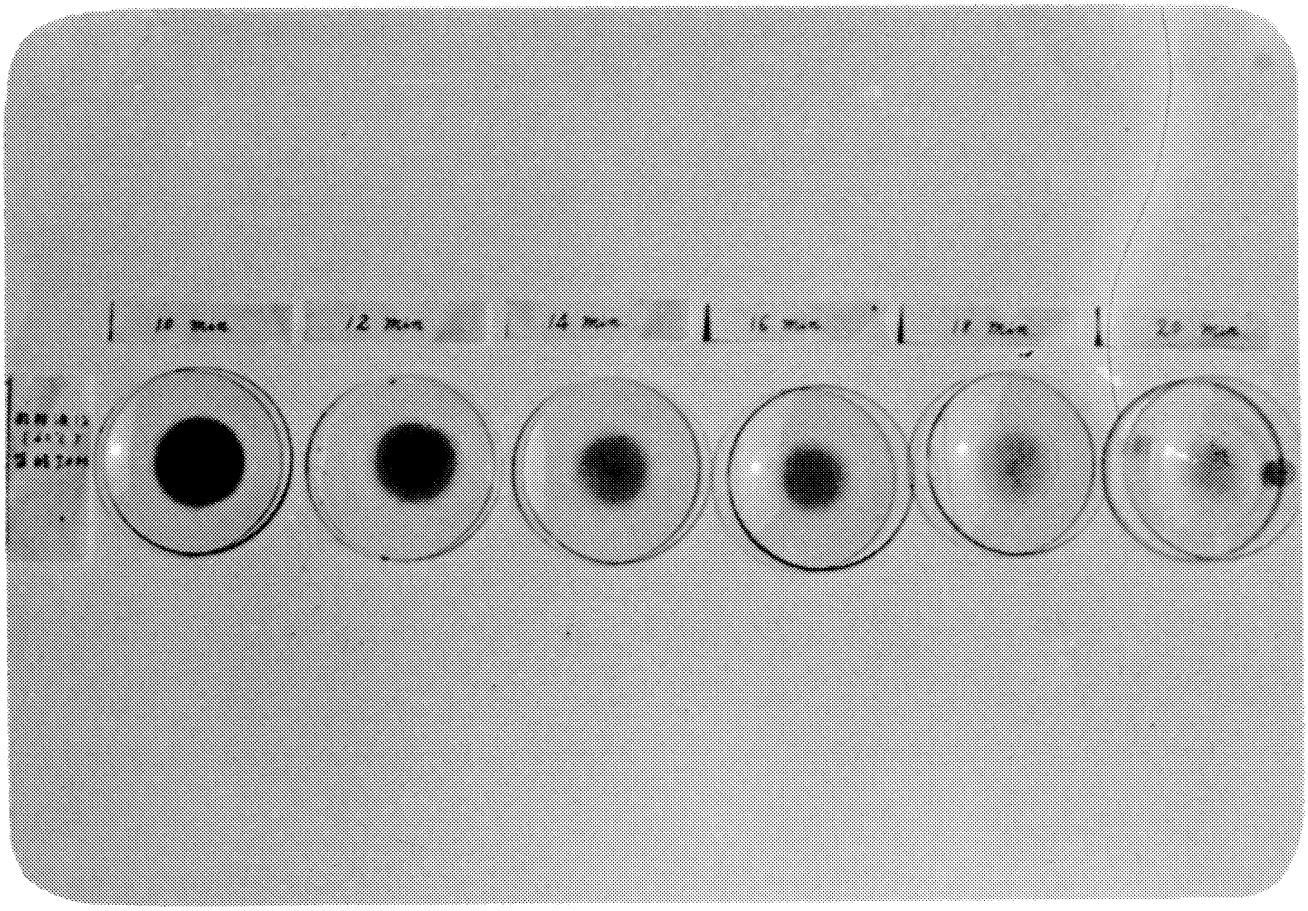
氫離子濃、溫度與加熱時間對澱粉水解的效應

國中組化學第二名

台北市立萬華國民中學

作　　者：鄭明堂・李賢忠

指導老師：張美玉・楊昂珊



壹、實驗動機：

從生物學上，我們知道澱粉可以經由唾液中酵素的分解而成爲簡單的糖，我們也想知道胃液中的鹽酸除了殺菌之外是否可以幫助澱粉的分解？在化學第三册我們剛學過酸的水解，於是我們請教老師胃液中鹽酸ＰＨ值大約多少？胃酸是否可以促進澱粉之水解？如果不能，那麼鹽酸的濃度要多少才能使澱粉水解爲糖？除了酸的濃度之外，有沒有其他可能影響澱粉水解之因素？因此我們設計了以下實驗。

貳、實驗內容：

A：氫離子濃度對澱粉水解的影響。

B：水解加熱時間對反應的影響。

C：配製澱粉溶液時，溶液溫度對澱粉水解之影響。

D：澱粉液的濃度與葡萄糖量的關係。

E：本實驗與國中化學第四册實驗22～3之比較。

參、實驗器材：

試管、鐵架、馬錶、量筒、標籤、試管架、大燒杯、廣用夾、本生灯、烘箱、離心機、錶玻璃、試管夾、標準滴管、碘液、斐林試液、蒸餾水、葡萄糖液。

澱粉液（1%，2%，3%，4%，5%，10%）

HCl（aq）（10^{-4} M，10^{-3} M，10^{-2} M，10^{-1} M，1.0M，1.5M，2.0M，2.5M，3.0M，4.0M，5.0M，6.0M，7.0M，8.0M。）

NaOH（aq）（10^{-4} M，10^{-3} M，10^{-2} M，10^{-1} M，1.0M，1.5M，2.0M，2.5M，3.0M，4.0M，5.0M，6.0M，7.0M，8.0M。）

肆、實驗步驟：

㈠氫離子濃度對澱粉水解的影響

(1)取室溫下1%澱粉液10ml分別放入14支大試管中。

(2)每支試管分別放入10^{-4} M～8M等不同濃度的鹽酸溶液10滴。

(3)將上述試管放入沸水中，間接加熱20分鐘取出冷却至室溫。

(4) a 澱粉試驗：將乾淨錶玻璃14個，置於白色卡紙上，分別將第二步驟操作完畢後之試樣各10滴，滴於錶玻璃上，另取1個錶玻璃滴上1%葡萄糖液10滴，以爲對照實驗，15個錶玻璃均各加碘液1滴，輕搖後置放比較之。

b 斐林試驗：將步驟3操作完畢後之試樣，各取20滴，分別置於試管中再加入10滴，NaOH（aq）

（〔NaOH〕與水解時〔HCl〕相當）使溶液變成中性或鹼性後各加入5ml斐林試液於沸水中間接加熱10分鐘，觀察並記錄試液變色時間。

㈡加熱水解時間對反應的影響：

(1)取室溫1％澱粉液10ml，分別置於6支大試管中加2M鹽酸各10滴。

(2)上述編有號碼之試管同時置於沸水中，間接加熱10分鐘後，取出第1根試管，以後每隔2分鐘（即12min，14min，16min，18min，20min）各取出一支試管置於試管架上冷却至室溫。

(3) a澱粉試驗：同㈠項a步驟觀察比較之。

b斐林試驗：同㈠項b步驟，觀察並記錄變色時間。

(4)重複以上步驟但HCl（aq）分別以1.5M，2.5M，3.0M，4.0M，6.0M，7.0M，8.0M代替，觀察記錄並比較之。

㈢配製澱粉液時溶液溫度對澱粉水解的影響

(1)同㈠項步驟，取1％澱粉液除一組爲室溫外，其餘各組分別加熱至40℃，60℃，80℃三組冷却至室溫後，各取10ml置於4支大試管再加5.0M鹽酸各10滴。

(2)重複㈠項步驟3，步驟4，觀察記錄並比較之。

㈣澱粉液濃度，與葡萄量的關係

(1)取1％，2％，3％，4％，5％澱粉液（80℃）各10ml分別放入5支試管。

(2)加入5M鹽酸10滴在沸水中間接加熱至20min取出冷却至室溫。

(3)上列試管重複㈠項步驟(4) b細心觀察並記錄變色時間。

(4) a取10％，80℃澱粉液，加入5.0M鹽酸各10滴重覆步驟㈡—(2)。

b再重覆㈠項步驟，(4) b記錄斐林試液變色時間，並於間接加熱10分鐘後拿出，離心，烘乾，稱出Cu_2O重量記錄

之。

伍、實驗結果與討論：

㈠氫離子濃度、溫度與加熱時間對澱粉水解的影響：

(1)澱粉試驗：

澱粉遇碘液呈藍黑色反應，遇不含澱粉的葡萄糖液呈黃褐色（對照組）。故水解程度愈差，則澱粉顆粒愈多，藍黑色反應愈明顯，反之水解程度愈好則澱粉顆粒愈少而越呈碘液的黃褐色如圖片A－1所示。

圖片A－1

〔討論〕：1 由圖片A－1顯示〔H^+〕愈小者遇碘液呈藍黑色反應愈顯明，反之〔H^+〕愈大者，藍黑色反應愈不明顯，而黃褐色愈顯著，故知澱粉以酸催化時〔H^+〕愈大則水解效果愈佳。

(2)斐林試驗：以生成Cu_2O紅色沈澱所需時間（分′，秒″）表示，試液加熱完畢後，拿出擱置十分鐘才看出沈澱者，以″＋″表示，擱置十分鐘後看不出沈澱者，以″－″表示。

表A－2（80℃，澱粉液1％）

變色時間 / 加熱水解時間 / 〔H^+〕	10 min	12 min	14 min	16 min	18 min	20 min
10^{-4}M～1.0M	－	－	－	－	－	－
1.5M	＋	＋	＋	＋	＋	7′ 30″
2.0M	＋	＋	＋	＋	＋	6′ 30″
2.5M	7′ 35″	6′ 12″	5′ 47″	5′ 28″	5′ 04″	4′ 30″
3.0M	5′ 25″	5′ 42″	5′ 07″	4′ 05″	3′ 56″	3′ 55″
4.0 M	5′ 18″	5′ 10″	4′ 53″	3′ 41″	3′ 25″	2′ 55″

5.0 M	4′59″	3′47″	3′36″	2′45″	2′27″	2′15″
6.0M	4′10″	3′58″	3′27″	3′04″	1′45″	1′37″
7.0M	4′15″	4′05″	3′55″	2′20″	2′15″	2′05″
8.0M	4′20″	3′55″	3′05″	2′55″	2′20″	2′10″

表A－3（60℃、澱粉液1％）

變色時間 / 加熱水解時間 / $[H^+]$	10min	12min	14min	16min	18min	20min
10^{-4}M～1.0M	－	－	－	－	－	－
1.5M	＋	＋	＋	＋	＋	＋
2.0M	＋	＋	＋	＋	7′58″	7′10″
2.5M	＋	＋	＋	6′30″	6′00″	5′58″
3.0M	＋	6′17″	6′15″	5′35″	5′23″	4′32″
4.0M	5′45″	5′30″	5′05″	4′24″	3′55″	3′05″
5.0M	5′09″	4′45″	4′05″	3′18″	2′55″	2′35″
6.0M	4′15″	3′58″	3′40″	3′16″	1′55″	1′45″
7.0M	4′15″	4′05″	3′42″	2′46″	2′20″	2′10″
8.0M	4′35″	4′02″	3′56″	3′00″	2′25″	2′12″

表A—4（40℃，澱粉液1％）

加熱水解時間 / 呈色時間	10min	12min	14min	16min	18min	20min
10^{-4}～1.0 M	—	—	—	—	—	—
1.5M	+	+	+	+	+	+
2.0M	+	+	+	+	+	7′14″
2.5M	+	+	+	+	7′37″	6′50″
3.0M	+	+	8′13″	7′54″	6′37″	6′02″
4.0M	+	+	7′08″	4′49″	4′09″	4′15″
5.0M	8′15″	7′00″	5′30″	4′00″	3′40″	3′00″
6.0M	7′17″	6′15″	6′05″	3′45″	2′35″	1′55″
7.0M	5′15″	4′47″	3′55″	2′55″	2′30″	2′00″
8.0M	6′25″	5′02″	4′05″	3′05″	2′37″	2′35″

表A－5（室溫，澱粉液1％）

〔H^+〕 變色時間 ＼ 加熱水解時間	10min	12min	14min	16min	18min	20min
10^{-4}M～1.0M	－	－	－	－	－	－
1.5M	＋	＋	＋	＋	＋	＋
2.0M	＋	＋	＋	＋	＋	8′30″
2.5M	＋	＋	＋	＋	＋	7′50″
3.0M	＋	＋	＋	＋	8′30″	6′50″
4.0M	＋	＋	＋	＋	6′55″	5′25″
5.0M	＋	8′20″	7′05″	5′45″	5′20″	4′25″
6.0M	8′25″	5′30″	5′05″	4′36″	3′30″	2′20″
7.0M	5′05″	4′58″	4′48″	3′36″	2′55″	2′15″
8.0M	5′25″	5′05″	4′10″	3′36″	3′58″	2′15″

〔討論〕：1. 由A－2～A－5及圖(1)，圖(2)知〔H^+〕愈大斐林試液變色時間愈快顯示Cu_2O沈澱量愈多（斐林變色時間與Cu_2O量之關係見B－2）Cu_2O沈澱量愈多表澱粉水解爲糖的程度愈佳。

2. 由表A－2～A－5知〔H^+〕爲$10^{-4}M$～1.0 M間均無Cu_2O沈澱反應，故推知胃液中的鹽酸不足以促進澱粉之消化。

3. 由表A－2～A－5知澱粉液用酸催化水解時之濃度以〔H^+〕＝5.0M及6.0M時斐林試液變色最快而7.0M至8.0M以上則斐林試液變色時間稍慢，因酸的水解與濃度有關，濃度超過某一限度則氫離子解離較難。

4. 由表A－2～A－5知加熱水解時間愈長則斐林試液變色時間愈快，故加熱水解時間愈長澱粉水解愈完全。

5. 斐林試液爲測定澱粉水解爲糖的試液，澱粉水解爲葡萄糖後，葡萄糖的醛基（－CHO）可將斐林試液中藍色的Cu^{2+}還原爲紅色Cu^+其化學反應。方程式爲：

$$C_6H_{12}O_{6(aq)} + 2Cu(OH)_{2(aq)} \xrightarrow{\triangle} C_5H_{11}O_5COOH_{(aq)} + Cu_2O_{(s)}\downarrow + 2H_2O_{(l)}$$

㈡澱粉液濃度大小，斐林試液變色時間與Cu_2O沈澱量三者之關係：

表B－1（從略）澱粉液濃度與斐林試液變色時間之關係（80℃）

變色時間 / 澱粉液濃度 / 〔H^+〕	1%	2%	3%	4%	5%
5 M	4′50″	1′40″	1′15″	1′05″	54″
6 M	4′23″	1′8″	50″	48″	45″

表B－2（從略）斐林試液變色時間與Cu_2O沈澱量的關係
（80℃，澱粉液10％，$[H^+]=5.0\ M$）

加熱水解時間	10min	12min	14min	16min	18min	20min
斐林變色時間	1′21″	1′15″	1′00″	51″	45″	40″
Cu_2O量(g)	0.05	0.06	0.07	0.09	0.115	0.125

〔討論〕：由圖表B－2知斐林試液變色時間愈快，Cu_2O沈澱量愈多顯示澱粉水解爲糖的量愈多。

由圖表B－1知澱粉液濃度愈高則斐林試液變色愈快，澱粉水解愈佳。

陸、結論：

㈠澱粉以稀鹽酸催化水解時，$[H^+]$愈高，水解愈好，其中以$[H^+]=5.0\ M$及$6.0\ M$時最佳。

㈡據生物學上的研究知哺乳動物，胃液中鹽酸pH值爲1.5～3即$[H^+]$在10^{-1}～$10^{-3}M$之間，由本實驗結果知$[H^+]$在$10^{-1}M$以下幾乎無反應故胃液中的鹽酸濃度不足以分解澱粉。

㈢澱粉水解加熱時間愈長，反應愈完全，加熱時間在10min以下時效果較佳。

㈣配製澱粉液時80℃可完全溶解，其水解效果較60℃，40℃，室溫（部分溶解）之澱粉液水解效果較好。

(五)本實驗與國中化學第四册實驗22－3之比較

	配製澱粉液之溫度（℃）	澱粉液濃度（%）	〔H^+〕	加熱水解時間（分）	Cu_2O沈澱反應之有無
國中化學㈣實驗22－3	〔沒有註明〕	1%	2.0M	2～3	－
實驗改進1	室溫	1%	2.0～2.5M	20	＋
實驗改進2	室溫	1%	3.0～4.0M	18	＋
〃 3	室溫	1%	5.0M以上	10	＋
〃 4	40℃	1%	2.0M	20	＋
〃 5	40℃	1%	2.5～4.0M	18～14	＋
〃 6	40℃	1%	5.0M以上	10	＋
〃 7	60℃	1%	2.0M	18	＋
〃 8	60℃	1%	2.5～3.0M	16～12	＋
〃 9	60℃	1%	4.0M以上	10	＋
〃 10	80℃	1%	1.5～2.0M	20	＋
〃 11	80℃	1%	2.5M以上	10	＋

柒、注意事項：

㈠斐林（ Fehling ）溶液的配製法：預先配好下列甲、乙兩溶液，要用時才把同體積的甲、乙兩種溶液混合使用。

甲溶液：3.5克硫酸銅晶體（ $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ ）溶解在100 ml 水中。

乙溶液：17g 酒石酸鈉鉀溶解在15～20 ml 溫水中，加氫氧化鈉水溶液（ 5g NaOH 溶於15～20 ml 水中）把配成的水溶液冷却到室溫加水成100ml 。

㈡碘液的配製法：碘化鉀20 g 溶於水80 ml 中再加10 g 碘晶體使它溶解。

㈢澱粉液、葡萄糖液須在實驗前配製。

㈣間接加熱時，均在100℃沸水中。