

# 作品名稱：反應速率對銀鏡效果之探討

## 摘要

本次研究銀鏡反應以葡萄糖為還原劑，銀離子在加入葡萄糖後，還原成金屬銀後吸附在附著物上，產生銀鏡效果。藉由改變影響反應速率的因素，如濃度和溫度，研究反應速率對銀鏡效果的影響。研究結果發現，增加硝酸銀溶液濃度和適量地增溫，反應速率越快，銀鏡效果也越好。而低濃度葡萄糖溶液，雖然使反應速率變慢，但銀鏡效果卻比較好。在相同的反應條件下，反應速率相等，增加反應溶液與平滑附著物的接觸面積，一樣能增加銀鏡效果。所以在高濃度硝酸銀溶液、低濃度葡萄糖溶液、適當高溫和附著物接觸面積大等操作條件下，銀鏡效果能得到較佳的表現。

## 壹、研究動機

國小畢業旅行我們去台中科博館看到哈哈鏡，它魔幻的力量深深烙印在我心中。到了國中二年級上學期的理化課學到凹凸面鏡的分辨與成像，很好奇它們是怎麼做成的，於是我們上網搜尋如何製作鏡子資料，知道鏡子可以用銀鏡反應去做，於是找理化老師討論後，決定利用銀鏡反應製作銀鏡，研究反應速率對銀鏡效果的影響。

## 貳、研究目的

國中二年級下學期自然與生活科技課本提到反應物的濃度、物質活性和溫度等因素會影響化學反應速率，所以本次研究嘗試以這些因素來探討反應速率對銀鏡效果的影響，並且找出製造銀鏡效果較佳的操作條件。

## 參、研究設備及器材

### 一、實驗藥品

- (一) 硝酸銀
- (二) 氫氧化鈉
- (三) 氫氧化鉀
- (四) 氫氧化鈣
- (三) 氨水
- (四) 甲基紅指示劑
- (五) 葡萄糖
- (六) 純水

### 二、實驗器材

- (一) 玻璃試管
- (二) 橡皮塞
- (三) 燒杯
- (四) 玻棒
- (五) 刮勺
- (六) 秤量紙
- (七) 洗滌瓶
- (八) 量筒
- (九) Gigo 基本零件組
- (十) 齒輪馬達盒

- (十一) 吸管攪拌軸葉
- (十二) 鱷魚夾導線
- (十三) 六段式直流電源供應器
- (十四) 滴管
- (十五) 無粉橡皮手套
- (十六) 計時器
- (十七) 標籤紙
- (十八) 照相機
- (十九) 錐形瓶
- (二十) 滴定管
- (二十一) 滴定架
- (二十二) 橡皮塞

### 三、實驗設備

- (一) 精密電子秤
- (二) 電氣烘箱

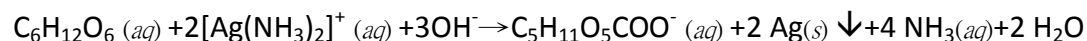
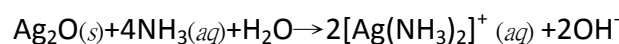
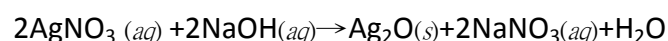
### 肆、研究過程或方法

#### 一、文獻探討

有關鏡子的製作有 2 種，一是電鍍，另外一個則是無電極電鍍，而銀鏡反應屬於一種氧化還原反應的無電極電鍍，反應物有硝酸銀、氫氧化鈉、氨水和還原劑，銀離子在鹼性的環境下，受到還原劑的作用下還原成金屬銀，含有醛基的化合物可當作還原劑，含有醛基的化合物有醛類和醛糖等物質，因醛類是致癌物，所以本研究以含有醛基的葡萄糖為還原劑，嘗試探討影響反應速率的變因與銀鏡效果之間的關係，並找出製造銀鏡效果的較佳條件。

#### 二、研究原理：

硝酸銀 ( $\text{AgNO}_3$ ) 在氫氧化鈉 ( $\text{NaOH}$ ) 的作用下，會產生棕色的氧化銀 ( $\text{Ag}_2\text{O}$ )，氧化銀在氨水 ( $\text{NH}_3$ ) 的作用下產生銀氨錯合物 ( $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ )，加入葡萄糖 ( $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ) 後銀離子 ( $\text{Ag}^+$ ) 會還成金屬銀 ( $\text{Ag}$ )，產生銀鏡效果，稱為銀鏡反應，其反應式如下：



藉由以上的反應式，可以知道各反應物的用量與銀的還原量，銀附著在附著物上產生銀鏡效果，而銀鏡效果可由目測（定性）與秤重（定量）來決定。

因為自然與生活科技領域課本中硫代硫酸鈉與鹽酸產生硫沉澱的實驗，其中以生成物硫粉完全遮住錐形瓶底的「十」字的時間來比較反應速率，而銀鏡反應的生成物銀也是不透明的，所以本研究的反應速率也以遮住燒杯底的「十」字的時間來計量。

#### 三、實驗步驟：

- (一) 溶液配製：以網路上的銀鏡反應資料為基礎：銀的附著物是玻璃試管、硝酸銀溶液的濃度是 0.6M、氫氧化鈉的濃度是 2.5M 和葡萄糖的濃度是 10%。

1. 0.6M 硝酸銀溶液：使用電子秤、秤量紙與刮勺秤取 5.1g 硝酸銀固體，置入 50 ml 燒杯中，以少量純水溶解後，再加水至總體積 50 ml，

混合均勻。

2. 2.5M 氫氧化鈉溶液：秤取 5.0g 氫氧化鈉固體，置入 50 ml 燒杯中，以少量純水溶解後，再加水至總體積 50 ml，混合均勻。

3. 氨水的滴定：實驗室中的氨水藥品，取 20 ml 放入錐形瓶中，加入甲基紅（變色範圍 pH 值 4.4~6.2）3 滴，用已知濃度 1M 鹽酸去滴定，滴至溶液由黃（鹼性）轉紅色（酸性）即停止，鹽酸用去 54ml，測得濃度為 2.7M。

4. 10%葡萄糖溶液：秤取 10.0g 葡萄糖固體，置入 100 ml 燒杯中，以少量純水溶解後，再加水至總質量 100g，混合均勻。

(二) 附著物的處理：銀離子還原後附著的物質，稱為附著物，本研究有試管、燒杯和塑膠等物質，附著物在實驗前，貼上標籤，再分別以配製好的氫氧化鈉溶液和純水清洗後，用 90°C 烘箱烘乾 20 分鐘後，冷至常溫後再秤重紀錄。實驗後用氫氧化鈉溶液和純水沖洗後，再用 90°C 烘箱烘乾 20 分鐘後，冷至常溫後再秤重紀錄。

(三) 攪拌器和攪拌棒葉的準備：使用 Gigo 基本零件和齒輪馬達盒組成攪拌器，再用吸管剪成 4 片長約 0.7cm 的攪拌葉，如圖 1，調整高度與位置，使攪拌葉不會刮到燒杯底與壁，如圖 2 裝置。



圖 1

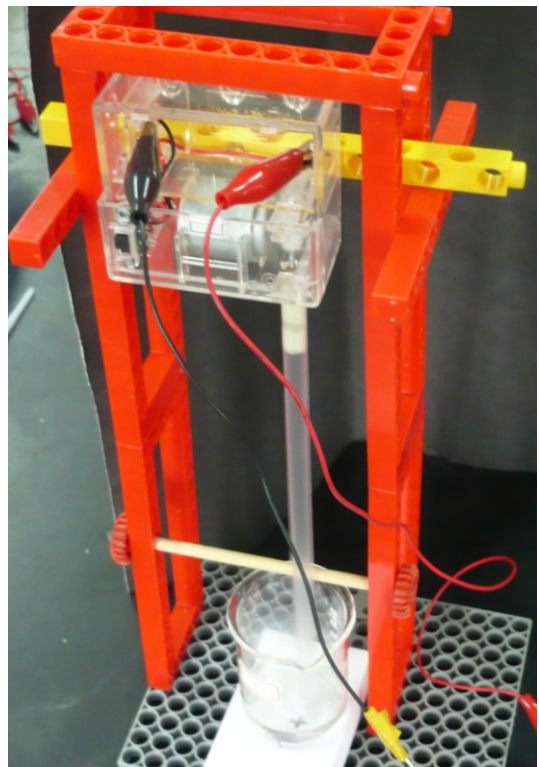


圖 2

(四) 實驗一：銀鏡反應不加氫氧化鈉與不加氨水的比較。

1. 想法：銀鏡反應是硝酸銀溶液與氨水在鹼性的環境（溶液稱為多倫試劑）下與葡萄糖產生氧化還原反應，但是鹼性物質真的需要用到弱鹼氨水與強鹼氫氧化鈉嗎？

2. 設計：所以硝酸銀溶液的濃度與用量分別為 0.6M 和 5ml（此用量是為了配合反應速率的觀察設計），以硝酸銀為限量試劑，而氫氧化鈉的濃度與用量分別為 2.5M 和 1.5ml，氨水的濃度與用量分別為 2.5M 和 2.5ml，葡萄糖的濃度與用量分別為 10%和 3g。

3. 作法：

(1) 試管 1：用滴管取 0.6M 硝酸銀溶液 5ml 加入試管 1 中，再加入 2.7M 氨水 2.5ml，裝上橡皮塞，搖晃均勻後再加入 10%葡萄糖溶液 3g，再搖晃 3 分鐘。

(2) 試管 2：用滴管取 0.6M 硝酸銀溶液 5ml 加入試管 2 中，再加入 2.5M 氫氧化鈉 1.5ml，裝上橡皮塞，搖晃均勻後再加入 10%葡萄糖溶液 3g，再搖晃 3 分鐘。

(五) 實驗二：銀鏡反應在試管與燒杯中靜置與攪拌的比較。

1.想法：銀鏡反應都在試管中操作，不易觀察反應速率，所以本研究為了計量反應速率，希望銀鏡反應在燒杯中進行，所以設計銀鏡反應在試管與燒杯中靜置與攪拌。

2.設計：反應物的濃度及用量皆與實驗一相同，準備 2 支試管，其中一支加入全部反應物後搖晃 3 分鐘，另一支則靜置，再準備 3 個 50ml 燒杯，在加入反應物後，一個靜置、一個用 Gigo 零件及吸管組成的攪拌器攪拌 3 分鐘和一個手搖晃均勻 3 分鐘。

3.作法：

(1) 試管 3：手動搖晃均勻 3 分鐘。

(2) 試管 4：靜置。

(3) 燒杯 5：靜置。

(4) 燒杯 6：以每分鐘約 150 轉的轉速攪拌均勻 3 分鐘，如圖 3。

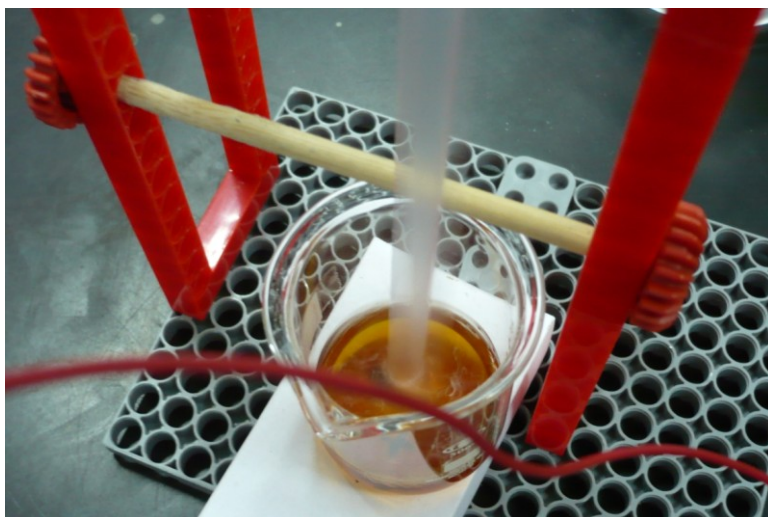


圖 3

(5) 燒杯 7：手動搖晃均勻 3 分鐘。

(六) 實驗三：探討攪拌時間是否影響反應速率與銀鏡效果。

1.想法：攪拌時間的長短是否會影響反應速率與銀鏡效果，想找出最佳的攪拌時間。

2.設計：反應物的濃度及用量皆與實驗一相同，準備 4 個 50ml 燒杯，每個燒杯在加入硝酸銀溶液、氫氧化鈉溶液和氨水反應物後，用每分鐘 150 轉的攪拌器攪拌均勻，再加入還原劑葡萄糖時，開始計時並紀錄遮住燒杯底部白紙上「十」字的秒數，每個燒杯攪拌時間相差 2 分鐘，時間到達時馬上倒廢液，清洗烘乾燒杯秤重。

3.作法：

(1) 燒杯 1：攪拌 3 分鐘。

(2) 燒杯 2：攪拌 5 分鐘。

(3) 燒杯 3：攪拌 7 分鐘。

(4) 燒杯 4：攪拌 9 分鐘。

(七) 實驗四：探討攪拌速率是否影響反應速率與銀鏡效果。

1.想法：想要了解攪拌速率是否會影響反應速率與銀鏡效果。

2.設計：反應物的濃度及用量皆與實驗一相同，準備 4 個 50ml 燒杯，每個燒杯在加入硝酸銀溶液、氫氧化鈉溶液和氨水反應物後，用六段式直流電源供應器當電源（提供穩定電壓），利用鱷魚夾導線連接不同燈泡數（不相同的電阻），產生不同的攪拌速率，再加入還原劑葡萄糖時，開始計時並紀錄遮住燒杯底部白紙上「十」字的秒數，每個燒杯攪拌時間都設定在 5 分鐘到達時，清洗烘乾燒杯並秤重。

3.作法：

(1) 燒杯 8：每分鐘 1 7 7 轉的轉速攪拌。

(2) 燒杯 9：每分鐘 1 1 7 轉的轉速攪拌。

(3) 燒杯 1 0：每分鐘 1 5 0 轉的轉速攪拌。

(4) 燒杯 1 1：每分鐘 2 0 4 轉的轉速攪拌。

(八) 實驗五：探討硝酸銀溶液濃度是否影響反應速率與銀鏡效果。

1.想法：改變硝酸銀溶液濃度是否會影響反應速率與銀鏡效果。

2.設計：配製硝酸銀溶液濃度分別為 0.2、0.4、0.6、0.8 和 1.0M 各為 5ml 分別加入燒杯中，其餘反應物的濃度皆與實驗一相同，用量不同，以 1.0M 硝酸銀溶液為限量試劑，所以氫氧化鈉為 2ml、氨水為 3.5ml 和葡萄糖為 4.5g，準備 5 個 50ml 燒杯，每個燒杯在加入硝酸銀溶液、氫氧化鈉溶液和氨水反應物後，固定攪拌速率為每分鐘 1 5 0 轉，再加入還原劑葡萄糖同時，開始計時並紀錄遮住燒杯底部白紙上「十」字的秒數，每個燒杯攪拌時間都設定在 5 分鐘到達時，清洗烘乾燒杯並秤重。

3.作法：

(1) 燒杯 1 2：硝酸銀溶液濃度為 0.2M。

(2) 燒杯 1 3：硝酸銀溶液濃度為 0.4M。

(3) 燒杯 1 4：硝酸銀溶液濃度為 0.6M。

(4) 燒杯 1 5：硝酸銀溶液濃度為 0.8M。

(5) 燒杯 1 6：硝酸銀溶液濃度為 1.0M。

(九) 實驗六：探討鹼性物質的活性是否影響反應速率與銀鏡效果。

1.想法：反應物中的氫氧化鈉是屬於強鹼，所以如果用其他強鹼氫氧化鉀和氫氧化鈣取代氫氧化鈉，看看反應速率與銀鏡效果有什麼影響。

2.設計：配製氫氧化鈉溶液、氫氧化鉀溶液和氫氧化鈣溶液濃度皆為 2.5M，體積皆為 12ml，第一組用 3 個燒杯，比較前 3 種鹼性物質在以 0.6M 硝酸銀溶液為限量試劑時反應的差異，其他反應物的用量如實驗一的設計，而第二組也是用 3 個燒杯，但是硝酸銀溶液濃度改為 1.0M，其他反應物的用量如實驗五的設計。

3.作法：

(1) 燒杯 1 7：硝酸銀溶液濃度為 0.6M + 氫氧化鈉。

(2) 燒杯 1 8：硝酸銀溶液濃度為 0.6M + 氫氧化鉀。

(3) 燒杯 1 9：硝酸銀溶液濃度為 0.6M + 氫氧化鈣。

(4) 燒杯 20：硝酸銀溶液濃度為 1.0M + 氫氧化鈣。

(5) 燒杯 21：硝酸銀溶液濃度為 1.0M + 氫氧化鈉。

(6) 燒杯 22：硝酸銀溶液濃度為 1.0M + 氫氧化鉀。

(十) 實驗七：探討葡萄糖溶液濃度是否影響反應速率與銀鏡效果。

1. 想法：葡萄糖是還原劑，想了解葡萄糖溶液的濃度對反應速率與銀鏡效果有什麼影響。

2. 設計：配製葡萄糖溶液質量百分濃度分別為 5%、10%、15% 和 30%，溶液質量皆為 5g，以 3g 加入反應中，其餘反應物的濃度及用量皆與實驗一相同。

3. 作法：

(1) 燒杯 23：5% 葡萄糖溶液。

(2) 燒杯 24：10% 葡萄糖溶液。

(3) 燒杯 25：15% 葡萄糖溶液。

(4) 燒杯 26：30% 葡萄糖溶液。

(十一) 實驗八：探討溫度是否影響反應速率與銀鏡效果。

1. 想法：在課本中有學到加熱能讓反應加速，所以想了解溫度高低對銀鏡反應有什麼影響。

2. 設計：反應物的濃度及用量皆與實驗一相同，考慮氨水是高揮發性，加熱會造成氨氣的揮發，所以除了氨水不加熱外，其餘反應物隔水加熱，如圖 4，當加熱至 40°C、50°C 和 60°C 時（到達這 3 個設定溫度後再恆溫 3 分鐘），則進行銀鏡反應，其餘操作如實驗五。



圖 4

3. 作法：

(1) 燒杯 27：反應在約 40°C 中進行。

(2) 燒杯 28：反應在約 50°C 中進行。

(3) 燒杯 29：反應在約 60°C 中進行。

(十二) 實驗九：探討接觸面積對銀鏡效果的影響。

1. 想法：由實驗二的討論發現，銀吸附的量似乎是與附著物的接觸面積有關，所以想進一步實驗證明接觸面積對銀鏡效果的影響。

2. 設計：反應物的濃度及用量皆與實驗一相同，比較不同吸附面積的銀鏡效果，準備較大的 250ml 燒杯和一張投影片，投影片四邊摺起防止液體外漏，當葡萄糖各加入後，250ml 燒杯與投影片後用搖晃的，盡量讓溶液沾濕更大面積。

3. 作法：

(1) 燒杯 30：均勻搖晃混合 250ml 燒杯。

(2) 投影片：小心均勻搖晃混合。

## 伍、研究結果

一、實驗一：銀鏡反應不加氫氧化鈉溶液與不加氨水的比較。

(一) 結果：其外觀如圖 5 所示，試管 1 與試管 2 的銀鏡效果都很少，其沉澱物的質量如表 1：

表 1

	反應前質量 (g)	反應後質量 (g)	增加質量 (mg)
試管 1	16.0389	16.0393	0.4
試管 2	15.8678	15.8687	0.9



圖 5

(二) 討論：

1. 試管 1 在不加入氫氧化鈉溶液情況下，反應前後質量增加不多，外觀只有部分是淡黃色，推論可能是奈米銀的顏色，因鹼性不夠，而銀氨錯合物 ( $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ ) 形成不佳，所以銀離子還原少。
2. 試管 2 在不加入氨水情況下，反應前後質量增加也不多，外觀有淡黃色和棕黑色，推論淡黃色可能是奈米銀，棕黑色是形成氧化銀，而銀氨錯合物 ( $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ ) 沒有形成，所以銀離子還原少。
3. 由實驗結果得知，銀鏡反應所需的反應物硝酸銀、氫氧化鈉和氨水 3 者缺一不可。

二、實驗二：銀鏡反應在試管與燒杯中靜置與攪拌的比較。

(一) 結果：外觀如圖 6 所示，試管 3 與試管 4 都有銀鏡效果，而燒杯 5、燒杯 6 和燒杯 7 也如圖 7 所示都有銀鏡效果，其吸附銀的質量如表 2 (燒杯 6 再加上攪拌器上吸附銀的質量，以下用燒杯實驗皆是加上攪拌器吸附銀的質量)：

表 2

	反應前質量 (g)	反應後質量 (g)	吸附銀量 (mg)	攪拌狀況
試管 3	15.4942	15.5051	10.9	手動搖晃
試管 4	16.0297	16.0364	6.7	靜置
燒杯 5	35.0441	35.0516	7.5	靜置
燒杯 6	35.6976	35.7081	10.5	150 轉/分
燒杯 7	35.3806	35.3957	15.1	手動搖晃



圖 6

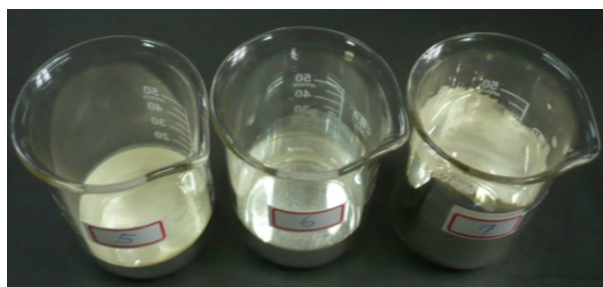


圖 7

(二) 討論：

- 1.比較試管 3 與試管 4、燒杯 5 與燒杯 6，可以發現搖晃均勻比靜置效果好。
- 2.試管 3 與燒杯 6 在開始形成銀鏡效果時，其顏色變化從淡黃色、棕色變化至銀光色，而從表 2、圖 6 和圖 7 發現，兩者吸附的銀量和外觀上差不多，也就是銀鏡效果差不多。
- 3.比較燒杯 6 與燒杯 7，發現燒杯 7 的吸附量最多，銀鏡效果較好，是否因溶液與接觸面積大有關，值得進一步探究。

三、實驗三：探討攪拌時間是否影響反應速率與銀鏡效果。

(一) 結果：外觀如圖 8 所示，燒杯 1 ~ 4 都有銀鏡效果，其吸附銀的質量及反應速率如表 3（再加上攪拌器上吸附銀的質量）：

表 3

	反應前質量(g)	反應後質量(g)	吸附銀量(mg)	遮「十」字秒數	攪拌時間(分)
燒杯 1	36.9211	36.9284	7.3	10	3
燒杯 2	35.5712	35.5835	12.3	10	5
燒杯 3	36.9397	36.9502	10.5	9	7
燒杯 4	36.4123	36.4252	12.9	11	9



圖 8

(二) 討論：

- 1.在只有攪拌時間不同的條件下，燒杯 1 ~ 4 的反應速率差不多，推論攪拌時間不會影響反應速率。
- 2.從還原金屬吸附銀的質量看來，攪拌時間超過 5 分鐘後，銀鏡效果就沒有多大的差別，推論銀鏡反應在 5 分鐘後就已經完全反應完畢，所以後面的實驗就定攪拌 5 分鐘。

四、實驗四：探討攪拌速率是否影響反應速率與銀鏡效果。

(一) 結果：外觀如圖 9 所示，燒杯 8 ~ 11 吸附銀的質量及反應速率如下表 4：

表 4

	反應前質量(g)	反應後質量(g)	吸附銀量(mg)	遮「十」字秒數	轉速(轉數/分)
燒杯 8	37.1750	37.1863	11.3	10	177
燒杯 9	37.6241	37.6335	9.4	9	117
燒杯 10	37.3945	37.4052	10.7	9	150
燒杯 11	38.3749	38.3841	9.2	9	204





圖 9

(二) 討論：

1. 在不同的攪拌速率下，燒杯 8 ~ 11 的反應速率差不多，推論攪拌速率不會影響反應速率。

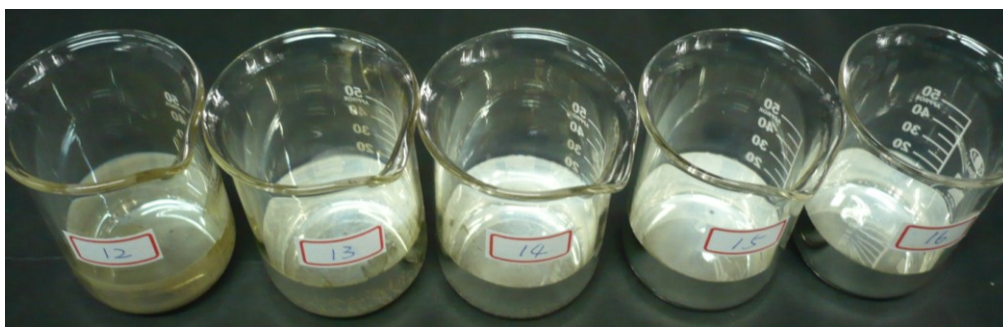
2. 由吸附銀的質量看來，攪拌速率不會影響銀鏡效果。

五、實驗五：探討硝酸銀溶液濃度是否影響反應速率與銀鏡效果。

(一) 結果：外觀如圖 10 所示，燒杯 12 ~ 16 吸附銀的質量及反應速率如表 5：

表 5

	反應前質量 (g)	反應後質量 (g)	吸附銀量 (mg)	遮「十」字秒 數	硝酸銀溶液濃 度(M)
燒杯 12	36.7898	36.7931	3.3	30	0.2
燒杯 13	37.9450	37.9499	4.9	12	0.4
燒杯 14	38.2761	38.2868	10.7	7	0.6
燒杯 15	37.2698	37.2808	11	6	0.8
燒杯 16	36.3541	36.3663	12.2	6	1.0



(二) 討論：

圖 10

1. 由表 5 看來，硝酸銀溶液濃度越高，反應速率越快，銀鏡效果也是越好，推論是因銀氨錯合物 ( $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ ) 濃度高造成的。

2. 硝酸銀溶液濃度在 0.6M 時，銀鏡效果增加明顯，是一個不錯的操作濃度。

六、實驗六：探討鹼性物質的活性是否影響反應速率與銀鏡效果。

(一) 結果：燒杯 17 ~ 19 為以 0.6M 硝酸銀溶液為限量試劑，外觀如圖 11 所示，而燒杯 20 ~ 22 為以 1.0M 硝酸銀溶液為限量試劑，外觀如圖 12 所示，吸附銀的質量及反應速率如表 6：

表6

	反應前質量 (g)	反應後質量 (g)	吸附銀量 (mg)	遮「十」字秒 數	鹼性物質
燒杯17	36.2452	36.2557	10.5	9	氫氧化鈉
燒杯18	35.3478	35.3546	6.8	9	氫氧化鉀
燒杯19	36.1106	36.1108	0.2	混濁無法觀察	氫氧化鈣
燒杯20	37.9507	37.9511	0.4	混濁無法觀察	氫氧化鈣
燒杯21	36.4724	36.4859	13.5	7	氫氧化鈉
燒杯22	37.1845	37.1919	7.4	8	氫氧化鉀

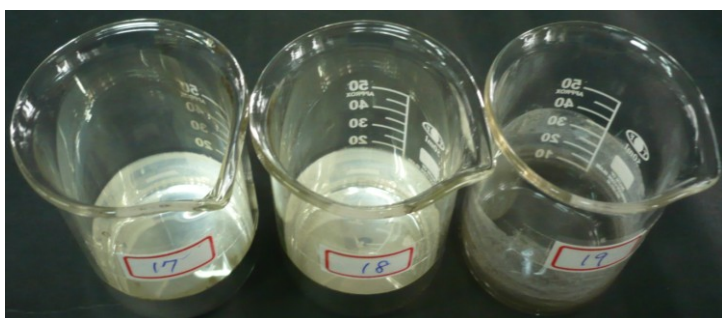


圖 1 1

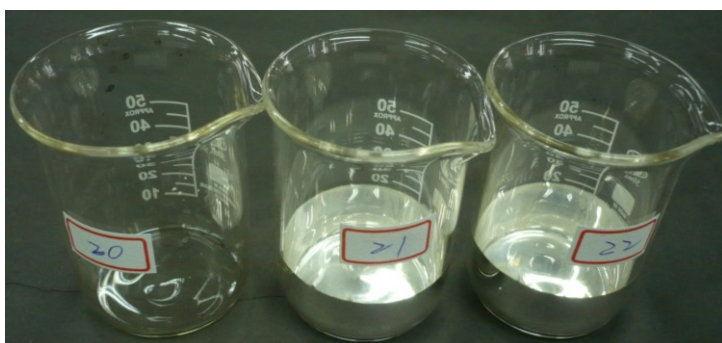


圖 1 2

(二) 討論：

1. 氫氧化鈣溶液因溶解度小有未溶解的白色氫氧化鈣，造成白色混濁溶液，倒入燒杯時「+」字已被遮住，所以無法觀察其反應速率，而且銀鏡效果也不好。
2. 由燒杯17~19結果可知，在0.6M硝酸銀溶液中使用氫氧化鈉與氫氧化鉀，發現反應速率差不多，但是用氫氧化鈉所得到的銀鏡效果比較好，推論鈉離子對銀的吸附阻力較鉀離子小，而在燒杯20~22使用1.0M硝酸銀溶液也得到類似的結果，也就是不同的鹼性物質活性會影響銀鏡效果。

七、實驗七：探討葡萄糖溶液濃度是否影響反應速率與銀鏡效果。

(一) 結果：燒杯23~26外觀如圖1.3所示，吸附銀的質量及反應速率如表7：

表7

	反應前質量 (g)	反應後質量 (g)	吸附銀量 (mg)	遮「十」字秒 數	葡萄糖溶液濃 度(%)
燒杯2 3	37.1688	37.1802	11.4	18	5
燒杯2 4	37.9123	37.9215	9.2	12	10
燒杯2 5	35.0794	35.0889	9.5	9	15
燒杯2 6	36.3199	36.3269	7	8	30

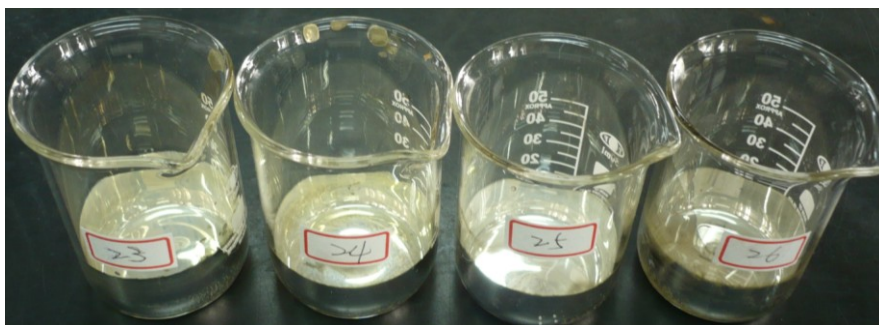


圖 1 3

(二) 討論：

由結果可知，葡萄糖溶液濃度越高，反應速率越快，但是銀鏡效果越不好，推論是因為葡萄糖分子太多影響還原銀的吸附。

八、實驗八：探討溫度是否影響反應速率與銀鏡效果。

(一) 結果：燒杯2 7~2 9外觀如圖 1 4所示，吸附銀的質量及反應速率如表 8（再與燒杯2 4結果比較）：

表 8

	反應前質量 (g)	反應後質量 (g)	吸附銀量 (mg)	遮「十」字秒 數	溫度(°C)
燒杯2 4	37.9123	37.9215	9.2	12	19
燒杯2 7	35.3774	35.3890	11.6	5	40
燒杯2 8	37.3640	37.3770	13	4	50
燒杯2 9	35.6125	35.6224	9.9	3	60

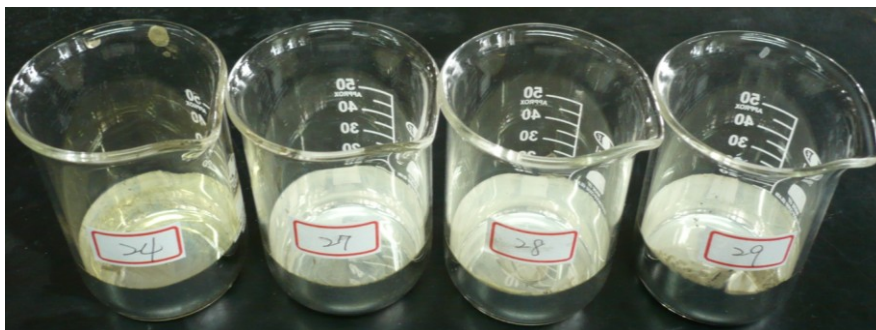


圖 1 4

(二) 討論：

1. 由表 8 可知，溫度越高，反應速率越快。
2. 隨著溫度的增加，由銀的吸附量看來，銀鏡效果剛開始有漸增，但是到了 50°C 後，則銀鏡效果有減少，推論可能是因為溫度太高，氨水發揮氨氣較多，銀氨

錯合物形成相對減少，還原銀的量也相對較少，所以增加溫度雖然可以增加銀鏡效果，但是溫度也不能太高。

九、實驗九：探討接觸面積對銀鏡效果的影響。

(一) 結果：燒杯30外觀如圖15所示，投影片的外觀如圖15和16所示，吸附銀的質量如表9（與燒杯24結果比較）：

表9

	反應前質量 (g)	反應後質量 (g)	吸附銀量 (mg)
燒杯24	37.9123	37.9215	9.2
燒杯30	107.3628	107.3964	33.6
投影片	8.2701	8.3109	40.8

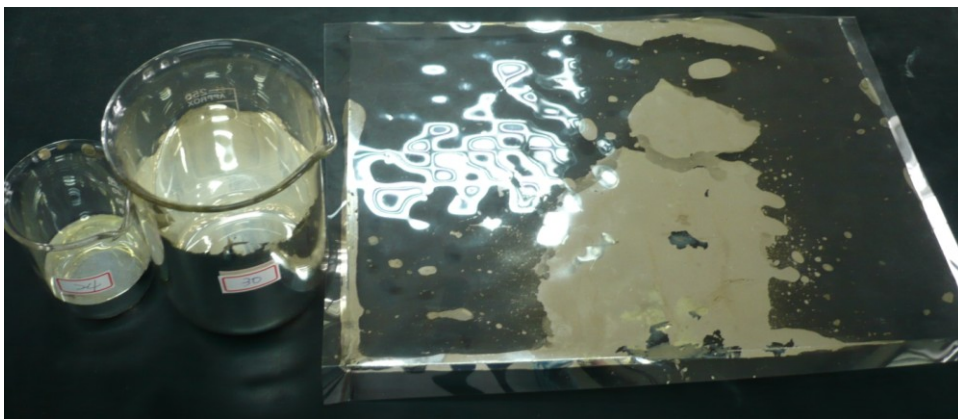


圖15



(二) 討論： 圖16

1. 由吸附銀的質量和外觀看來，接觸面積越大的吸附物有較多的銀吸附，也就是銀鏡效果越大。
2. 在相同的反應物濃度與用量下，反應速率相等，投影片吸附的銀量有 40.8 毫克 (mg)，較用 50ml 和 250ml 燒杯多，約佔還原銀量的 12.6%，所以如果溶液能均勻混合，接觸面積越大，則鍍上的銀量會越多。

3.圖 1 6 中可看到有凹凸的現象，是因為投影片在烘箱中受熱不平均的結果，但是鏡面效果一樣，有哈哈鏡的效果。

4.雖然燒杯與投影片的材質不一樣，燒杯是玻璃，投影片是塑膠，但是銀吸附後所得的鏡面效果差異不大，推論它們的共同點是都有平滑的表面。

## 柒、結論

一、本次研究是以葡萄糖為還原劑的銀鏡反應，由實驗一和六得知，氫氧化鈉是必要的鹼性反應物，而其反應後的銀鏡效果比氫氧化鉀和氫氧化鈣好。

二、經實驗二和四得知，銀鏡反應只要混合均勻，攪拌速率並不會影響反應速率和銀鏡效果。

三、經實驗三得知，本次研究銀鏡反應完成反應大約只需 5 分鐘即可完成。

四、經實驗五得知，硝酸銀溶液濃度越大，反應速率越快，銀鏡效果也越好。

五、經實驗七得知，葡萄糖溶液濃度越大，反應速率越快，但銀鏡效果卻越不好。

六、經實驗八得知，反應溫度不要太高（小於 50°C），反應速率越快，銀鏡效果也越好。

七、經實驗九得知，在相同的反應條件下，也就是反應速率相同，當反應溶液接觸的面積越大，銀鏡效果也越好。在嘗試以平滑表面的投影片為附著物鍍銀鏡成功後，我們相信未來製作摔不破的鏡子和哈哈鏡，將是一件簡單的事情。

八、綜合本次研究結果，銀鏡反應在增加硝酸銀溶液濃度和適量增溫可加速反應速率，也能得到較好的銀鏡效果。而低濃度葡萄糖溶液，雖然反應速率較慢，但銀鏡效果越好。實驗發現，為了讓還原的銀有更多的吸附，增加溶液的接觸面積是一個不錯的做法。所以在高濃度硝酸銀溶液、適當的高溫、低濃度葡萄糖溶液和與反應溶液接觸面積越大等操作條件下，可以得到較佳的銀鏡效果。

## 捌、參考資料

翰林版自然與生活科技領域教科書第 3 冊（民 104）。4-2 反射定律與面鏡成像（94-101 頁）

翰林版自然與生活科技領域教科書第 4 冊（民 105）。3-4 酸鹼反應（76-81 頁）

翰林版自然與生活科技領域教科書第 4 冊（民 105）。第 4 章 反應速率與平衡（92-102 頁）

科學 Online。電鍍 <http://highscope.ch.ntu.edu.tw/wordpress/?p=4911>

科學 Online。化學實驗室實驗：銀鏡反應與美感的結合

<http://highscope.ch.ntu.edu.tw/wordpress/?p=25090>

維基百科。銀鏡反應

<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E9%93%B6%E9%95%9C%E5%8F%8D%E5%BA%94>

維基百科。氧化銀 <https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E6%B0%A7%E5%8C%96%E9%93%B6>

呂晃志(民 96)。奈米銀 <https://nano.nchc.org.tw/v1/dictionary/nanosilver2.pdf>

全國第37屆科展化學科。氧化還原反應－金屬鏡的探討

<http://activity.ntsec.gov.tw/activity/race-1/37/pdf/37h/037.pdf>