈現的重點或科學概念(科學想法)有哪些？(請盡可能寫清楚及完整)

(I) 第一個金屬罐壓縮實驗

(II) 第二個金屬罐壓縮實驗

(4) 若今天有一些同學因故未看到今天的示範實驗影片，請妳(你)利用文字敘述的方式，分別將此二個金屬罐壓縮實驗的步驟書寫清楚(各三百字以內，並以條列式的方式呈現)，以方便他們能瞭解今天示範實驗的內容。

(I) 第一個金屬罐壓縮實驗

(II) 第二個金屬罐壓縮實驗

二、教師所書寫的實驗步驟

教師所書寫的實驗步驟，為任課教師在觀看完影片後，所書寫下的步驟(即正式施測影片中所述的實驗步驟)。將步驟列於下：

1.第一個金屬罐壓縮實驗

- (1) 將酒精燈點燃，在酒精燈上方依序放上三腳架及陶瓷纖維網。
- (2) 在空鋁罐內注入少許酒精，將鋁罐放在步驟(1)之陶瓷纖維網上方，加熱至酒精沸騰為止。(觀察到鋁罐開口處有白色煙霧產生)。
- (3) 撕一小段膠帶，將鋁罐移開步驟(2)之陶瓷纖維網，並將其放置在桌面上。
- (4) 迅速以剛才膠下的膠帶對桌面上之鋁罐封口。(手指在罐口處反覆壓實膠帶，將膠帶貼牢，以確保不會有氣體進出鋁罐)。
- (5) 仔細觀察鋁罐所發生的變化。

2.第二個金屬罐壓縮實驗

- (1) 取一連有橡皮管之側管錐形瓶，取三括勺之大理石放入錐形瓶內。
- (2) 加入少許水於步驟(1)之錐形瓶內，將連有橡皮塞之薊頭漏斗裝在錐形瓶上。
再加入少許水調整水位，使水淹過大理石，並略高於薊頭漏斗長頸末端。
- (3) 以乳頭滴管取稀鹽酸，將稀鹽酸從步驟(2)之薊頭漏斗開口處加入。

- (4) 觀察錐形瓶內有劇烈反應發生，挪動橡皮管，將所產生的氣體排入空鋁罐內。(靜待一段時間，以確保鋁罐內充滿注入的氣體)。
- (5) 撕下一小段膠帶，將橡皮管移開鋁罐。以乳頭滴管加適量氫氧化鈉溶液於鋁罐內。
- (6) 將剛才撕下的膠帶對鋁罐封口，搖晃鋁罐後，將鋁罐放置桌面上。
- (7) 仔細觀察鋁罐所發生的變化。
- (8) 若變化不明顯，可再次搖晃鋁罐，並重覆步驟(7)。

第四節 資料蒐集

本研究的資料蒐集包含三個部分：

- 一、學生各學科的段考成績及新生入學智力測驗成績。
- 二、正式施測所蒐集的問卷資料。
- 三、學生參加第一次基本學力測驗的自然科成績。

整個蒐集資料的流程如下：

- (1) 利用暑期課業輔導的時間九十三年八月十一、十二兩日進行預試，每個班級在觀看完影片之後立即填寫問卷，全程費時約兩小時。有效樣本數為五十份。
- (2) 九十三年十二月七、八兩日，分別對兩個班及施測，每個班級觀看完影片之後立即填寫問卷，全程費時約兩小時。回收之有效樣本數為五十九份。
- (3) 九十四年元月至輔導室資料組蒐集學生之新生智力測驗成績。
- (4) 九十四年四月至教務處註冊組蒐集學生七、八、九年級(國一、國二、國三)之國語文、數學及自然科之學習成就成績。
- (5) 九十四年六月初，向學生要求給予第一次基本學力的成績。

第五節 資料分析方法

經由學生以書寫的方式所呈現的內容，即為本研究分析的主要來源。

步驟如下：

一、將所有學生的書寫資料輸入電腦，建立資料庫 (Data Base)



圖 3-5-1 進入電腦資料庫

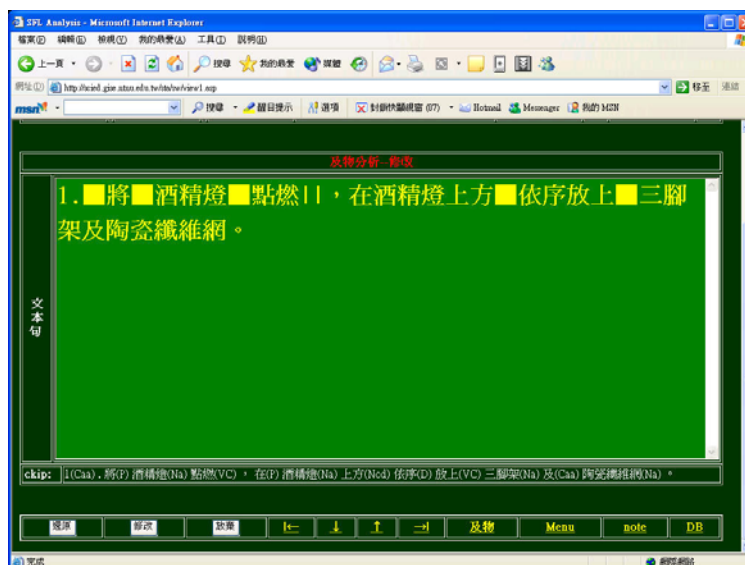


圖 3-5-2 從每筆資料中可進入下一層分析

二、以 CKIP 程式對所有資料進行中文段詞

以教科書與教師書寫的實驗步驟為例，小句的判定仍以SFL的理論為遵循原則。而詞組的判定則以中央研究院資訊科學研究所與語言學研究所共同開發的軟體「中文詞庫自動斷詞系統」(CKIP)1.0版為主，再輔以專有名詞的判定。

以下內容詞的判定準則，主要係根據李世文、陳秋梅(民 82)所建立的規則，是以英文內容詞的判斷規則為基準的。以下分別以 CKIP 斷出詞組：

(一) 試斷教科書所書寫的實驗內容（代碼詳見附錄）

表 3-5-1 以 CKIP 對教科書所書寫的實驗內容段詞的結果

| 實驗 4-1 金屬的氧化 | 實驗 4-2 非金屬的氧化 |
|---|---|
| <p>1(FW) 將(P) 鎂(Na) 粉(Na) 置於(VC) 燃燒(VC) 匙(Nf) 內(Ng) 加熱(VB) (如(P) 圖(Na) A(FW))，觀察(VE) 其(Nep) 是否(D) 容易(VH) 著火(VH) ，火焰(Na) 的(DE) 顏色(Na) 為何(D) 。</p> | <p>1(FW) 取(VC) 一(Neu) 刮(VC) 勻(Na) 的(DE) 硫粉(Na) 放(VC) 在(P) 白紙(Na) (或(Caa) 稱量(VC) 紙(Na)) 上(Ncd) ，仔細(VH) 觀察(VE) 其(Nep) 外觀(Na) (如(P) 圖(Na) A(FW)) 。</p> |
| <p>2(FW) 將(D) 燃燒(VC) 匙(Nf) 內(Ng) 的(DE) 燃燒(VC) 產物(Na) 置於(VC) 錶(Na) 玻璃(Na) 上(Ng) 觀察(VE) ，待(P) 其(Nep) 冷卻(VHC) 後(Ng) 以(P) 刮(VC) 勻(Na) 將(P) 產物(Na) 置入(VC) 50(FW) 毫升(Nf) 燒杯(Na) 中(Ng) (如(P) 圖(Na) B(FW))，加入(VC) 10(FW) 毫升(Nf) 蒸餾水</p> | <p>2(FW) 將(P) 硫粉(Na) 置於(VC) 燃燒(VC) 匙(Nf) 上(Ng) ，在(P) 酒精燈(Na) 上(Ncd) 加熱(VB) (如(P) 圖(Na) B(FW))，觀察(VE) 火焰(Na) 的(DE) 顏色(Na) 。</p> <p>3(FW) 將(D) 燃燒(VC) 中(Ng) 的(DE) 硫粉(Na) 置入(VC) 廣(VH) 口(Na) 瓶(Na) (預先(D) 放(VC) 10(FW) 毫升(Nf) 蒸餾水(Na)) 內</p> |

| | |
|--|--|
| <p>(Na) ，觀察(VE) 是否(D) 溶解(VHC) 。並(Cbb) 以(P) 廣用(VC) 試紙(Na) 測試(VC) 溶液(Na) 的(DE) 性質(Na) 。</p> <p>3(FW) 用(P) 稀鹽酸(Na) 將(D) 燃燒(VC) 匙(Nf) 清洗(VC) 後(Ng) ，以(P) 刮(VC) 勻(Na) 除去(VC) 殘留(VJ) 物質(Na) ，再(D) 以(P) 清水(Nc) 洗淨(VC) 。</p> <p>4(FW) 重複(VC) 步驟(Na) 1(FW)，以(P) 鋅粉(Na) 代替(VC) 鎂(Na) 粉(Na) ，觀察(VE) 其(Nep) 燃燒(VC) 情形(Na) 及(Caa) 火焰(Na) 顏色(Na) 。鋪(VC) 在(P) 燃燒(VC) 匙(Nf) 內(Ng) 的(DE) 鋅粉(Na) 以(P) 薄層(Na) 為宜(VI) ，當(P) 鋅粉(Na) 剛(D) 著火(VH) 時(Ng) 將(P) 火(Na) 源(Na) 移開(VC) ，用(P) 探針(Na) 挑開(VC) 外層(Nc) 熔化(VHC) 的(DE) 鋅(Na) (如(P) 圖(Na) C(FW))，使(VL) 內部(Ncd) 的(DE) 鋅(Na) 能(D) 和(P) 空氣(Na) 充分(VH) 接觸(VC) ，觀察(VE) 所(D) 發生(VJ) 的(DE) 變化(Na) 。</p> | <p>(Ncd) ，蓋上(VC) 玻璃片(Na) ，觀察(VE) 硫粉(Na) 燃燒(VC) 的(DE) 情形(Na) (如(P) 圖(Na) C(FW))。</p> <p>4(FW) 待(P) 火焰(Na) 熄滅(VHC) 後(Ng) ，取出(VC) 燃燒(VC) 匙(Nf) ，以(P) 玻璃片(Na) 蓋住(VC) 廣(VH) 口(Na) 瓶(Na) ，輕輕(VH) 搖盪(VAC) 數(Neu) 分鐘(Nf) ，然後(D) 以(P) 廣用(VC) 試紙(Na) 檢驗(VC) 水溶液(Na) 的(DE) 酸鹼性(Na) 。</p> <p>5(FW) 重複(VC) 步驟(Na) 1(FW)~4(FW)，分別(D) 檢驗(VC) 紅(VH) 磷(Na) 和(Caa) 碳粉(Na) ，</p> |
|--|--|

5(FW) 重複(VC) 步驟 2(FW) ，觀察(VE) 是否(D) 溶解(VHC) ，並(Cbb) 以(P) 廣用(VC) 試紙(Na) 測試(VC) 溶液(Na) 的(DE) 性質(Na) 。

6(FW) 將(P) 銅(Na) 粉(Na) 放於(VC) 另(Nes) 一(Neu) 燃燒(VC) 匙(Nf) 內(Ng) 加熱(VB) (如(P) 圖(Na) D(FW))，觀察(VE) 是否(D) 著火(VH) 。移(VC) 開火(VA) 源(Na) ，將(P) 銅(Na) 粉(Na) 置於(VC) 錶(Na) 玻璃(Na) 上(Ncd) ，待(P) 其(Nep) 冷卻(VHC) 後(Ng) ，觀察(VE) 其(Nep) 表面(Na) 有(V_2) 什麼(Nep) 變化(Na) 。以(P) 刮(VC) 勺(Na) 將(P) 產物(Na) 置入(VC) 50(FW) 毫升(Nf) 燒杯(Na) 中(Ng) ，加入(VC) 少許(Neqa) 水(Na) ，觀察(VE) 是否(D) 溶解(VHC) ，並(Cbb) 以(P) 廣用(VC) 試紙(Na) 測試(VC) 溶液(Na) 的(DE) 性質(Na) 。

結果發現，CKIP 的斷詞無法判定某些科學專有名詞，例如燃燒匙、廣用試紙和刮勺，CKIP 會將其分別各斷成燃燒(VC) 匙(Nf)、廣用(VC) 試紙(Na) 、刮(VC) 勺(Na)。故在資料的分析方面，以 CKIP 進行斷詞之後，仍需進行人工

的檢閱及修改。

(二) 將教師所書寫的實驗步驟斷詞

表 3-5-2 以 CKIP 對教師書寫內容段詞的結果

| 第一個金屬罐壓縮實驗 | 第二個金屬罐壓縮實驗 |
|--|--|
| <p>1(Fw) .將(P) 酒精燈(Na) 點燃 (VC) ，在(P) 酒精燈(Na) 上方 (Ncd) 依序(D) 放上(VC) 三腳架 (Na) 及(Caa) 陶瓷(Na) 纖維(Na) 網(Na) 。</p> <p>2(FW). 在(P) 空(VHC) 鋁罐(Na) 內(Ncd) 注入(VC) 少許(Neqa) 酒 精(Na) ，將(P) 鋁罐(Na) 放(VC) 在(P) 步驟(Na) 1(FW) 之(DE) 陶瓷(Na) 纖維(Na) 網(Na) 上方 (Ncd) ，加熱(VB) 至(Caa) 酒精 (Na) 沸騰(VH) 為止(Ng) 。（觀 察到(VE) 鋁罐(Na) 開口(VA) 處 (Nc) 有(V_2) 白色(Na) 煙霧(Na) 產生(VHC) ）。</p> <p>3(FW). 撕(VC) 一(Neu) 小(VH) 段(Nf) 膠帶(Na) ，將(P) 鋁罐(Na) 移開(VC) 步驟(Na) 2(FW) 之 (DE) 陶瓷(Na) 纖維(Na) 網 (Na) ，並(Cbb) 將(P) 其(Nep) 放</p> | <p>1(FW). 取(VC) 一連(D) 有(V_2) 橡皮管(Na) 之(DE) 側(Ncd) 管 (VE) 錐形瓶(Na) ，取(VC) 三 (Neu) 括(VC) 勻(Na) 之(DE) 大 理石(Na) 放入(VC) 錐形瓶(Na) 內(Ncd) 。</p> <p>2(FW). 加入(VC) 少許(Neqa) 水 (Na) 於(P) 步驟(Na) 1(FW) 之 (DE) 錐形瓶(Na) 內(Ncd) ，將(D) 連(D) 有(V_2) 橡皮塞(Na) 之 (DE) 薊(Nc) 頭(Na) 漏斗(Na) 裝 (VC) 在(P) 錐形瓶(Na) 上 (Ncd) 。再(D) 加入(VC) 少許 (Neqa) 水(Na) 調整(VC) 水位 (Na) ，使(VL) 水(Na) 淹(VC) 過 (Di) 大理石(Na) ，並(Cbb) 略(D) 高於(VJ) 薊(Nc) 頭(Na) 漏斗(Na) 長(VH) 頸(Na) 末端(Ncd) 。</p> <p>3(FW). 以(P) 乳頭(Na) 滴管(Na) 取(VC) 稀鹽酸(Na) ，將(P) 稀鹽</p> |

| | |
|--|--|
| <p>置(VC) 在(P) 桌面(Nc) 上(Ncd) 。</p> <p>4(FW). 迅速(VH) 以(P) 剛才(Nd) 膠(Na) 下(Ng) 的(DE) 膠帶(Na) 對(P) 桌面(Nc) 上(Ncd) 之(DE) 鋁罐(Na) 封口(Nc) 。</p> <p>(手指(Na) 在(P) 罐(Na) 口(Ncd) 處(Nc) 反覆(D) 壓(VC) 實(VH) 膠帶(Na) ，將(P) 膠帶(Na) 貼(VC) 牢(Na) ，以(Cbb) 確保(VE) 不會(D) 有(V_2) 氣體(Na) 進出(VCL) 鋁罐(Na))。</p> <p>5(FW). 仔細(VH) 觀察(VE) 鋁罐(Na) 所(D) 發生(VJ) 的(DE) 變化(Na) 。</p> | <p>酸(Na) 從(P) 步驟(Na) 2(FW) 之(DE) 薊(Nc) 頭(Na) 漏斗(Na) 開口(VA) 處(Nc) 加入(VC) 。</p> <p>4(FW). 觀察(VE) 錐形瓶(Na) 內(Ncd) 有(V_2) 劇烈(VH) 反應(Na) 發生(VJ) ，挪動(VC) 橡皮管(Na) ，將(D) 所(D) 產生(VHC) 的(DE) 氣體(Na) 排入(VC) 空(VHC) 鋁罐(Na) 內(Ncd) 。</p> <p>(靜待(VK) 一段(Nc) 時間(Na) ，以(Cbb) 確保(VE) 鋁罐(Na) 內(Ncd) 充滿(VJ) 注入(VC) 的(DE) 氣體(Na))。</p> <p>5(FW). 撕下(VC) 一(Neu) 小(VH) 段(Nf) 膠帶(Na) ，將(P) 橡皮管(Na) 移開(VC) 鋁罐(Na) 。</p> <p>以(P) 乳頭(Na) 滴管(Na) 加(VC) 適量(VH) 氫氧化鈉(Na) 溶液(Na) 於(P) 鋁罐(Na) 內(Ncd) 。</p> <p>6(FW). 將(P) 剛才(Nd) 撕下(VC) 的(DE) 膠帶(Na) 對(P) 鋁罐(Na) 封口(Nc) ，搖晃(VAC) 鋁罐(Na) 後(Ng) ，將(P) 鋁罐(Na) 放置(VC) 桌面(Nc) 上(Ncd) 。</p> <p>7(FW). 仔細(VH) 觀察(VE) 鋁罐</p> |
|--|--|

| | |
|--|---|
| | <p>(Na) 所(D) 發生(VJ) 的(DE) 變化(Na) 。</p> <p>8(FW). 若(Cbb) 變化(Na) 不(D) 明顯(VH) ，可(D) 再次(D) 搖晃(VAC) 鋁罐(Na) ，並(Cbb) 重覆(VC) 步驟(Na) 7(FW) 。</p> |
|--|---|

同樣地發現，CKIP 的斷詞無法判定某些科學專有名詞，例如陶瓷纖維網、側管錐形瓶、括勺、薊頭漏斗和乳頭滴管，CKIP 會將其分別各斷成陶瓷(Na) 纖維(Na) 網(Na)、側(Ncd) 管(VE) 錐形瓶(Na) 、括(VC) 勺(Na)、薊(Nc) 頭(Na) 漏斗(Na) 和乳頭(Na) 滴管(Na)，所以在以 CKIP 進行斷詞之後，仍需進行人工的檢閱及修改。

將教師所書寫的深度階科學內容詞表列如下，由於深一度科學內容詞即為普通之科學內容詞，故不詳列於表中：

表 3-5-3 師所書寫的深度階科學內容詞

| 深二度階科學內容詞 |
|--------------|
| 三括勺之 大理石 |
| 少許 酒精 |
| 仔細 觀察 |
| 所產生的 氣體 |
| 注入的 氣體 |
| 連有橡皮管之 側管錐形瓶 |
| 連有橡皮塞之 薊頭漏斗 |
| 劇烈 反應 |

| |
|------------|
| 深三度階科學內容詞 |
| 適量 氫氧化鈉 溶液 |

(三) 將學生所書寫的實驗步驟斷詞

學生所書寫的實驗步驟亦用同樣的方式斷詞，再經由人工判定的方法重新修改成正確的內容詞或科學內容詞。

三、計算所有學生所書寫的字數、小句數、內容詞數

本研究的字數計算包含所有的標點符號，化學式的分法則不以字母為單位計算字數，例如 HCl 將不看成三個字，僅將其計算成一個字。小句的判定是以 SFL 的理論為遵循原則，而內容詞的判定是以李世文、陳秋梅（民 82）所建立的規則為主，但另外加計代名詞的部分。

四、計算所有學生書寫的小句平均字數、詞彙密度、科學詞彙密度

詞彙密度的定法為功能詞除以小句總句數（翁育誠，民 93），而科學詞彙密度的定法為科學內容詞除以小句的總句數。下表即為本研究試卷問題四所定義的科學內容詞：

表 3-5-4 試卷問題四所定義的科學內容詞

| | | | |
|------|------|--------|---------|
| NaOH | 氫氧化鈉 | 氫氧化鈉溶液 | 氫氧化鈉水溶液 |
| 稀鹽酸 | 稀酸 | HCl | 括勺 |
| 酒精燈 | 酒精溶液 | 三腳架 | 陶瓷纖維網 |
| 石棉心網 | 廣口瓶 | 錐形瓶 | 燒杯 |
| 滴管 | 玻璃滴管 | 乳頭滴管 | 薊頭漏斗 |
| 軟木塞 | 橡皮塞 | 橡皮管 | 壓縮 |
| 壓縮現象 | 壓力 | 空氣壓力 | 觀察 |

| | | | |
|-----|------|------|-----------------|
| 液體 | 氣體 | 實驗 | 步驟 |
| 加熱 | 反應 | 燃燒 | 點燃 |
| 冷卻 | 沸騰 | 蒸發 | 溶液 |
| 混合 | 化學變化 | 二氧化碳 | CO ₂ |
| 大理石 | 酒精 | | |

五、計算學生書寫的深度階科學內容詞數

以下分別表列出研究試卷問題三及問題四學生所書寫的深度階科學內容詞，即推理描述（問題三）及步驟描述（問題四）之科學內容詞。同樣地，因深一度階科學內容詞即為普通之科學內容詞，故亦不詳列於表中。

（一）試卷問題三學生回答之科學內容詞

表 3-5-5 問題三學生回答之深二度科學內容詞

| 深二度科學內容詞 | |
|------------------------------------|--------------------------------------|
| 2 HCl | 酒精 蒸發 |
| 2 CO ₂ | 酒精 蒸氣 |
| 3 O ₂ | 酒精 氣體 |
| 3 H ₂ O | 酒精 液體 |
| Na ₂ CO ₃ 氣體 | 酒精 液態 |
| NaOH 水溶液 | 高溫的 C ₂ H ₅ OH |
| NaOH 的 溶液 | 高溫的 氣體 |
| 二氧化碳 氣體 | 氣態 二氧化碳 |
| 大氣壓力的 原理 | 氣體 壓力 |
| 少許的 H ₂ | 產生的 氣體 |
| 少許 酒精 | 部分或全部的 酒精 |
| 少許 氣體 | 裏面 壓力 |

| | |
|----------|----------|
| 內部 氣體 | 裏面的 氣體壓力 |
| 外部 氣體 | 製造出的 氣體 |
| 外面 壓力 | 氫氧化鈉 溶液 |
| 外界 空氣壓力 | 氫氧化鈉 水溶液 |
| 加熱後的 酒精 | 酸鹼中和 反應 |
| 金屬罐 壓縮 | 劇烈的 壓縮 |
| 金屬罐之 氣體 | 慢慢 冷卻 |
| 金屬罐中的 氣體 | 熱量的 壓力 |
| 金屬罐外的 氣體 | 熱漲冷縮的 原理 |
| 某種 液體 | 罐中 氣體 |
| 固態 碳酸鈉 | 罐外的 大氣壓力 |

表 3-5-6 問題三學生回答之深三度科學內容詞

| 深三度科學內容詞 |
|--|
| 大理石加鹽酸 產生的 氣體 |
| 大理石遇鹽酸 產生的 CO ₂ |
| 大理石 分解出的 CO ₂ |
| 大理石碰到稀鹽酸後 所產生的 氣體 |
| 大理石加氫氧化鈉 產生的 氣體 |
| 內部之 Na ₂ CO ₃ 氣體 |
| 加熱後的酒精 所產生的 氣體 |
| 作用後 產生的 氣體 |
| 兩種 不同的 化學原料 |
| 封住瓶口的 鋁罐內 酒精 |
| 稀鹽酸和氫氧化鈉 溶解後的 氣體 |

稀鹽酸加大理石 反應後生成的 氣體 CO₂

燃燒後 所產生的 氣體

燒酒精時所產生的 二氧化碳 氣體

離火 冷卻前 密封

鹽酸加大理石 所產生的 氣體

(二) 試卷問題四學生回答之科學內容詞

表 3-5-7 問題四學生回答之深二度科學內容詞

| 深二度科學內容詞 | |
|------------|---------------------|
| NaOH 溶液 | 些許的 氫氧化鈉 |
| 一定量之 二氧化碳 | 易開罐（鋁罐）中的 酒精 |
| 一些 大理石 | 附側管之 錐形瓶 |
| 一些 酒精 | 乳白色的 液體 |
| 一些 大理石 | 事先準備好的 薊頭漏斗 |
| 一點 鹽酸 | 酒精燈上的 三腳架 |
| 二氧化碳 氣體 | 酒精 蒸氣 |
| 3 匙的 大理石 | 產生的 氣體 |
| 4 瓢 大理石 | 產生的 CO ₂ |
| 7~8 匙的 大理石 | 氫氧化鈉 溶液 |
| 8~10 支 試管 | 氫氧化鈉 水溶液 |
| 三括勺的 大理石 | 第一個 實驗 |
| 三匙 大理石 | 側面裝有水管的 錐形瓶 |
| 小石頭狀的 大理石 | 連接側管的 錐型瓶 |
| 內部 酒精 | 插有薊頭露斗的 橡皮塞 |
| 內部 壓力 | 幾滴 氫氧化鈉 |

| | |
|---------------|---------------|
| 少許 酒精 | 稀鹽酸 溶液 |
| 少許的 酒精 | 裝入大理石的 錐型瓶 |
| 少許的 稀鹽酸 | 裝有大理石的 錐型瓶 |
| 少許的 氫氧化鈉 | 裝有薊頭漏斗的 橡皮塞 |
| 外部 壓力 | 裝有橡皮塞的 薊頭長頸漏斗 |
| 以酒精燈 加熱 | 適量 大量石碎屑 |
| 用火柴 點燃 | 適量 稀鹽酸 |
| 用酒精燈、陶瓷纖維網 加熱 | 適量 酒精 |
| 自動 壓縮 | 適量之 大理石 |
| 有側管的 錐型瓶 | 適量的 稀鹽酸 |
| 有管 錐型瓶 | 慢慢 壓縮 |
| 有管子的 錐型瓶 | 慢慢的 壓縮 |
| 有長頸漏斗的 橡皮塞 | 劇烈地 壓縮 |
| 有橡皮塞的 薊頭漏斗 | 鋁罐的 反應 |
| 充份 加熱 | 錐形瓶的 氣體 |
| 充分 混合 | 錐型瓶中的 氣體 |
| (步驟4)的 氣體 | 錐型瓶側面的 試管 |
| 兩種 化學原料 | 燃燒後的 酒精 |
| 些許 氫氧化鈉 | 點燃的 酒精燈 |
| 些許的 酒精 | 壓縮 現象 |

表 3-5-8 問題四學生回答之深三度科學內容詞

| 深三度科學內容詞 |
|--------------------|
| 裝有大理石的 側面裝有水管的 錐形瓶 |
| 有側管的 錐型瓶 的氣體 |
| 1 個 有側管的 錐型瓶 |
| 用側管導入瓶內的 氣體 |
| 鹽酸與大理石 反應生成的 氣體 |
| 產生之 二氧化碳 氣體 |