

有機化學實驗

醣類化學反應

班級：化材二甲

組別：第五組

組長：49740032 陳簡佑

組員：49740033 蔡秉晃

49740035 柳印隆

49740041 范逸昇

49740044 張晉慈

49740050 潘長煌

49740901 巫致穎

49540904 林文政

指導老師：陳阿煌教授

教學助理：廖梅君學姐

一、目的

認識醣類的性質檢驗及雙醣與多醣的水解反應。

二、原理

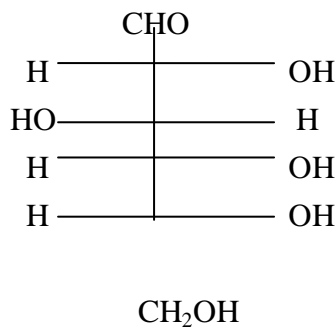
多羥基醛類(醛醣)與多羥基酮類(酮醣)是醣類或醣化合物(Saccharides)之主要化合物，其通式 $CX(H_2O)_y$ ，故醣類屬於碳水化合物(Carbohydrates)，可分成三大類：

單醣類：葡萄糖(Glucose)、果糖(Fructose)。

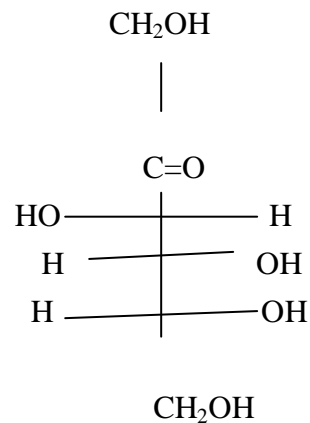
雙醣類：蔗糖(Sucrose)、麥芽糖(Maltose)、乳糖(Lactose)。

多醣類：澱粉(Starch)、纖維素(Cellulose)。

單醣類不會水解、雙醣類可水解為單醣、多醣類則可水解成為雙醣與單醣。若以醛醣與酮醣來分類，例如葡萄糖就屬於醛醣，而果糖屬於酮醣。



D(+)-glucose



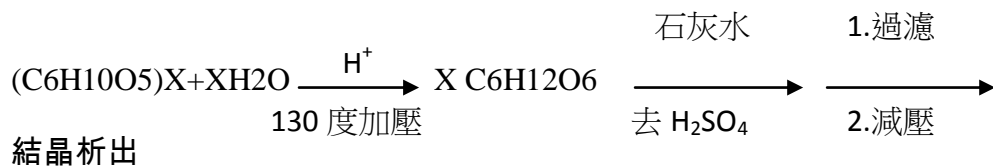
D-fructose

(一) 葡萄糖

葡萄糖(又稱為右旋糖，因有右旋光性)，是最重要的單醣。它是雙醣或多醣水解的最終產物，且與代謝作用有密切關係，是所有生命體主要能量資源，因其存於血液中，醫學常稱為血糖，其分子式為C₆H₁₂O₆。

1. 製備方法

(1) 由多醣類(如澱粉)加稀硫酸水解



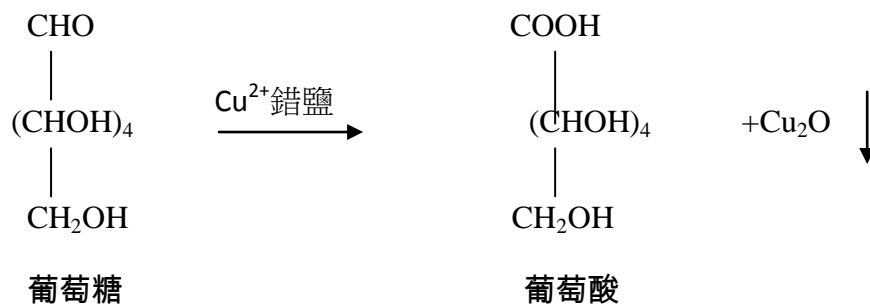
(2) 由雙醣(如蔗糖)加鹽酸水解



2. 化學性質

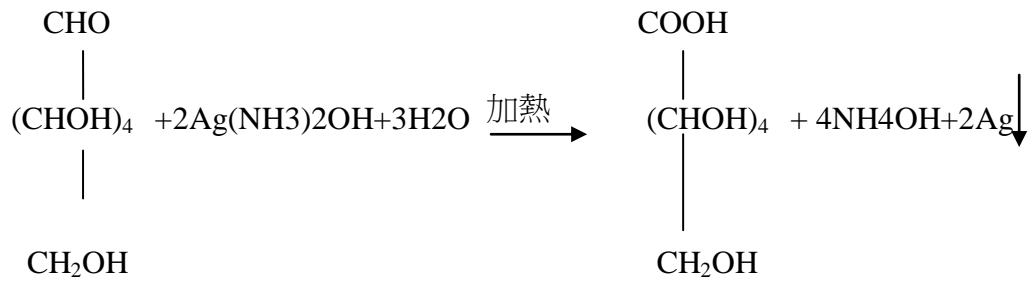
(1) 斐林試驗：醣類含-CHOH-CHO 及-CO-CHO 基，皆能與斐林試劑

發生反應(Cu₂O 紅色沉澱)，普通酮則無此反應。



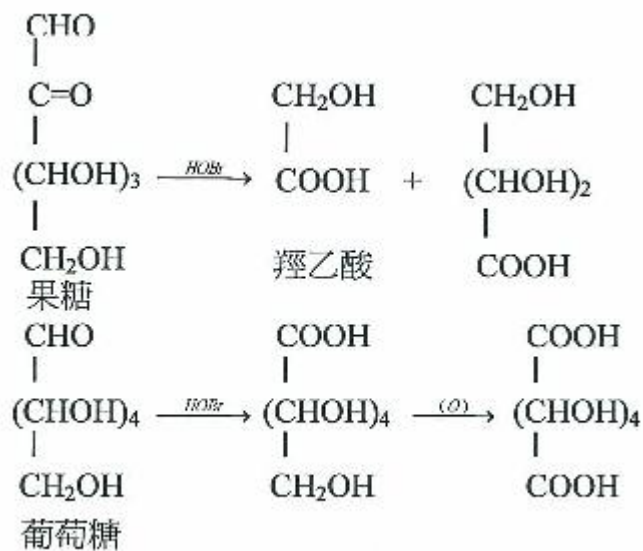
(2)多倫試驗：生成黑色沈澱或在試管壁形成銀鏡現象，一般含醛基

單醣或一般的醛類都會發生多倫反應。



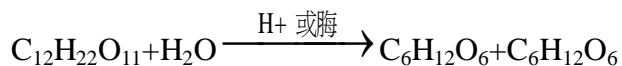
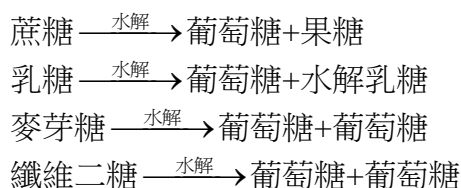
(二)果糖

果糖的結構和葡萄糖一樣也含有 α 、 β 二型的環狀結構，果糖主要來源為蜂蜜(41%)，為醣類中最甜的，其化學性質和葡萄糖很相同，與斐林試劑起類葡萄糖之反應。惟其氧化反應有所不同，如下所示：



果糖因有左旋光性，又稱左旋糖，果糖雖屬於酮醣類，亦能與斐林試劑作用，與一般酮醣類不同。果糖與葡萄糖是一起在葡萄汁和蜂蜜中發現的，並且和葡萄糖同為蔗糖的組成成分。

雙醣類主要的用途是經由人體吸收後，藉人體內之酵素(酶)水解成葡萄糖，作為人體能量來源。



(三)蔗糖

在少許的鹽酸中加熱，蔗糖就變成葡萄糖和果糖稱為轉化糖溶(Invertsugar)。蔗糖因不具有醛基，因此無法與斐林試劑及多倫試劑產生反應糖加苛性鈉並加熱即可成為焦糖，焦糖溶於水中，是醬油、餅乾、糖果之棕黃色著色劑。

(四)乳糖及麥芽糖

乳糖是初生動物神經鞘等組織發育必須的養分，為白色粉末易溶於水，在空氣中受乳酸菌發酵成為乳酸，這是牛奶久放空氣中變酸的原因。澱粉被大麥芽中的澱粉酶(Diastase)水解可製取麥芽糖，麥芽糖與乳糖均為還原糖，可與斐林試劑作用，具有右旋光性。

(五)澱粉

多醣類是高分子量(25,000~15,000,000)的天然聚合物澱粉的分子式(C₆H₁₀O₅)_n，是植物吸收空氣中CO₂及土中之水分經由葉綠素發生光合作用產生的。

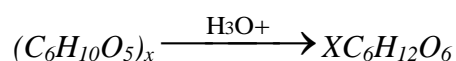
澱粉不溶於冷水，無旋光性，但加熱時膨脹，粒子會破裂成膠狀液，遇碘則呈藍色，其水解反應如下：



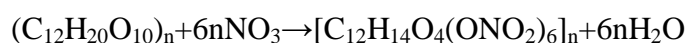
澱粉成炒焙後略呈黃色是因為產生一部份糊精稱為澱粉醣(水溶性)，糊精較澱粉分子為小，遇碘只呈粉紅色，和水混合呈強黏性可做膠著劑，營養價值比澱粉高。另糊精又稱粉果膠(Amylopectin)不溶於水。

(六)纖維素

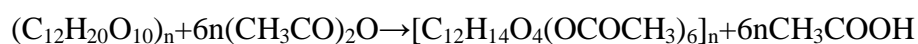
纖維素是植物主要成分，尤其木材、棉花內含有豐富的纖維素。纖維素的通式與澱粉一樣為 $(C_6H_{10}O_5)_n$ ，但 n 值比澱粉大。亦可寫成 $(C_{12}H_{22}O_{10})_n$ 。人類不能以纖維素為食物，因人的消化液內沒有能水解纖維素的酶。一般溶劑不溶解纖維，而 Sweitzer 液可溶解之(Sweitzer 液是由氫氧化銨加硫酸銅溶液製取)。纖維素較不易水解，與烯酸、烯鹼不起作用，若以濃硫酸(或濃鹽酸)溶解，在稀釋煮沸，則分解得葡萄糖。



纖維素因含有-OH 基，固可與硝酸、硫酸之混合液作用，生成酯類稱為硝酸纖維素，可製炸藥。纖維素與醋酸酐作用，則得醋酸纖維素(Cellulose acetate)



硝化纖維



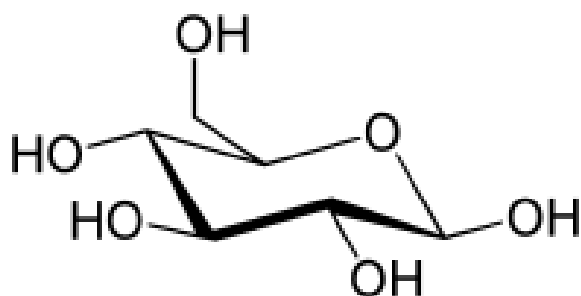
醋酸纖維

三、器材

燒杯、試管、夾子。

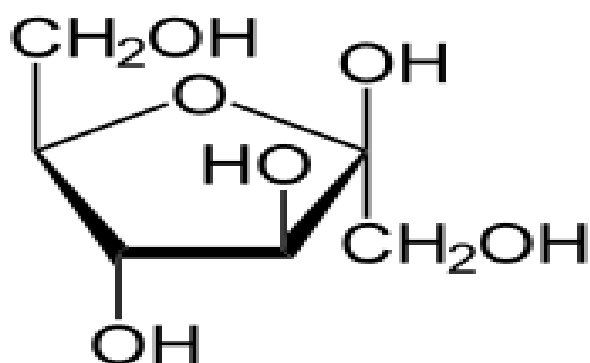
四、藥品

葡萄糖



(英語：Glucose，Glc，或者 Glu)，又稱為血糖、玉米葡糖、玉蜀黍糖，甚至簡稱為葡糖，分子式 $C_6H_{12}O_6$ ，是自然界分布最廣且最為重要的一種單糖，它是一種多羥基醛。水溶液旋光向右，故亦稱「右旋糖」。葡萄糖在生物學領域具有重要地位，是活細胞的能量來源和新陳代謝中間產物。植物可通過光合作用產生葡萄糖。在糖果製造業和醫藥領域有著廣泛應用。

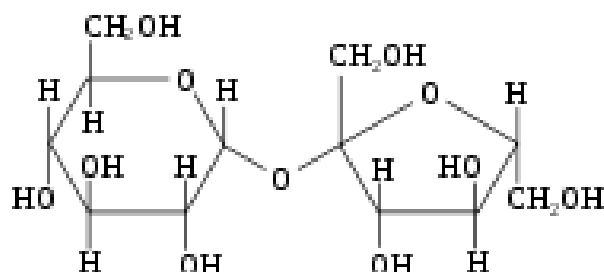
果糖



果糖 ($C_6H_{12}O_6$) 是一種簡單的糖 (單糖)，在許多食品中存在，和葡萄糖、半乳糖一起構成了血糖的三種主要成份。蜂蜜，樹上的水果，漿果，瓜類，以及一些根類蔬菜如：甜菜，甜土豆，歐洲蘿蔔，洋蔥等含有果糖；通常與蔗糖與葡萄糖在一起形成化合物。果糖也是蔗糖分解的產物，蔗糖是一種雙糖，在消化過程中，由於酶的催化特性而分解為一個葡萄糖和一個果糖。

果糖是甜度最高的天然糖，一般認定是蔗糖的 1.73 倍。

蔗糖

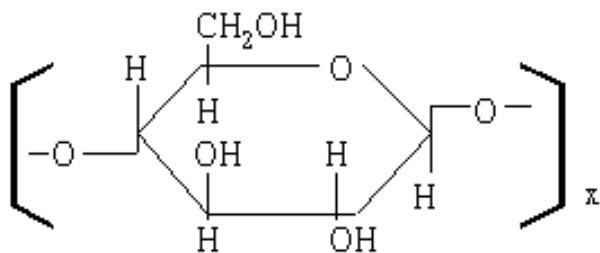


有機化合物，屬雙糖，分子量 342。白色晶體，具有旋光性，但無變旋。蔗糖的分子式： $C_{12}H_{22}O_{11}$ 。蔗糖容易被酸水解，水解後產生等量的 D-葡萄糖和 D-果糖。不具還原性。發酵形成的焦糖可以用作醬油的增色劑。蔗糖是光合作用的主要產物，廣泛分布於植物體內，特別是甜菜、甘蔗和水果中含量極高。蔗糖是植物儲藏、積累和運輸糖分的主要形式。

性質水中的溶解度：每克水可以溶解 2.1 g 蔗糖 (25°C)。熔點：186°C 能量密度： $17 \text{ kJ} \cdot \text{g}^{-1}$ 要注意的是，蔗糖和其他常見雙糖不同，它並沒有還原性(不是一種還原糖)。

澱粉

澱粉的分子式 $(C_6H_{10}O_5)_x$ ，結構式：



澱粉是由葡萄糖所組成的同元多醣，化學式是 $HO(C_6H_{10}O_5)_nH$ ，通常寫成 $(C_6H_{10}O_5)_n$ 。澱粉加熱，澱粉粒破開，放出糊精，呈現黏性。澱粉又可分成直鏈澱粉和分枝澱粉，直鏈澱粉的分子量較小，可溶於水，分枝澱粉的分子量較小，難溶於水。

2% AgNO₃

英文名稱:silver nitrate 化學式:AgNO₃ 中文名稱:硝酸銀 性質:無色,透明,管狀,斜方晶體晶系.在有機體中遇光變灰或灰黑色.無臭.苦味,對金屬有腐蝕性,強氧化劑與腐蝕劑.可溶於冷水,更溶於熱水,甘油,熱乙醇.略溶於乙醚.比重 4.328.熔點 212 度,沸點分解

20% 氫氧化鈉 10% 氫氧化鈉

藥劑名稱

中文名稱：氫氧化鈉（俗語:苛性鈉）。

英文名稱：Sodium Hydroxide or Caustic Soda。分子式：NaOH。

物理性質

純淨的氫氧化鈉是白色的固體，極易溶解於水，它的水溶液有澀味和滑膩感。氫氧化鈉暴露在空氣中時容易吸收水分，表面潮濕而逐步溶解，這種現象叫做潮解。製造

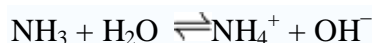
氫氧化鈉是由電解食鹽溶液產生，同時也生成了另一產物...氯，此種生產工業又叫氯鹼工業，一座電解槽所消耗的電力和一個三十萬人的城市相差不多，電解過程中會形成氯化鈉和氫氧化鈉的混合液，氫氧化鈉和氯反應產生次氯酸鈉，為避免此反應發生以多孔膜隔出陽極和陰極兩個區域。

用途

氫氧化鈉又名苛性鈉，在許多物質如：肥皂、紙、清潔劑等的製造過程中都會用到，對不少複雜的化學物質如：染料、藥品等的製造也佔有重要的地位。

氨水

($\text{NH}_3[\text{aq}]$) 常稱為氫氧化銨，指氨氣的水溶液，有強烈刺鼻氣味，具弱鹼性。氨水中，氨氣分子發生微弱水解生成氫氧根離子及銨根離子。「氫氧化銨」這個名稱並不十分恰當，只是對氨水溶液中的離子的描述，並無法從溶液中分離出來。氨的在水中的電離可以表示為：



反應的 $K_b = 1.8 \times 10^{-5}$ 。1M 氨水的 pH 值為 11.63，大約有 0.42% 的 NH_3 變為 NH_4^+ 。氨水是實驗室中氨的常用來源。它可與含銅(II)離子的溶液作用生成深藍色的配合物，也可用於配置銀氨溶液等分析化學試劑。

斐林試劑(硫酸銅晶體、氫氧化鉀、酒石酸鉀鈉)

斐林試劑 (Fehling 試劑)，也稱斐林試液、菲林試劑，是一個常用的分析化學試劑。它由兩個等體積的部分混合得到：

斐林試液 A：由 69.28g 五水合硫酸銅溶於 1L 蒸餾水中得到；

斐林試液 B：由 346g 四水合酒石酸鉀鈉和 120g 氫氧化鈉溶於 1L 蒸餾水中得到。

斐林試劑主要用於區分可溶於水的醛和酮。醛由於具有還原性，在與斐林試劑混合併共熱後，試劑中的銅(II)與酒石酸根的配離子可以被它所還原，生成磚紅色的氧化亞銅(Cu_2O)沉澱，同時醛被氧化為羧酸。除 α -羥基酮和某些酮糖外，其他酮類不與斐林試劑反應。酮糖類的單糖（如果糖）與斐林試劑中的鹼作用，可被轉化為醛糖，進而可以被斐林試劑所氧化，呈正反應。^[1]因此，所有單糖都會與斐林試劑在加熱條件下產生氧化亞銅沉澱，斐林試劑有時也用作鑒定單糖的試劑。甲酸分子中含有醛基，也呈正反應，氧化產物是二氧化碳。斐林試劑只對脂肪族醛酮起作用，至於芳香族醛酮，可用吐倫試劑來鑒別。

1N 鹽酸 濃鹽酸

- 1、鹽酸是氣態的氯化氫 (HCl) 溶於水而成的水溶液，學名為氫氯酸。
- 2、鹽酸為具刺鼻的無色溶液，工業用的鹽酸不純，因含微量 Fe^{3+} ，故成微黃色。
- 3、最濃的鹽酸含有 38% 的氯化氫。
- 4、是一強酸，能使藍色石蕊試紙變紅色，可與活性大的金屬作用而生成氯化物及氫氣。
- 5、氯化氫氣體遇氨可生成白煙狀固體氯化銨微粒，反應為： $\text{NH}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl}$ ）此亦為檢驗氯化氫的方法之一。

碘-碘化鉀溶液(將 10g 碘、20g 碘化鉀溶於 80ml 蒸餾水中)

Potassium iodide 碘化鉀{KI}

性質:白色晶體,粒狀或粉末;強苦鹼味,溶於水,乙醇,丙酮及甘油;比重 3.123
;熔點 686 度;沸點 1330 度,低毒性

濾紙

大部份濾紙由棉質纖維組成，按不同的用途而使用不同的方法製作。由於其材質是纖維製成品，因此它的表面有無數小孔可供液體粒子通過，而體積較大的固體粒子則不能通過。這種性質容許混合在一起的液態及固態物質分離。

種類濾紙一般可分為定性及定量兩種。在分析化學的應用中，當無機化合物經過過濾分隔出沈澱物後，收集在濾紙上的殘餘物，可用作計算實驗過程中的流失率。定性濾紙經過過濾後有較多的棉質纖維生成，因此只適用於作定性分析；定量濾紙，特別是無灰級的濾紙經過特別的處理程序，能夠較有效地抵抗化學反應，因此所生成的雜質較少，可用作定量分析。除了一般實驗室應用的濾紙外，生活上及工程上濾紙的應用也很多。咖啡濾紙就是其中一種被廣泛應用的濾紙，茶包外層的濾紙則提供了高柔軟度及濕強度高等特性。其他使用測試空氣中懸浮粒子的空氣濾紙，及不同工業應用上的纖維濾紙等。

性質選擇合適的濾紙可透過考慮以下四種因素而作決定。硬度：濾紙在過濾時會變濕，一些長時間過濾的實驗步驟應考慮使用濕水後較堅韌的濾紙。過濾效率：濾紙上滲水小孔的疏密程度及大小，影響著它的過濾效率。高效率的濾紙過濾速度既快，而且解析度也高。容量：過濾時積存的固體顆粒或會阻塞濾紙上的小孔，因此滲水小孔愈密集，也就表示其容量愈高，容許過濾的濾液愈多。適用性：有些濾紙是採用特殊的製作步驟而完成的，例如在檢驗醫藥中用於測定血液中的氮含量，必須使用無氮濾紙等。

使用方法在實驗中使用濾紙多連同過濾漏斗及布氏漏斗等儀器一同使用。使用前需把濾紙摺成合適的形狀，常見的摺法是把濾紙摺成類似花的形狀。濾紙的摺疊程度愈高，能提供的表面面積亦愈高，過濾效果亦愈好，但要注意不要過度摺疊而導致濾紙破裂。

廣用試紙

廣用試紙是藉著混合一些指示劑，來擴大偵測的 pH 範圍。

一個常見的例子包括了甲基橙、甲基紅、溴瑞香草藍、phenolphthalein 等，它的顏色變化從紅色(pH3)到紫色(pH10)。

詳細成分由於不同公司賣的廣用試紙各有其專門配方，不是隨意可以取得的。

斐林試劑配置法：使用時各取同量的 A、B 液混合之。

A 溶液：取 34.64g 的硫酸銅晶體溶成 500ml 的水溶液。

B 溶液：取 173g 的酒石酸鉀鈉及比重 1.14 的 KOH 溶液 150ml(稀釋 21gKOH 成 150ml 的水溶液)溶成 500ml 的水溶液。

五、實驗步驟

A. 多倫試驗

取三支試管各加 2ml 2%AgNO₃，再加一滴 20%NaOH，將有混濁沉澱產生

滴加濃氨水於各試管內，直到所能生成的沈澱恰能溶解為止

在三支試管內分別加入1ml 的葡萄糖、果糖、蔗糖溶液。將試管放在50°C水浴內加熱，觀察有否銀鏡產生

B. 斐林試驗

取三支試管分別加入新鮮的斐林試劑(各取 A 及 B 溶液 1mL 混合)

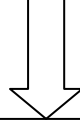
先將斐林試劑在50°C 水浴中徐徐加熱到沸騰，再各加入2~3 滴糖溶液

繼續在 50°C 水浴中加熱 1~2 分鐘後，並觀察結果

繼續加糖液，在每次加入後，均加熱之，一直到藍色消失就停止加糖液，觀察結果

C. 蔗糖的水解(蔗糖轉化)

1.將 15ml 蔗糖水溶液(4%)加入燒杯，再加 1ml 稀鹽酸，於水浴加熱煮沸三十分鐘

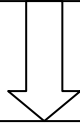


2.冷卻溶液，小心加 10ml 10%NaOH 溶液到呈中性(用廣用試紙試之)，將產物作斐林試驗和多倫多試驗，並記錄結果

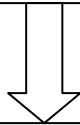
D. 澱粉水解

(a) 澱粉溶液的試驗

1.在燒杯中裝 50ml 蒸餾水，並加熱沸騰，再另取一小燒杯混合 0.25g 澱粉和 2,5ml 冷水，攪伴使澱粉懸浮狀而不呈顆粒狀



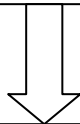
2.將澱粉懸浮液倒入沸水，之後再加熱兩分鐘，冷卻後作斐林試驗，並記錄結果



3.取 1ml 澱粉液加一滴碘-碘酸鉀溶液，並記錄結果

(b) 澱粉水解的試驗

1.取 15ml 澱粉溶液(D(a))於燒杯內，再加兩滴濃鹽酸，並在 50°C 水浴加熱三十分鐘



2. 冷卻後，小心以 10%NaOH 溶液中中和 (用廣用試紙試之)，將產物作斐林試驗及碘-碘酸鉀試驗，並記錄結果

實驗數據及結果：

試劑/溶液	斐林試劑	多倫試劑	碘-碘化鉀溶液
葡萄糖溶液			X
果糖溶液			X
蔗糖溶液			
蔗糖水解液			X
澱粉溶液		X	
澱粉水解液		X	

問題與討論：

1. 醕的轉化反應中，酸的作用為何？

2. 為何斐林試劑可氧化烷基醛類與果糖(酮糖)，而無法氧化一般酮類與芳香醛？