

投稿類別：化學類

篇名：

不同種之醣類與硝酸銀濃度改變對銀鏡反應的影響之探討

曾靖雅。西苑高中。六年六班。

指導老師：

張雨勝 老師

壹、前言

一、研究動機

鏡子的歷史可以追溯到殷商時期的青銅鏡，然而，青銅鏡會因為放置過久而氧化生鏽，所以一段時間就需要再將表面磨光，而且青銅鏡產生的像並不清楚，所以並不實用；現代的玻璃鏡子可追溯到約三百年多年前的威尼斯。當時的玻璃鏡做法是將錫貼於玻璃上，然後倒上可溶解錫的水銀，使其變成銀白色的液體，也就是銀汞齊，之後便會附著在玻璃上。但當時威尼斯的工匠們隱藏做法，一直到後來做法公開後，水銀鏡才漸漸普及。不過，製作水銀鏡過於費時，再者是水銀有毒，加上水銀鏡的成像也並不是那麼的清晰，所以不斷修改，直到一百年多前，科學家發明了銀鏡反應製成的鏡子，成為了我們現在普遍所用的鏡子。

初次製作銀鏡反應實驗，老師只讓我們按照步驟將藥品滴入試管，不過由於藥劑都是老師準備，雖然效果十分良好，但我卻對實驗細節許多疑問。升上高中後，利用社團時間重新做了銀鏡反應，卻怎麼也做不出來，引起了我的更多的好奇，跟老師討論後，推論實驗失敗的原因可能原因有幾個，一是因為藥品過期，再來可能是硝酸銀溶液的濃度有誤，最後也有可能是試管的管壁不夠乾淨導致無法附著，雖然這次的實驗成效不好，可是卻讓我想更加了解銀鏡反應。在高一上學期的化學課中學到醣類時，學到單醣之間會是同分異構物，而單醣構成雙醣，雙醣之間也是同分異構物，要是將葡萄糖換成果糖、蔗糖、麥芽糖，實驗結果會是如何？有很多的疑問都提起了我對銀鏡反應想更進一步研究的好奇心。

二、研究目的

本次實驗主要是想了解製作銀鏡反應時，有哪些因素可能導致失敗，了解銀鏡反應中醣類扮演的角色，將醣類種類改變後是否會有不同的反應結果，以及硝酸銀濃度改變對此實驗的影響，想藉由實驗探討出在銀鏡反應中，反應物的不同對於銀鏡反應的結果之影響，並且同時也希望讓想做相關研究的同學有參考的方向。本研究之研究問題如下：

1. 不同濃度的硝酸銀溶液進行銀鏡反應實驗之反應結果？
2. 不同種類之醣類在進行銀鏡反應實驗之反應結果？

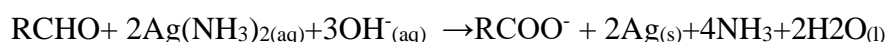
貳、文獻探討

一、原理與命名

銀鏡反應是因多倫試液（又稱銀氨溶液）與具還原性的醛基在鹼性環境中反應，其中多倫試劑被還原後生成的銀，如同鏡子般明亮所以稱銀鏡反應。當多倫試劑和醛基混合後會被還原，除了多倫試劑外，也有不同試劑也能夠與醛基反應如表一，如斐林試劑與班氏試劑亦能夠用同方式測定，當在此兩種溶液中加入還原糖時，氧化亞銅會析出呈現紅色沉澱。

（曾國輝，2005）銀鏡反應中的葡萄糖具有醛基，所以當多倫試劑加入葡萄糖後便會產生反應。

而本實驗使用之醣類包含葡萄糖、果糖、麥芽糖、蔗糖，其中不全然是還原醣，即不全然含醛基或是酮基，本實驗使用之醣類結構整理如表二，醛基會與二氨銀根錯離子發生氧化還原反應生成羧酸與金屬銀（謝孟樺，2011），反應如下：



不同種之醣類與硝酸銀濃度改變對銀鏡反應的影響之探討

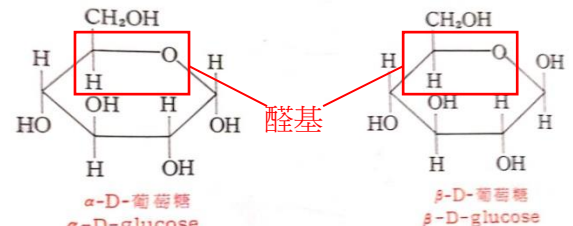
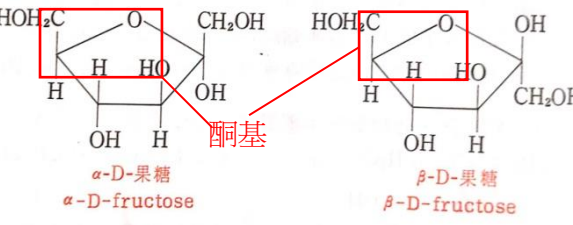
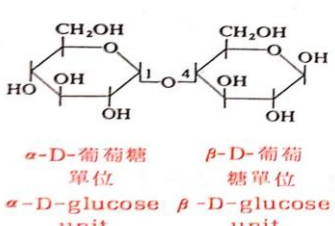
此反應同時也是化學鍍的原理—「氧化還原」，在工業上鍍銀的方法不只是化學鍍，也有許多方式如表三所示。

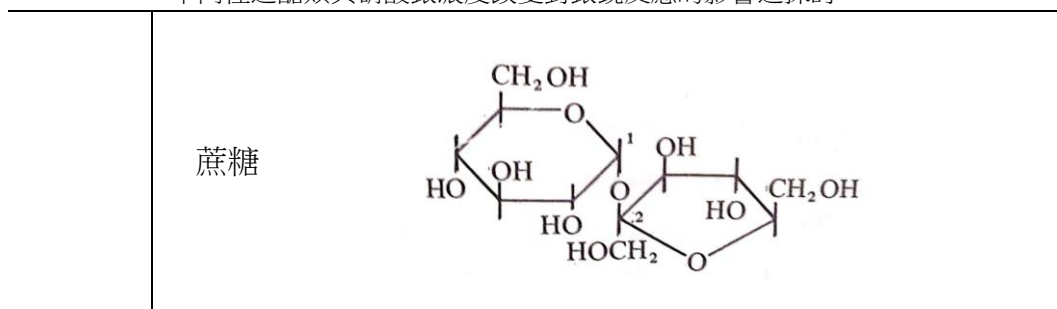
表一、測定還原醣之化學試劑

試劑	原理	用途	
多倫試劑（銀氨溶液、吐倫試劑）	在鹼性環境下，銀化合物和氨水反應形成二銀氨錯離子溶液	(1) 還原黑色素 (2) 測定還原糖	
斐林試劑	斐林 A：硫酸銅+蒸餾水的溶液 斐林 B：酒石酸鈉鉀+氫氧化鈉+蒸餾水	斐林 A+B 混合，形成銅離子（二價）酒石酸鉀鈉配合物（新製氫氧化銅）	(1) 分辨酮和醛(斐林試劑無法與酮反應) (2) 檢測糖尿病 (3) 測定還原糖
班氏試劑（本氏液）	碳酸鈉(無水)+檸檬酸鈉+硫酸銅的溶液	(1) 測定還原醣(呈氧化亞銅析出)	

（資料整理自：曾國輝（2005）。有機化學概論。建弘出版社有限公司。/國立臺灣大學科學教育發展中心（2010）/鄭竣元。（無日期）。由化學反應推論黑木耳的化學官能基。）

表二、本實驗所使用的醣類簡介

實驗使用醣類	結構式
單醣	<p>葡萄糖</p>  <p>α-D-葡萄糖 α-D-glucose</p> <p>β-D-葡萄糖 β-D-glucose</p> <p>果糖</p>  <p>α-D-果糖 α-D-fructose</p> <p>β-D-果糖 β-D-fructose</p>
雙醣	<p>麥芽糖</p>  <p>α-D-葡萄糖單位 α-D-glucose unit</p> <p>β-D-葡萄糖單位 β-D-glucose unit</p>



(圖片來源：曾國輝 (2005)。有機化學概論。建弘出版社有限公司。)

表三、工業上常見電鍍方法介紹

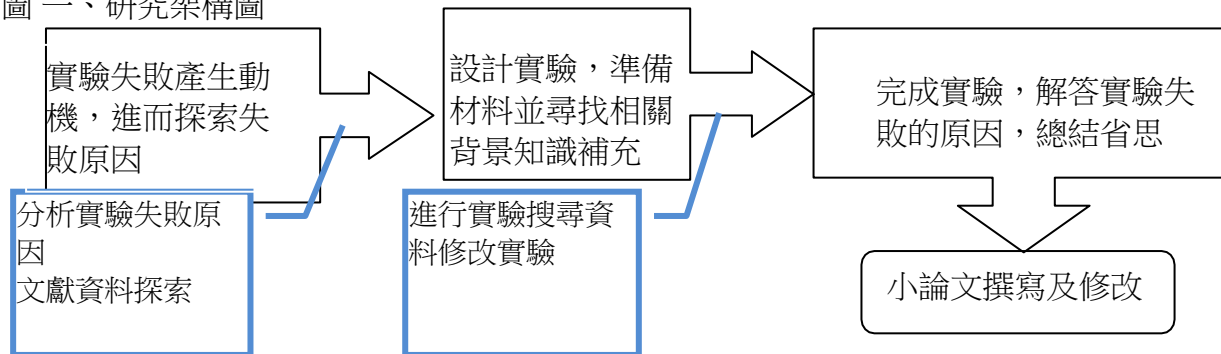
名稱	原理	優點	缺點
電鍍	電解反應	(1) 提高導電性	(1) 廢棄物易造成污染 (2) 成本相對高
化學鍍 (無電電鍍、自催化電鍍)	氧化還原	(1) 成本相對低 (2) 能鍍在非導體上 (3) 廢液較少 (4) 無須電源	(1) 顏色相對單調
真空電鍍	真空下，使氣體放電，使預鍍物及被鍍物離子化	(1) 無污染 (2) 精準度高 (3) 附著性佳 (4) 硬度佳 (5) 沉積均勻	(1) 附著不佳 (2) 厚度難控制 (1) 成本高 (2) 沉積速度慢
PVD	真空濺射鍍	(1) 金屬或非金屬皆可當被鍍物 (2) 成本較低	
	真空離子鍍	(1) 成膜速度快 (2) 覆蓋率佳	(1) 不易均勻 (2) 氣體易被包覆

(資料整理自：楊啟榮 (無日期)。蒸鍍系統原理。/鍍膜工藝簡介物理氣相沉積 (無日期))

參、研究方法

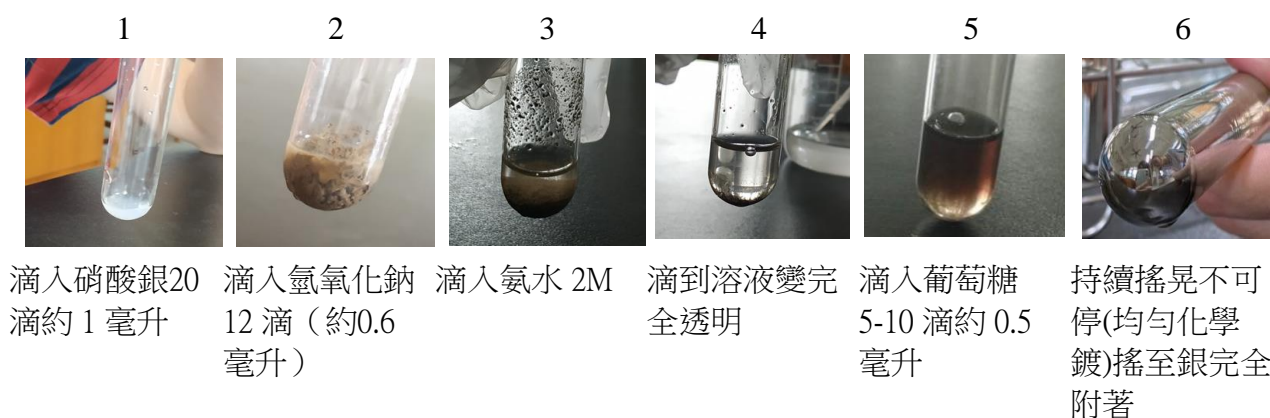
本研究之實驗方法包含文獻分析法和實驗研究法，採用此兩種方法統整完成此篇論文。文獻分析法之文獻來源包含圖書館藏書、網路資料、其他篇小論文以及專書，在查找資料的過程中，也會與老師確認增加該文獻之可信度。實驗研究法採用單因子實驗設計，避免過多變因而增加實驗分析的困難，本實驗採用之藥品與濃度分別為表四及表五。本篇研究之研究架構圖如圖一，一開始由於實驗的失敗使我開始探討實驗失敗的原因，並且思考了實驗該如何修正，並蒐集與這次實驗相關之論文、書籍與詢問學校老師銀鏡反應的原理，增加對銀鏡反應的理解；再來用修改後的實驗設計進行實驗，紀錄實驗的過程與各步驟，實驗步驟如圖二，分析並得出實驗結論。最後在老師的協助下，完成各項實驗並製成本篇小論文。

圖一、研究架構圖



(圖片來源由研究者自行繪製)

圖二、實驗步驟



(圖片來源由研究者自行繪製及拍攝)

表四、探究醣類對銀鏡反應之影響使用藥劑之濃度、劑量

藥品	硝酸銀	氫氧化鈉	氨水	葡萄糖	果糖	麥芽糖	蔗糖
濃度/劑量	0.6M/4ml	2.5M/2.4ml	2M	10%/0.5ml	10%/0.5ml	10%/0.5ml	10%/0.5ml

(表格來源由研究者自行繪製)

表五、硝酸銀濃度對銀鏡反應之影響使用藥品之濃度與劑量

藥品	硝酸銀	氫氧化鈉	氨水	葡萄糖
濃度/劑量	0.1M/1ml、 0.2M/1ml、 0.4M/1ml、 0.6M/1ml、 0.8M/1ml、 1.0M/1ml	2.5M/3.6ml	2M	10%/3ml

(表格來源由研究者自行繪製)

肆、研究分析與結果

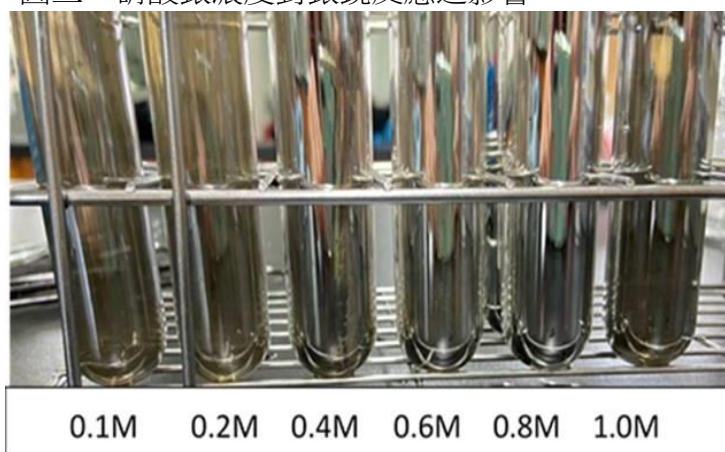
本章包含兩個實驗，第一個實驗為硝酸銀濃度對銀鏡反應的影響，第二個為不同醣類對

銀鏡反應的影響，兩個實驗的分析方式皆是拍照後觀察，判斷其銀的附著程度與成效。

一、硝酸銀濃度對銀鏡反應的影響

此實驗使用不同濃度的硝酸銀與葡萄糖進行實驗，實驗結果如圖三由左到右依序為濃度 0.1M、0.2M、0.4M、0.6M、0.8M、1.0M 之硝酸銀。從圖四之實驗結果可以明顯看出所有試管皆有成功還原出銀，表示實驗皆有成功反應；並且從 0.1M、0.2M 的試管發現，雖然這兩隻試管皆有反應，但相對於其他支試管，附著得不明顯，推論是因為硝酸銀的濃度過低，導致銀的還原較少，無法完整附著整支試管。從此發現亦可推論硝酸銀濃度越高，與葡萄糖反應後的效果越佳，附著的情況越好。

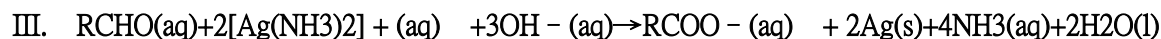
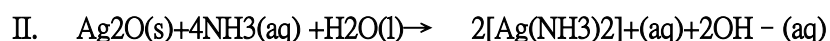
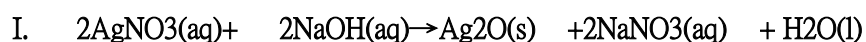
圖三、硝酸銀濃度對銀鏡反應之影響



(圖片源由研究者自行拍攝)

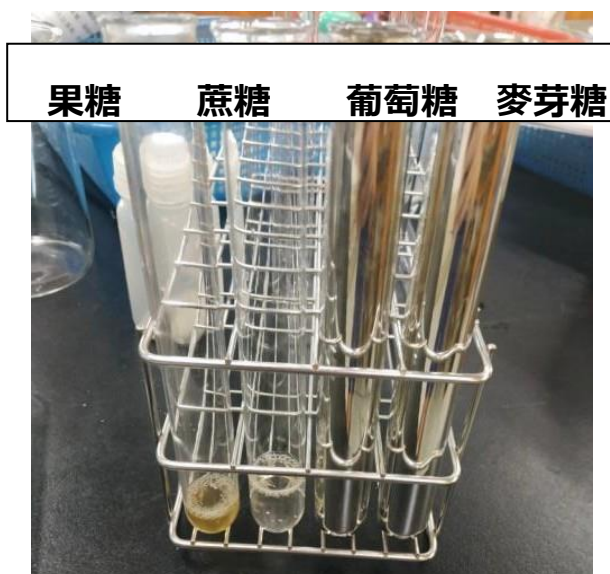
二、醣類對銀鏡反應之影響

本實驗採用不同的醣類進行實驗，由左至右分別是果糖、蔗糖、葡萄糖、麥芽糖。實驗結果如圖四，可以看到葡萄糖與麥芽糖的試管明顯看出反應成功還原出銀，並且成功附著於試管壁上，而果糖和蔗糖則沒還原出銀，其中果糖呈黃色，而蔗糖則有一些混濁。果糖及蔗糖無法成功還原之原因，從銀鏡反應的反應式(如下)中可以得知反應成功需要具醛基的還原糖。



如表二所示，從各種醣類的結構式得知，葡萄糖與麥芽糖具有醛基，果糖及蔗糖則否。其中特別要提到的是果糖雖屬於還原糖，但其為酮醣，醣類之還原性極差，加上其結構需要有強氧化劑才能夠得以破壞；醛類則相反，還原性強（曾國輝，2005），因此銀鏡反應是在鹼性環境和有還原性的醛類才能夠進行反應，所以果糖在此反應中無法反應成功。至於蔗糖，從結構是可以知道蔗糖不含酮基或醛基，也因此不具還原力，無法還原出銀。

圖四、不同醣類對銀鏡反應之影響實驗結果



(圖片來源由研究者自行拍攝)

伍、研究結論與建議

一、實驗結論

在查找資料的過程中發現試管的清潔度也是銀鏡反應成功與否的重要因素，黃敏棻等人（2008）在研究中指出「我們在實驗過程發現，試管的清潔度對於成功與否是非常重要的，因為試管沒有清洗乾淨，會導致實驗失敗的機率增加。」，而其次並不是所有的醣類都能代替葡萄糖進行反應，須是還原糖才行。

醣類對銀鏡反應的實驗結果整理如表六。實驗中葡萄糖與麥芽糖皆成功使硝酸銀溶液還原，而果糖與蔗糖卻失敗，原因如表二的結構式可以得知葡萄糖與麥芽糖的結構中都含有醛基，果糖與蔗糖沒有，所以果糖與蔗糖無法成功將硝酸銀還原。

表六、醣類對銀鏡反應之影響實驗結果統整

實驗醣類	葡萄糖	果糖	蔗糖	麥芽糖
實驗結果	成功	失敗	失敗	成功

(表格來源由研究者自行繪製)

而硝酸銀濃度，其濃度對實驗是否能夠還原出銀並無明顯關係，不過在圖四的實驗結果中0.1M、0.2M 的反應情況使我發現雖然濃度並不影響反應是否產生銀，但硝酸銀的濃度越高反應後的效果越好，其銀的附著效果會越明顯。

此外，在查資料時有許多書籍都顯示果糖也可以使銀鏡反應成功，雖然本實驗結果顯示果糖無法成功將硝酸銀溶液還原，不過深入查找資料發現果糖中的酮雖然不易被氧化，但在稀鹼性環境中時，會使果糖反應變成醛糖（曾國輝，2005），因此果糖在銀鏡反應中也

能成功析出銀，這或許也是在許多文獻中都指出加入果糖也能使銀鏡反應成功的原因，雖然此次實驗沒有發現，不過將來也許會是可以繼續深入探究的問題。

二、自我省思

撰寫小論文的實驗背景，是整個計劃中，花了最多時間的部分，創作實驗背景時，我才發現，高一所學的知識還很基礎，例如錯離子、有機物的官能基等等……所以，我花了很長一段時間去理解這些知識，但最後還是一知半解，因此沒辦法完全摸透整個實驗是也成為了我的一個遺憾。

進行實驗時，一開始並不是非常順利，第一次的實驗以失敗告終，不過卻沒令我灰心，反而成為了我開始更深入研究這個實驗的契機；第二次進行實驗，修改後的實驗雖然有成功但成功率卻不是100%，使我還是找回了一些信心，但也更好奇銀鏡反應成功的要訣；後續在進行不同醣類研究時，發現許多資料都說果糖能夠成功將其還原，但實際實驗卻不是如此，與老師討論後發現了許多網路文獻的瑕疵，使我了解到不能夠完全參考網路上的資料，而且許多實驗還是要自己親手做過才會了解其中的訣竅。進行硝酸銀濃度實驗時，有兩隻試管附著的不完全，這時的我已經不會像第一次做實驗時那樣不知所措，而是游刃有餘的分析這樣的意外，推測一方面可能與硝酸銀濃度有關，亦可能是試管清潔度所造成的。

這些在製作實驗時遇到的問題與困難，教會了我在面對挑戰時，或許有時候會有失落感，但如果能把失落感轉為尋找解決方法或答案的動力，下次在遇到時，就能夠有經驗、有能力應對，同時也讓我體驗了科學家在研究的過程，了解到科學家看似游刃有餘的實驗過程，背後都是花了許多時間一點一滴換來的，讓我覺得這一點的挫折與疲憊根本就是九牛一毛。

這次製作小論文的過程中最可惜的是我沒有將第一次實驗的結果記錄下來，也沒有將試管留下來，所以沒有相片與實體能夠對比，這次的教訓讓我知道實驗時，都必須記錄拍照，仔細記錄，不只是在寫小論文時候能夠讓自己能夠做為參考用，更是為了讓自己能夠有比照的對象，讓自己能夠有明確的反思目標，不只是單純的做完實驗就結束。本次撰寫小論文的過程中，除了學習到許多課本外的知識，體驗並學習科學家在做實驗時的實驗態度，對於自己做過的實驗都有所記錄與反思，並且讓我更加了解自己對於科學的熱情與好奇心，才是真正重要且珍貴的寶貴經驗。

陸、參考文獻

- 一、謝孟樺（2011年04月25日）。化學實驗室實驗：銀鏡反應與美感的結合(The Silver Mirror Reaction) [I]。 <https://highscope.ch.ntu.edu.tw/wordpress/?p=25090>
- 二、楊啟榮（無日期）。蒸鍍系統原理。
<https://reurl.cc/zenDMV>
- 三、鍍膜工藝簡介物理氣相沉積法 (Physical Vapor Deposition) Physical Vapor Deposition) Physical Vapor Deposition)，簡稱 PVD（無日期）。物理氣相沉積法。
<https://www.chosen-top.com/ezfiles/826/1826/img/1024/teah-18.pdf>

- 四、鄭竣元。私立德光中學。高中S205班（無日期）。由化學反應推論黑木耳的化學官能基。
<https://www.shs.edu.tw/works/essay/2012/11/2012111216052828.pdf>
- 五、銅金屬-本氏液 - 國立臺灣大學科學教育發展中心（2010年12月30日）。銅金屬-本氏液。
<https://case.ntu.edu.tw/magichem/blog/?p=1239>
- 六、黃敏棻。私立慈大附中。高二大愛班/賴郁竹。私立慈大附中。高二大愛班（無日期）。Bling！Bling！閃亮亮銀鏡反應。
<https://www.shs.edu.tw/works/essay/2008/03/2008033117280153.pdf>
- 七、曾國輝（2005）。**有機化學概論**。建弘出版社有限公司。