

臺灣二〇〇四年國際科學展覽會

科 別：化學科

作品名稱：“碘化鋅”產率變變變---溶劑對產率的影響

學 校：臺北市立第一女子高級中學

作 者：陳婉雅、王薇怡

作者簡介



作者：第一作者 陳婉雅

興趣:運動，打籃球

志願:物理系！？

目前就讀北一女中高三年級數理實驗班，於高二選擇專題研究組別時即選擇進入化學組，在與同組同學和與指導老師討論後，經過多方嘗試與摸索，選擇”碘化鋅”這個此次參展的題目作為高二一整年的研究計畫。曾參加校內科展與北市科展，在準備的過程中培養了追根究底的研究精神，獲益良多。此次參展除了想與各種不同類型的參展作者們互相觀摩、切磋，也希望教授多多給我們指教！

作者：第二作者 林芳仔

興趣：彈鋼琴

就讀北一女中高三年級數理實驗班，由於從小對科學的熱愛以及對神奇的許多化

學變化感到興趣，於高二專題研究即加入化學組。從找尋專研題目到和指導老師討論，甚至前往台大化學系和方俊民教授請教，讓我從中學習到許多求學問的態度和方法。這一年中，我們不斷對自己的實驗技巧磨練再磨練，只希望從這些小地方發現更多值得專研的地方，從校內科展、北市科展、獎助計畫到今天我們所參加的國際科展，每回教授們給予我們的建議都讓我們知道自己實驗中的缺失，並且鼓勵我們再做一次次的修正，希望今天呈現在的家面前的國際科展是這些日子來最完整的一次，也希望教授們也能再給我們更多寶貴的建議，讓我對這次專研和科展留下更多美好的回憶，也讓我們能一次比一次更加進步。

碘化鋅產率變變變-----溶劑對產率的影響

壹、 摘要：

The research mainly discuss the influence on the rate of zinc iodine with different solution as catalytic agent. We use water, acid water, ethanol methanol acid ethanol, and acid methanol and so on as different solution to participate in the process of an equation : $\text{Zn} + \text{I}_2 \rightarrow \text{ZnI}_2$ to work out the variation of the product's amount. Besides, we also change the proportion of Zinc and Iodine to discuss the difference between the proportion of reactant and the product's amount. The result shows that the product of this equation is ZnI_2 not $\text{Zn}(\text{I}_3)_2$. Ethanol and methanol have the same effect as water to accelerate the process of the equation. We find out that this reaction get higher product's amount in acid condition. Also, put the mass Zinc with the mass iodine can get higher product's amount, Furthermore, acid in specific range (0.01M—1.00M), the denser the acid is, the higher product's amount we get. But how the water as catalytic agent work in the reaction is the direction we can research deeply in the days to come.

鋅和碘作用生成碘化鋅的反應，是用水作為催化劑，然而一小滴水卻使這個反應劇烈進行，我們嘗試了多種和水具有相同作用的催化劑，由於反應時間極短不易測量，我們考慮由產率部分著手，讓原本只需一小滴的水〈催化劑〉改為此反應的溶劑，計算其產率的變化。

實驗分為三部分，第一部份先是改變不同的溶劑，讓鋅和碘在不同溶劑〈水、酸化水、乙醇、酸化乙醇、甲醇、酸化甲醇〉下反應，計算出產率的變化，我們發現在酸中的產率的確較不加酸者來得高。第二部分我們改變加入鋅和碘的量，改變鋅和碘的比例，讓鋅由過量到成為此反應的限量試劑，觀察其產率的變化，我們發現碘作為限量試劑較鋅作為限量試劑的產率高。由於此反應在酸中產率較高，但酸的濃度高低是否又會影響產率呢？我們繼續第三部分的實驗，改變酸的濃度，讓此反應在不同的酸化水濃度的溶劑下反應，討論產率和酸濃度的關係，我們發現在一定範圍內〈0.01M~0.5M〉，酸的濃度越高，產率亦越高。

實驗方法是將鋅和碘置入同一試管中反應，並使其在不同溶劑中反應，接著離心，將碘化鋅水溶液與未反應完的反應物分離，將所得的碘化鋅水溶液使用結晶法得到碘化鋅晶體，秤重並計算其產率。

貳、 研究動機：

當我們在化學課本上第一次看見，鋅與碘混合，加上少許的水，就可產生激烈的反應，生成碘化鋅。在這個反應，居然是用「水」做為它的催化劑時，立刻就被這個有趣的現象所吸引了。我們想，水在這反應扮演什麼角色，為什麼水具有如此神奇的作用？除了水之外，還有那些化合物具有相同的作用？於是，我們開始找資料，以解疑惑，但翻遍許多書籍，發了許多時間在各網站間尋覓，資料有限，無法尋得解答。在求人不如求己的信心下，我們開始動手嘗試。首先我們發現，水在這個反應中的確扮演著重要角色-催化劑。在校內科展中，我們發現不僅僅只有水能對這個反應有影響，其他諸如甲醇、乙醇等也都有類似的效果，但由於此反應的反應時間極短暫，反應速率不易測量，於是我們就試著從產率部分著手，讓鋅和碘在不同的溶劑環境下反應，看看產率是不是有變化呢？

參、 研究目的：

我們想探討這個反應中的：

- 一、 此反應的產物碘化鋅的化學式為 ZnI_2 或 $\text{Zn(I}_3)_2$ ？
- 二、 依次改變此反應進行的環境：使它在水、酸化水、乙醇、甲醇、酸化乙醇、酸化甲醇……等不同溶劑中反應，計算其產率的變化。
- 三、 改變鋅和碘加入的比例，分別用鋅和碘作為限量試劑，計算產率有何不同？
- 四、 改變酸化水的酸度，計算其對產率之影響。
- 五、 設計出一套完備的測知產物生成量的方法，除去可能的副產物對實驗結果的干擾。

肆、 研究設備器材：

一、藥品：

鋅粉	碘
蒸餾水	醋酸(1M)
乙醇	甲醇
亞鐵氰化鉀 (黃血鹽)(0.5M)	丙酮

乙醚

澱粉液

四氯化碳

硝酸銀

二、儀器：

離心試管

離心機

量筒

滴管

刮勺

本生燈

蒸發皿

鐵架及石棉心網

電子天平

安全吸球

分度吸量管

伍、研究方法及過程：

一、產物種類的探討：

〈一〉碘和鋅反應生成碘化鋅：

1. 量取鋅和碘各 0.5g 於離心試管 1 號中。
2. 加入蒸餾水 5ml 於 1 號管中，搖晃 15 分鐘待其充分反應。
3. 將 1 號管置入離心機內離心 5 分鐘，使過量的鋅與上層含碘化鋅的水溶液分離。
4. 倒出澄清的碘化鋅水溶液於蒸發皿中，使用結晶法將水溶液中的水分蒸乾，得到碘化鋅晶體。

〈二〉測試產物中是否含有 I_2 分子：

1. 〈方法一〉將得到的碘化鋅再次溶於水中，加入四氯化碳，搖晃看是否變成紫色。
結果：未變色，證明產物中的確不含 I_2 分子，產物不為 $Zn(I_3)_2$ 。
2. 〈方法二〉將得到的碘化鋅晶體滴上澱粉液，觀察是否變成藍黑色。
結果：未變色，再次得證所得產物並非 $Zn(I_3)_2$ 。

二、探討不同的溶劑對產率的影響：

〈一〉酸化水的配置：取 1M 醋酸 5ml，加入蒸餾水 25ml。

〈二〉酸化甲醇與酸化乙醇的配置：取 1M 醋酸 5ml，加入甲醇（乙醇）25ml。

〈三〉分別加入不同溶劑（水、酸化水、乙醇、酸化乙醇、甲醇、酸化甲醇）：

1. 量取鋅和碘各 0.5g 於離心試管 1 號中。
2. 加入蒸餾水 5ml 於 1 號管中，搖晃 15 分鐘待其充分反應。
3. 將 1 號管置入離心機內離心 5 分鐘，使過量的鋅與上層含碘化鋅的水溶液分離。
4. 倒出澄清的碘化鋅水溶液於蒸發皿中，使用結晶法將水溶液中的水分蒸乾，得到碘化鋅晶體，並秤量其重量。
5. 產率的計算：利用 I_2 為限量試劑作為理論產量，計算出實際產量占理論產量的百分比。
6. 將溶劑依次換成酸化水、乙醇、酸化乙醇、甲醇、酸化甲醇，再依上述步驟操作一遍，得數據 1~6 組。

三、改變鋅和碘加入的比例，對產率的影響：

〈一〉將反應物鋅和碘以下述比例加入不同離心試管中：

試管編號	1	2	3	4	5
Zn	10^{-2} mol	10^{-2} mol	10^{-2} mol	10^{-2} mol	10^{-2} mol
I_2	5×10^{-4} mol	10^{-3} mol	5×10^{-3} mol	10^{-2} mol	5×10^{-2} mol
備註	鋅過量	鋅過量	鋅過量	等比例	碘過量

〈二〉各加入 5ml 的酸化水，搖晃 15 分鐘，待其充分反應。

〈三〉將試管置入離心機離心 5 分鐘，使過量之反應物與上層含碘化鋅的水溶液分離。

〈四〉鋅過量組：(試管 1~3 號)

1. 倒出澄清的碘化鋅水溶液於蒸發皿中。
2. 使用結晶法將水溶液中的水分蒸乾，得到碘化鋅晶體。
3. 秤量產物重量，並計算產率。

〈五〉碘過量組：(試管 4、5 號)

1. 倒出試管中的溶液於蒸發皿中。
2. 加入少量的蒸餾水於試管中潤洗，溶解殘留在管內之碘化鋅。
3. 再將溶液倒出至先前的蒸發皿中，加熱蒸發皿得到碘化鋅結晶。
4. 秤量產物重量，並計算產率。

四、 改變酸化水的酸度，對產率的影響：

〈一〉配置不同濃度的醋酸水溶液：

試管編號	1	2	3	4	5
醋酸水溶液	1M	0.5M	0.1M	0.05M	0.01M

〈二〉分別在 1~5 號試管中加入鋅和碘各 0.5 克，再依編號加入不同濃度的醋酸水溶液各 5ml。

〈三〉搖晃試管 15 分鐘，待其充分反應。

〈四〉將試管置入離心機內離心 5 分鐘，使未反應完的鋅與上層的澄清水溶液分離。

〈五〉將溶解有碘化鋅的澄清水溶液倒入蒸發皿中，加熱取得碘化鋅晶體。

〈六〉秤量產物重，並計算產率。

陸、 研究結果：

一、 改變溶劑的種類與碘化鋅產率的關係

〈一〉操縱變因：溶劑的種類—水、酸化水、乙醇、酸化乙醇、甲醇、酸化甲醇。

〈二〉控制變因：

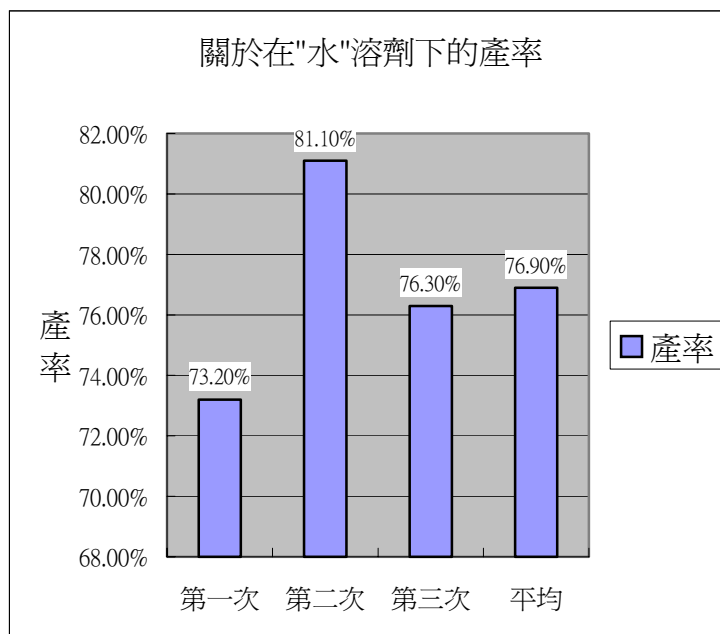
1. 鋅與碘各取 0.5g 反應。

2. 反應時間均為 15 分鐘。

〈三〉實驗數據及圖表整理：

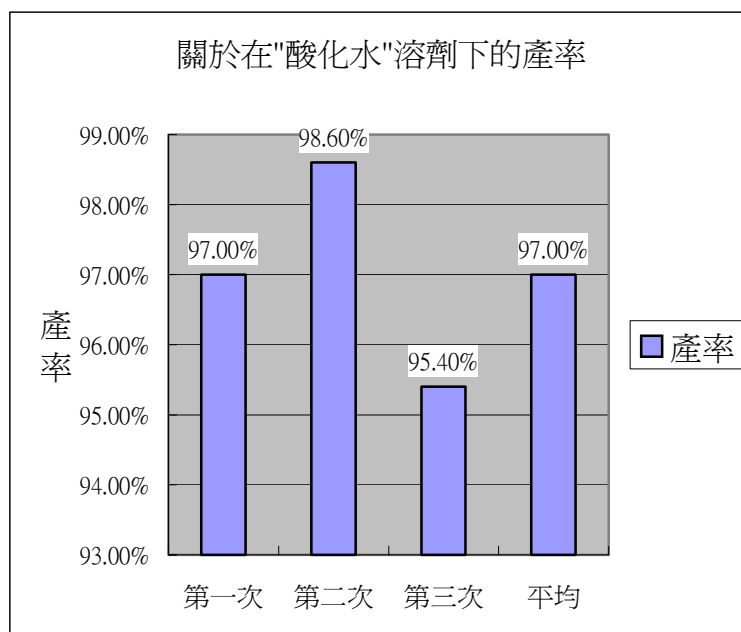
1. 以下為關於在水溶劑下的數據及圖表整理：

實驗次數	第一次	第二次	第三次	平均
產量	0.46g	0.51g	0.48g	0.483g
產率	73.2%	81.1%	76.3%	76.9%



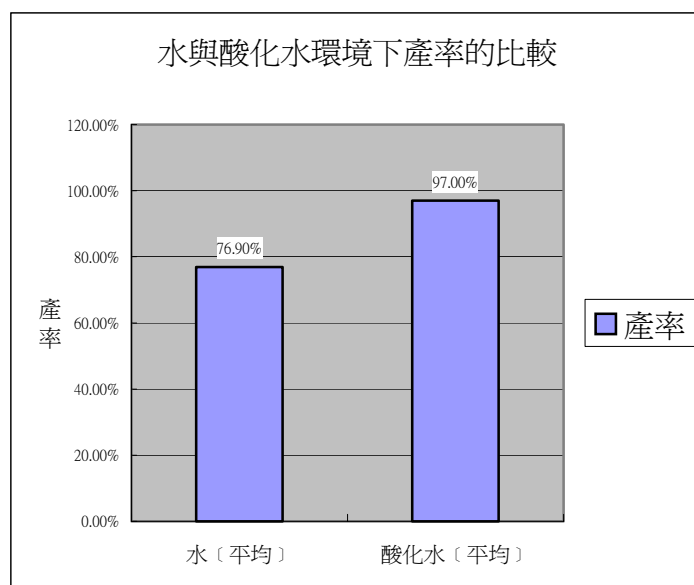
2. 以下為關於在酸化水溶劑下的數據及圖表整理：

實驗次數	第一次	第二次	第三次	平均
產量	0.61g	0.62g	0.60g	0.61g
產率	97.0%	98.6%	95.4%	97.0%



3. 綜合水及酸化水的數據及圖表整理：

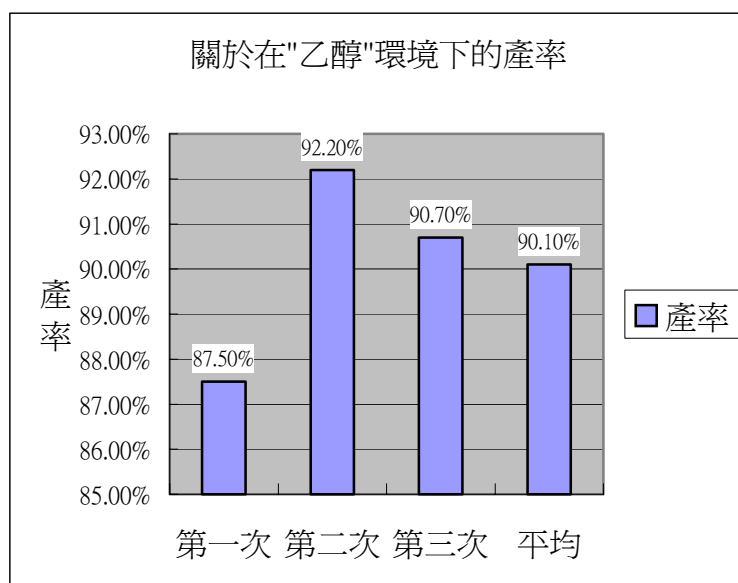
組別	水〔平均〕	酸化水〔平均〕
產量	0.48g	0.61g
產率	76.9%	97.0%



圖三

4. 以下為關於在乙醇溶劑下的數據及圖表整理：

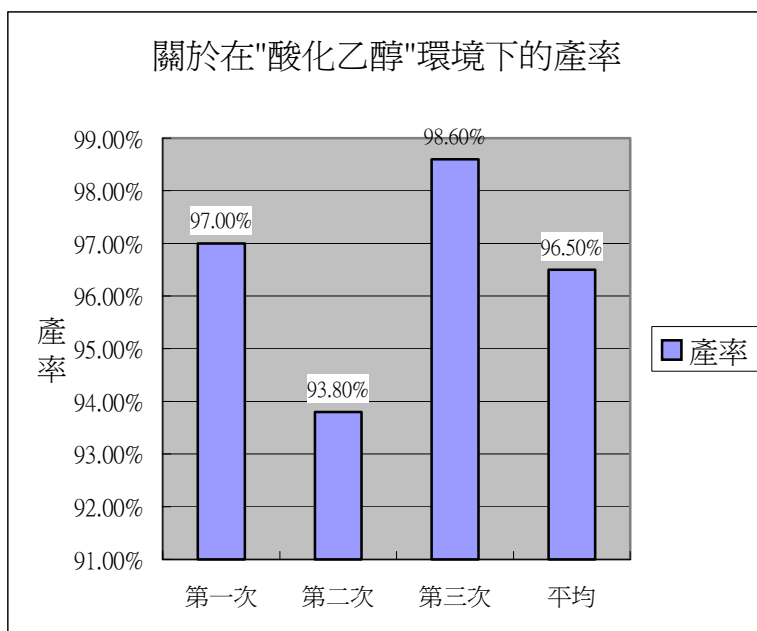
實驗次數	第一次	第二次	第三次	平均
產量	0.55g	0.58g	0.57g	0.567g
產率	87.5%	92.2%	90.7%	90.1%



圖四

5. 以下為關於在酸化乙醇溶劑下的數據及圖表整理：

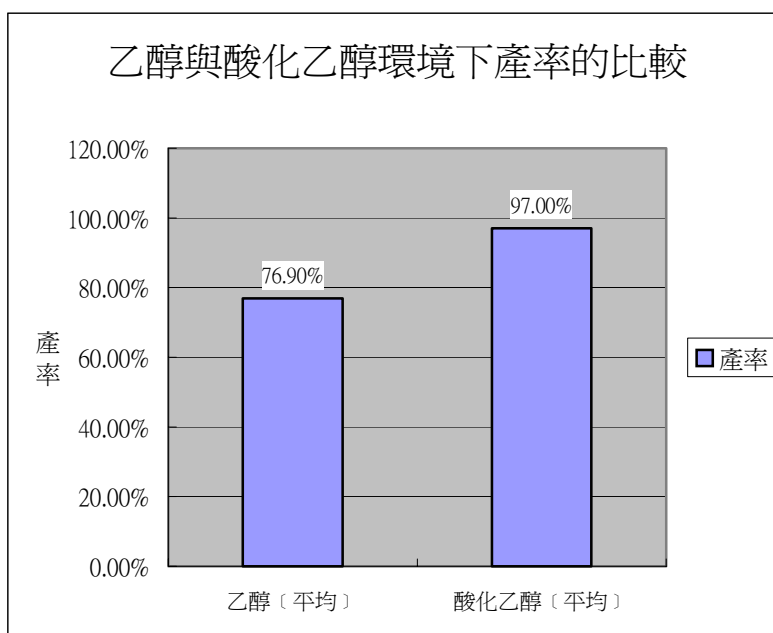
實驗次數	第一次	第二次	第三次	平均
產量	0.61g	0.59g	0.62g	0.607g
產率	97.0%	93.8%	98.6%	96.5%



圖五

6. 綜合乙醇及酸化乙醇的數據及圖表整理：

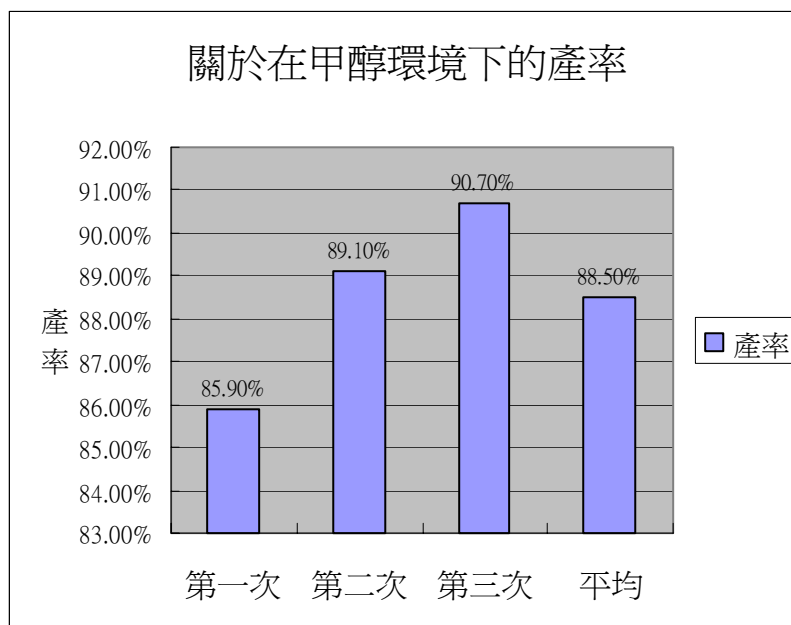
組別	乙醇〔平均〕	酸化乙醇〔平均〕
產量	0.48g	0.61g
產率	76.9%	97.0%



圖六

7. 以下為關於在甲醇溶劑下的數據及圖表整理：

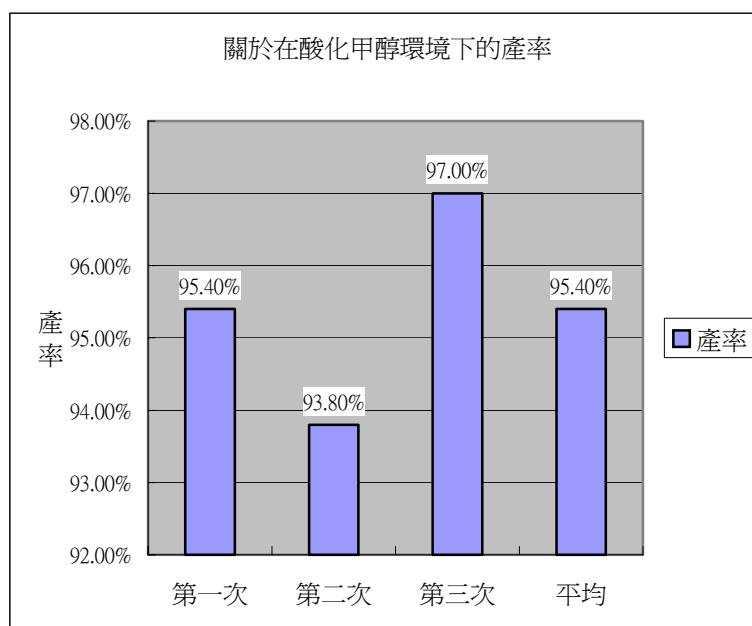
實驗次數	第一次	第二次	第三次	平均
產量	0.54g	0.56g	0.57g	0.557g
產率	85.9%	89.1%	90.7%	88.5%



圖七

8. 以下為關於在酸化甲醇溶劑下的數據及圖表整理：

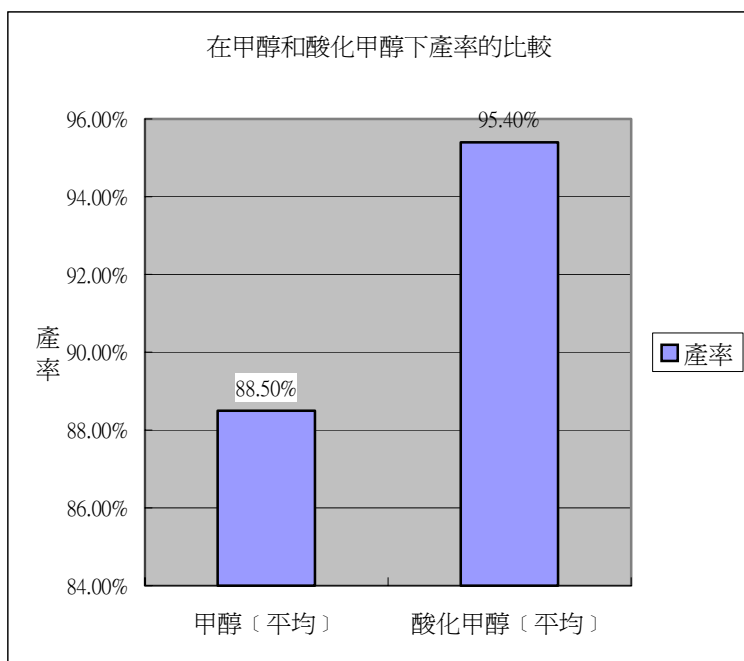
實驗次數	第一次	第二次	第三次	平均
產量	0.60g	0.59g	0.61g	0.60g
產率	95.4%	93.8%	97.0%	95.4%



圖八

9. 綜合甲醇及酸化甲醇的數據及圖表整理：

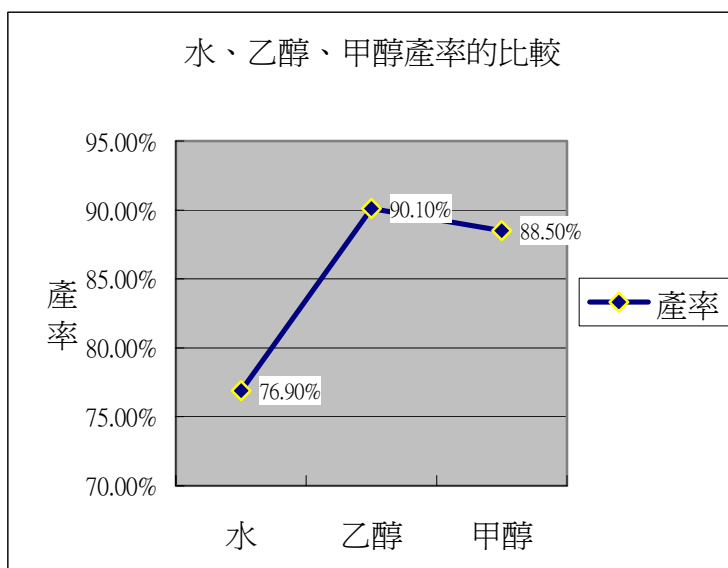
組別	甲醇〔平均〕	酸化甲醇〔平均〕
產量	0.557g	0.60g
產率	88.5%	95.4%



圖九

10. 水、乙醇、甲醇三組的比較：

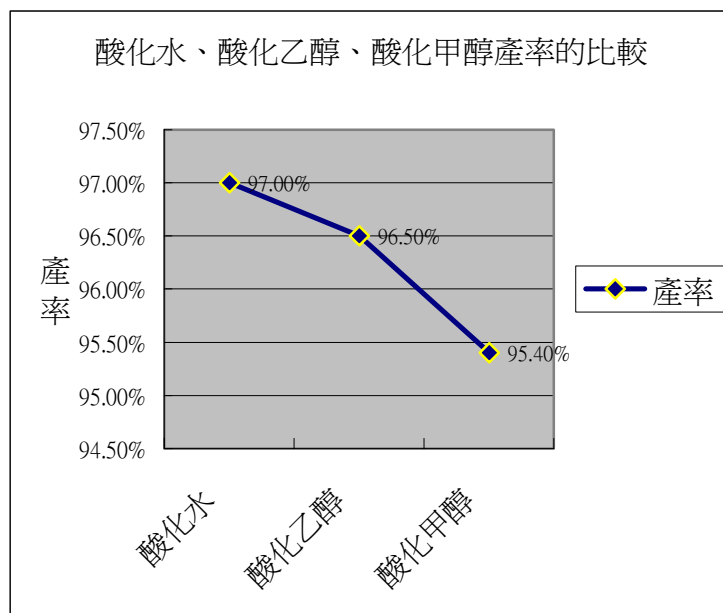
加入溶劑	水	乙醇	甲醇
產量	0.483g	0.567g	0.557g
產率	76.9%	90.1%	88.5%



圖十

11. 酸化水、酸化乙醇、酸化甲醇三組的比較：

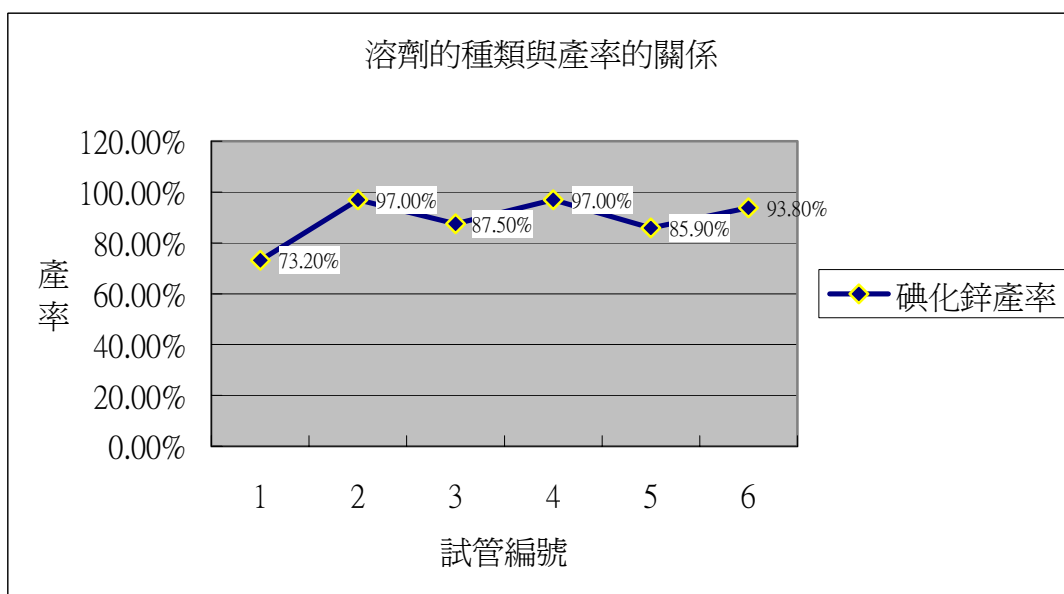
加入溶劑	酸化水	酸化乙醇	酸化甲醇
產量	0.61g	0.607g	0.60g
產率	97.0%	96.5%	95.4%



圖十一

12. 綜合比較圖表：

試管編號	1	2	3	4	5	6
溶劑種類	水	酸化水	乙醇	酸化乙醇	甲醇	酸化甲醇
產量	0.46g	0.61g	0.55g	0.61g	0.54g	0.59g
產率	73.2%	97.0%	87.5%	97.0%	85.9%	93.8%



二、 改變鋅和碘加入的比例，產率的變化

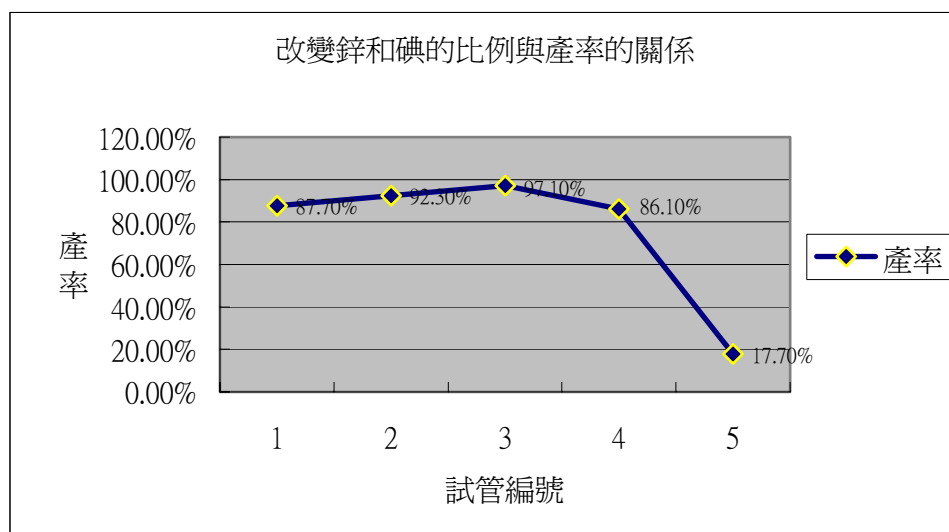
〈一〉操縱變因：加入碘的量—0.5g、1.0g、1.5g、2.0g、2.5g。

〈二〉控制變因：

1. 均加入鋅 10^{-2} mol 與之反應。
2. 均加入酸化水 5ml 搖晃 15 分鐘。

〈三〉實驗數據及圖表整理：

試管編號	1	2	3	4	5
Zn	10^{-2} mol	10^{-2} mol	10^{-2} mol	10^{-2} mol	10^{-2} mol
I ₂	5×10^{-4} mol	10^{-3} mol	5×10^{-3} mol	10^{-2} mol	5×10^{-2} mol
產物重	0.14g	0.30g	1.55g	2.75g	2.82g
產率	87.7%	92.3%	97.1%	86.1%	17.7%



圖十三

三、 改變加入醋酸水溶液的濃度，計算其產率變化

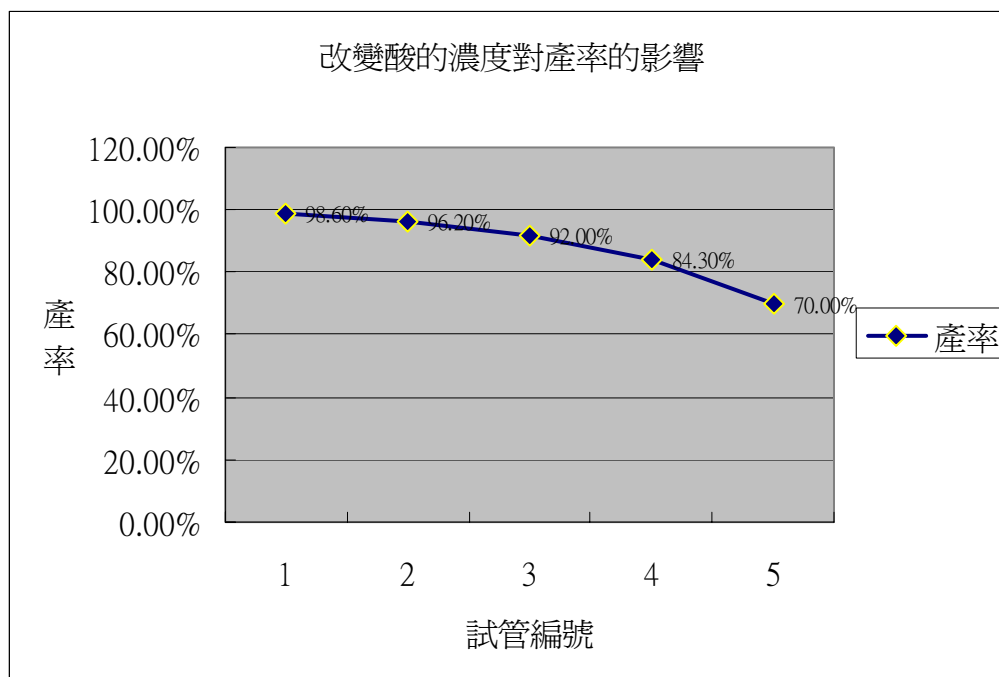
〈一〉操縱變因：加入酸的濃度—1M、0.5M、0.1M、0.05M、0.01M。

〈二〉控制變因：

1. 均加入鋅和碘 0.5g 反應。
2. 加入醋酸水溶液均 5ml，反應時間皆為 15 分鐘。

〈三〉實驗數據及圖表整理：

試管編號	1	2	3	4	5
酸濃度	1M	0.5M	0.1M	0.05M	0.01M
產量	0.62g	0.61g	0.58g	0.53g	0.44g
產率	98.6%	96.2%	92.0%	84.3%	70.0%



柒、 討論：

經過了幾個月來的努力，目前我們大致把整個研究過程完成了，似乎也替我們解答了不少疑慮，以下是就我們整個實驗過程的討論以及在實驗中我們遭遇困難而將實驗改良的過程：

- 一、最初我們在動手了解這個反應的時候，先是加入少量(一、兩滴)的蒸餾水，結果發現鋅和碘立刻起劇烈的反應，放出大量的熱，並有大量的碘蒸氣受熱昇華，影響實際參與反應的碘的量，造成質量守恆一直做不準確。所以我們之後進行實驗時都一次加入較多量的溶劑 (至少 5ml)，使整個溶液的溫度不會上升的那麼快，以避免有碘昇華的情況，影響實驗結果。
- 二、在研究步驟一中，為什麼我們會懷疑產物的分子式是否是 $\text{Zn}(\text{I}_3)_2$ 呢？因為從實驗過程上來觀察，我們發現每次加入水作為催化劑時，都是讓碘先微溶在水中成棕色離

子才開始作用，又 I^- 是無色的， I_3^- 才為棕色，故我們認為真正與 Zn 反應的應是 I_3^- ，所以分子式是否應為 $Zn(I_3)_2$ ？

- 三、就前面〈二〉所提到的問題，究竟產物為 ZnI_2 還是 $Zn(I_3)_2$ ？因為若產物是 $Zn(I_3)_2$ ，則含有 I_3^- 離子，會產生 $I_3^- \rightleftharpoons I^- + I_2$ 的平衡，故有 I_2 分子的存在。因此我們設計了一個小小的實驗：即將產物再次溶入水中，加入四氯化碳，觀察產物離子的顏色，我們搖了好一會兒，發現試管內仍呈無色狀態，證明產物所含的離子為無色，並非如同預期所得到之棕色離子，所以我們排除了 $Zn(I_3)_2$ 這種產物的可能性，再次驗證了所得之產物為 ZnI_2 。
- 四、另外我們為了再確認分子式的確為 ZnI_2 而非 $Zn(I_3)_2$ ，我們再將得到的產物加入澱粉液檢驗是否含有 I_2 分子，結果卻仍不變色，所以我們得知我們得到的產物並非 $Zn(I_3)_2$ 。
- 五、在研究步驟二中，我們開始思考有哪些和水一樣具有相同作用的溶劑，能對這個反應產生影響。我們猜想是否水中的 OH^- 具有影響此反應的作用，而一些有機溶劑裡含有的羥基是否也有同樣的影響力嗎？因此我們從含羥基的甲醇和乙醇開始嘗試，發現的確會產生影響，因此開始實驗探討我們的產率。
- 六、在研究步驟三中，為何要加入酸來試驗產率的變化？這是因為我們查閱資料後發現鋅離子會和水產生水合作用，產生 $Zn(OH)_2$ ，影響我們的實驗結果。而在水中加入弱酸可以避免此一副產物的產生，而又因為醋酸是一種易揮發的弱酸，所以我們選擇了它。而我們也發現加入酸後的產率的确明顯提升。也繼續進一步將酸也加入甲醇與乙醇中試驗產率的變化，也的確證明了加入酸具有提升產率的功能。
- 七、在研究步驟三中，我們嘗試固定一種溶劑參與反應，而只改變碘的量，目的是為了讓原本過量的鋅變成限量試劑，看看是否會影響實驗結果。結果我們發現當鋅過量時有較高的產率，碘過量時產率反而降低？推測這是因為碘在這個反應中是扮演較活潑的角色，所以當鋅過量時，大量的鋅可以很快的與碘反應，而不讓碘溶在溶劑中或昇華掉；可是當碘過量時，少量的鋅來不及與大量的碘反應，而使碘溶於溶劑中或昇華掉，反應的效率因此降低。所以這就是我們的產率略有波動的原因。
- 八、至於在上述研究步驟三中，為什麼我們要特別將碘過量組重新加入蒸餾水潤洗試管？

那是因為我們知道產量增加後，原本完全溶於 5ml 酸化水的碘化鋅會無法完全溶於其中，而殘留於試管內。所以我們必須加入蒸餾水潤洗，溶解殘餘碘化鋅，才能完全得到產物。

九、在研究步驟四中，發現加入酸後的確對產率有顯著的改變，因此我們又開始思考：加入酸的濃度是否也會影響產率呢？我們選擇了產率最高的酸化水（即醋酸水溶液）組，改變加入反應的醋酸水溶液的濃度，計算產率是否改變。結果發現產率的確隨著醋酸濃度的減少而下降。根據在實驗中觀察到反應溶液中的氣泡越冒越多，我們認為是鋅與酸的反應越來越劇烈，產生的氫氣越來越多，造成真正與碘反應的鋅變少，產量和產率也跟著下降。所以需控制加入的酸在一定濃度內，才能得到最佳產率。

十、在實驗的過程中，我們為了能準確測得生成碘化鋅的量，也嘗試改良了好幾種方法：

〈一〉一開始的實驗中，我們就用最簡單的結晶法來得到碘化鋅。但不知道是我們的實驗技巧尚未熟練，還是秤重法的誤差真的過大？得到的產量及產率一直不規律。

〈二〉因此我們改良了第二種方法：有沒有一種化合物是可以用來測定溶液中 I^- 或 Zn^{2+} 的量的？於是我們想到可以利用硝酸銀來滴定溶液中的 I^- 量，加入 K_2CrO_4 當指示劑： $Ag^+ + I^- \rightarrow AgI(\downarrow)$ ，當 Ag^+ 完全與溶液中的 I^- 反應完成時，再滴入的 Ag^+ 才會和指示劑中的 CrO_4^{2-} 形成 Ag_2CrO_4 沉澱，表示達到滴定當量點，反應完成。如此根據滴入的 $AgNO_{3(aq)}$ 的多寡，來推知存在於水溶液中的 I^- 量，也就是溶解在水中的 ZnI_2 量。但因為 Ag_2CrO_4 沉澱（磚紅色）的出現時間不明顯，與 AgI 沉澱（黃色）無法區隔，導致無法判定何時才達到滴定的當量點。所以這個方法後來就因誤差過大而被放棄了。

〈三〉再來我們想到了第三種方法：在高二化學課本第十章中曾提及 $K_4Fe(CN)_6$ （黃血鹽）可與 Zn^{2+} 反應產生 $Zn_2Fe(CN)_6$ 沉澱： $K_4Fe(CN)_6 + 2 ZnI_2 \rightarrow Zn_2Fe(CN)_6 + 4 KI$ ，由秤量得到 $Zn_2Fe(CN)_6$ 沉澱的重量，可推知溶在溶液中的 Zn^{2+} 量，也就是 ZnI_2 的產量：

1. 配製黃血鹽水溶液 0.5M。
2. 量取鋅和碘各 0.5g 於離心試管 1 號中。
3. 加入蒸餾水 5ml 於 1 號管中，搖晃 15 分鐘待其充分反應。

4. 將 1 號管置入離心機內離心 5 分鐘，使過量的鋅與上層含碘化鋅的水溶液分離。
5. 準備另一支乾淨的 2 號試管。
6. 將含碘化鋅的水溶液小心倒出到 2 號試管中，加入黃血鹽 5ml (過量)，搖晃使其反應均勻。
7. 把 2 號管放入離心機中離心 5 分鐘，使 $\text{Zn}_2\text{Fe}(\text{CN})_6$ 沉澱 (乳白色) 與上層過量的黃血鹽水溶液分離。離心完後將上層溶液倒掉。
8. 爲了去掉沉澱中含有的水分，加入丙酮 5ml 於 $\text{Zn}_2\text{Fe}(\text{CN})_6$ 沉澱中，搖晃均勻，再放入離心機中重複離心步驟。
9. 取出試管，再次倒掉上層液體。爲了去掉沉澱中的丙酮，再次加入揮發性強的乙醚 5ml，搖晃均勻。
10. 秤量一乾淨的蒸發皿重量。
11. 將乙醚及沉澱混合液倒出至蒸發皿上，放入烘箱中烘乾後，秤取重量。
12. 得到的 $\text{Zn}_2\text{Fe}(\text{CN})_6$ 重量經過計算，得到 ZnI_2 的產量，算出產率。

這個方法試驗了好一陣子，得到的產量乍看之下比先前的方法規律許多。可是當我們開始計算產率的時候，卻發現實際產量超出我們的預期產量許多！於是我們推想，發現反應式 $\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6 + 2 \text{ZnI}_2 \rightarrow \text{Zn}_2\text{Fe}(\text{CN})_6 + 4\text{KI}$ 中的 KI 也會沉澱，影響了我們的產量。於是這個方法又到此中止。

〈四〉最後，我們決定回到最初、最不會出差錯的方法——利用結晶法秤重。這次我們增加實驗的精確度，總算得到了理想的產率。

十一、 未來展望：在研究步驟二中，我們改變了幾種不同的溶劑，發現了加入甲醇或乙醇比只加入水得到較高的產率，應該是鋅離子未產生水合作用，未有副產物產生的結果。而若以加入甲醇組和加入乙醇組作比較，卻又以乙醇組產率較高。這點將是我們進一步探討的內容。而起初引發我們研究這個主題的動機——以水作為催化劑的反應機制，也是日後我們希望能再深入研究的方向之一。

捌、 結論：

- 一、本實驗的產物的確為 ZnI_2 ，而非 $\text{Zn}(\text{I}_3)_2$ 。
- 二、甲醇、乙醇和水同樣具有促使這反應進行的效果。
- 三、此反應在酸中進行能得到較高的產率。
- 四、加入過量的鋅較加入過量的碘可以得到較高的產率。
- 五、酸在一定範圍內，酸的濃度越高，產率亦越高。

玖、 參考資料及其他：

- 一、 高中物質科學化學篇〈上〉。龍騰版。P19。
- 二、 高中物質科學化學篇〈下〉。龍騰版。P134。
- 三、 高級中學數理叢書 化學 第二輯。教育部中等教育司出版。P1-114