

屏東縣第 65 屆國中小學科學展覽會 作品說明書

科 別：物理科

組 別：國中組

作品名稱：

水膠降溫

——探討水與膠體溶液的熱降溫現象與降溫對流模型建立——

關 鍵 詞：膠體溶液、熱對流、熱保留率

編號：B2018

製作說明：

1. 說明書封面僅寫科別、組別、作品名稱及關鍵詞。
2. 編號：由承辦學校統一編列。
3. 封面編排由參展作者自行設計。

摘要

本研究採用水、低濃度和高濃度的澱粉液、低濃度和高濃度的洋菜膠進行水和膠體溶液的降溫狀況比較。研究結果發現在未保溫的狀況下低濃度的澱粉液和低濃度的洋菜膠其在降溫的熱保留效率上優於水在保溫、未保溫的狀況下好，顯示低濃度的澱粉液和洋菜膠有發展成為保熱劑的可能性。另外藉由實驗中測量燒杯中的九個測溫點，發現在降溫的過程中上方的溫度低於下方，其熱對流方向可能由中間、下方的水體往上方傳遞，形成熱流。但若將溫度所對應到的水密度變化，則會發現上方的水體密度較大，會下沉到中間和下方，形成密度流。我們發現溫度流和密度流的方向可能相反。惟至截稿日止，本研究尚有熱顯儀影像、文獻探討的資料尚未進行分析整理，希望評審能夠讓我們進入複賽，我們將會呈現在新的作品說明書與海報上，感謝評審。

目錄

壹、研究動機	P.03
貳、研究目的與問題	P.04
參、研究設備與器材	P.05
肆、文獻探討	P.06
伍、研究設計與方法	P.07
陸、研究結果與討論	P.08
柒、綜合討論	P.19
捌、研究結論	P.24
玖、研究心得與未來方向	P.24
拾、參考文獻	P.24

壹、研究動機

在食品工業、醫療材料及生物技術等領域，膠體溶液的保溫特性具有重要應用價值。例如，食品如果凍、濃湯及澱粉類製品的口感與穩定性，往往受到溫度變化的影響；而在醫療與生物科技領域，一些藥物懸浮液與培養基的溫度控制也關係到其功能與有效性。因此，研究不同濃度的澱粉溶液與果凍溶液對保溫效果的影響，能夠幫助我們理解這些物質的熱傳導特性，進而為食品加工、材料開發與保溫技術提供參考依據。

此外，日常生活中，我們常發現較稠厚的液體似乎能夠保持溫度較久，這可能與溶液的濃度、熱容量、流動性等因素有關。本研究希望透過實驗比較不同濃度的澱粉溶液與果凍溶液的保溫效果，以驗證膠體濃度與熱保持能力之間的關聯，進一步探討其在實際應用上的潛力。

貳、研究目的與問題

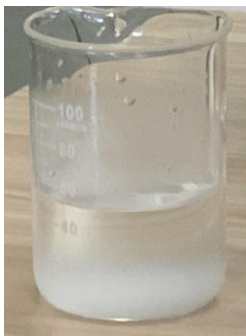
一、研究目的

- (一) 談討水在未保溫與保溫的狀況下之降溫情形。
- (二) 探討膠體溶液在未保溫與保溫的狀況下之降溫情形。
- (三) 是否存在有降溫對流狀況的探討。

二、研究目的與問題

- 1、 水在未保溫狀況下之降溫狀況為何？
- 2、 水在有保溫狀況下之降溫狀況為何？
- 3、 不同濃度澱粉溶液在未保溫狀況下的降溫狀況為何？
- 4、 不同濃度澱粉溶液在有保溫狀況下的降溫狀況為何？
- 5、 不同濃度果凍粉溶液在未保溫狀況下的降溫狀況為何？
- 6、 不同濃度果凍粉溶液在有保溫狀況下的降溫狀況為何？

參、研究設備與器材

酒精燈	電子秤	打火機	電子溫度計	三腳架
				
便條紙	攪拌棒	試藥級澱粉	洋菜粉	100ml 燒杯
				

(以上照片由研究團隊自行拍攝)

肆、文獻探討

科展報告	「能量會躲貓貓---蓄熱多就是比熱大」	微波觀點	「『泡膜』雲起『膜』登寶『澱』—澱粉起泡、成膜性質的探討及應用」	「利用熱傳導測量比熱和熔化熱」
研究目的	研究目的包含定量探討化學藥品溶解於水的吸放熱過程、探討水溶液的比熱計算方法、建立混合物比熱與化合物比熱的溶液理論模型，以及探討溶液折射率的變化與離子濃度之間的關係。	研究目的為了解微波加熱原理、探索爐內微波環境，並研究微波熱源的特性及其相關應用	研究目的包括觀察各種澱粉在不同濃度下的起泡情形、探討澱粉起泡原因、如何消泡、探討膜的成因，以及探討膜的應用。	利用水的升溫或降溫曲線求得實驗儀器的高溫散熱率和低溫吸熱率
內容	所有水溶液的比熱均小於純水的比熱，僅蔗糖水溶液的比熱實驗值近似於純水的比熱。研究中並提出溶液理論模型，解釋實驗結果。 本研究也探討了溶液折射率的變化與離子濃度之間的關係。	研究內容包括水溫變化量與加熱時間、水量多寡的關係，微波加熱環境的認識，酒精度與微波升溫的關係，以及醋酸度與微波升溫的關係。	本研究內容在探討 澱粉的起泡和成膜性質 ，觀察各種澱粉在不同濃度下的起泡情形，並探討澱粉起泡的原因及消泡方法。	利用散熱速率和溫度差的關係求出比熱實驗的散熱，進而求出銅、鋁、鹽和糖的比熱實驗值，以及利用吸熱速率和溫度差的關係求出冰熔化熱實驗的吸熱，進而求出冰熔化熱實驗值。

(正在進行文獻探討中，尚未完成)

伍、研究設計與方法

一、 燒杯中的測量溫度各測點位置

- (一) 為了要更了解燒杯內的熱流狀態，我們共測了九個測量點的溫度，如右圖 5-0 所示。
- (二) 測量點 1、2、3 為燒杯液體量的正中間三個點。
- (三) 測量點 4、5、6 為燒杯液體量的最下方三個點。
- (四) 測量點 7、8、9 為燒杯液體量的最上方三個點。
- (五) 使用酒精燈加熱 50 毫升的液體，測量正中央測量點 1 的溫度達到 90°C 時，定義為 0 分鐘，移走熱源測量各點的溫度。
- (六) 之後每隔五分鐘測量一次各點的溫度，共測量到 30 分鐘，計有七次數據。
- (七) 重複實驗三次，取平均溫度進行分析。

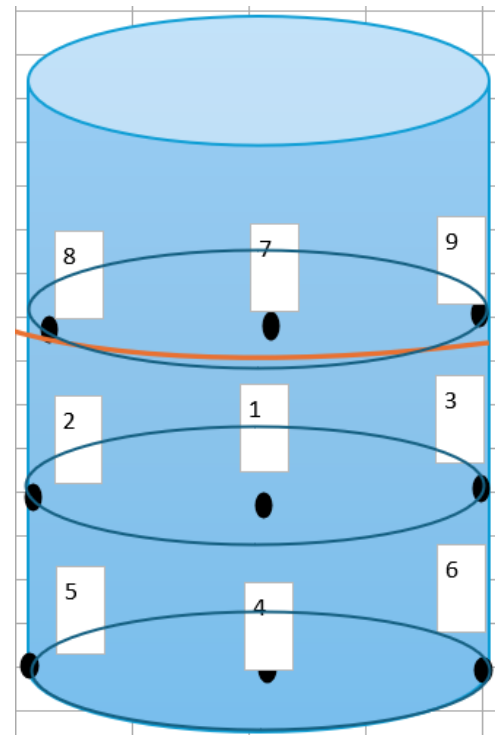


圖 5-0 各測量點位置

二、 不同濃度澱粉溶液在未保溫狀況下的降溫研究

- (一) 在三個 100ml 的燒杯裡個取 50ml 的過濾水
- (二) 以電子秤測量 0g、0.5g、1g 的澱粉 (圖一)
- (三) 將測量好的澱粉分別加入過濾水中，並攪拌均勻
- (四) 利用酒精燈加熱至 90°C (圖二)
- (五) 計時五分鐘
- (六) 將燒杯放置於桌上
- (七) 時間到後測量九個點的溫度
- (八) 重複 (五)、(六) 七次



圖 5-1 : 0.5g、1g 的澱粉 (因為 0g 沒東西故無照片) (研究團隊自行拍攝)



圖 5-2：加熱中的 0g 澱粉溶液((研究團隊自行拍攝))

二、不同濃度澱粉溶液在有保溫狀況下的降溫研究

- (一) 在三個 100ml 的燒杯裡個取 50ml 的過濾水
- (二) 以電子秤測量 0g、0.5g、1g 的澱粉 (圖三)
- (三) 將測量好的澱粉分別加入過濾水中，並攪拌均勻
- (四) 利用酒精燈加熱至 90°C
- (五) 計時五分鐘
- (六) 將燒杯放入保溫裝置中 (圖四)
- (七) 時間到後測量九個點的溫度
- (八) 重複 (五)、(六) 七次

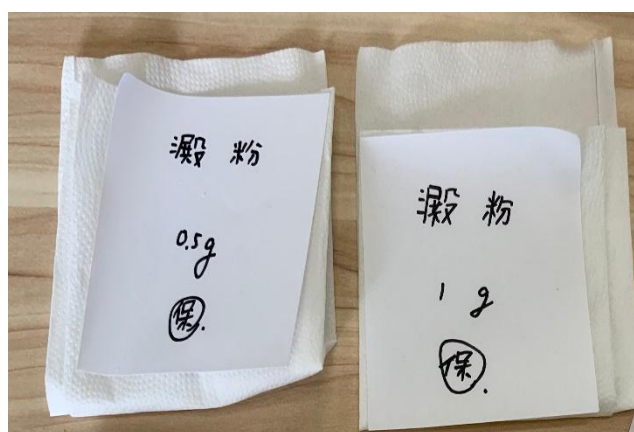


圖 5-3：0.5g、1g 的澱粉 (因為 0g 沒東西故無照片) (研究團隊自行拍攝)

圖 5-4：將燒杯放入保溫裝置中並測量溫度(研究團隊自行拍攝)

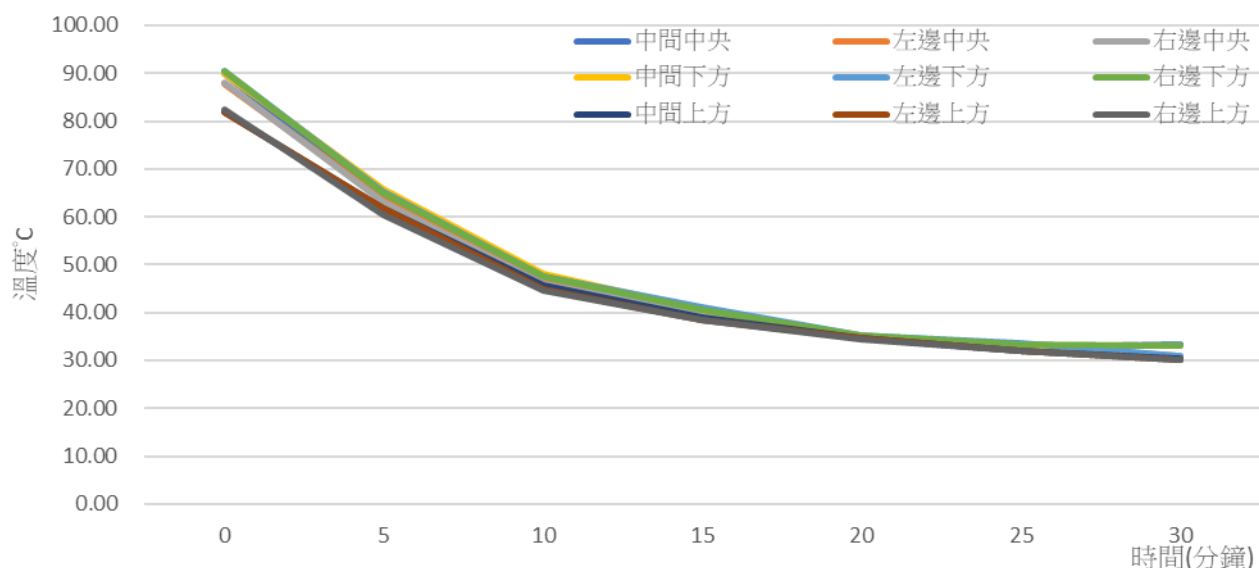
陸、研究結果與討論

實驗一：水在未保溫的狀況下之降溫狀況

本實驗我們共做了三次，其各測點在降溫 30 分鐘內的溫度測量結果如下表所示：

表 6-1-1 水在未保溫狀況下降溫紀錄表

位置 溫度 時間	測溫點 1	測溫點 2	測溫點 3	測溫點 4	測溫點 5	測溫點 6	測溫點 7	測溫點 8	測溫點 9
	中間中央	左邊中央	右邊中央	中間下方	左邊下方	右邊下方	中間上方	左邊上方	右邊上方
0	90.00	87.67	88.00	90.00	90.00	90.00	82.00	82.00	82.33
5	63.67	63.67	63.00	65.67	65.33	65.00	61.67	61.67	60.33
10	46.33	46.33	46.00	48.00	47.67	47.67	45.67	45.00	44.67
15	39.33	39.67	39.67	40.67	41.00	40.67	39.00	38.33	38.33
20	35.00	35.00	35.00	35.00	35.33	35.33	34.67	34.67	34.33
25	33.33	33.67	33.33	33.33	33.67	33.33	32.00	32.00	32.00
30	30.67	30.67	30.67	31.00	31.00	31.00	30.00	30.00	30.00



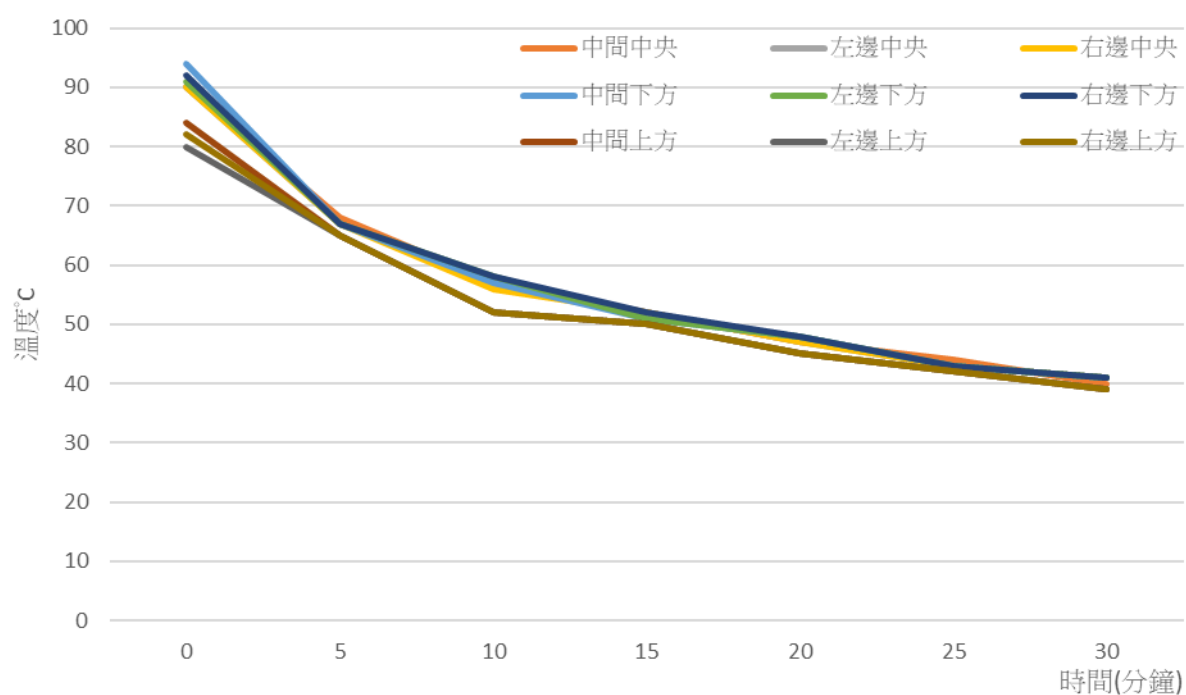
以上結果顯示各測量點在降溫的三十分鐘內都有降溫現象，且前十分鐘內降溫狀況較為明顯，而在 10 分-30 分的降溫狀況較為平穩。

實驗二：水在有保溫的狀況下之降溫狀況

此實驗我們將水放入保溫裝置中進行保溫，其降溫狀況如下表所示：

表 6-2-1 水在保溫裝置下的降溫狀況紀錄表

位置 溫度 時間	測溫點 1	測溫點 2	測溫點 3	測溫點 4	測溫點 5	測溫點 6	測溫點 7	測溫點 8	測溫點 9
	中間中央	左邊中央	右邊中央	中間下方	左邊下方	右邊下方	中間上方	左邊上方	右邊上方
0	90	90	90	94	91	92	84	80	82
5	68	67	67	67	67	67	65	65	65
10	57	57	56	57	58	58	52	52	52
15	52	52	52	51	51	52	50	50	50
20	47	47	47	48	48	48	45	45	45
25	44	43	43	43	43	43	42	42	42
30	40	41	41	41	41	41	39	39	39



RO水於保溫狀況下之不同時間各測點之降溫曲線

以上結果顯示各測量點在降溫的三十分鐘內都有降溫現象，部分區域在前五分鐘之後降溫明顯，有些區域在前十分鐘內降溫狀況較為明顯，而在 10 分-30 分的降溫狀況較為平穩。此現象與未有保溫的水不同，在綜合討論中進行說明。

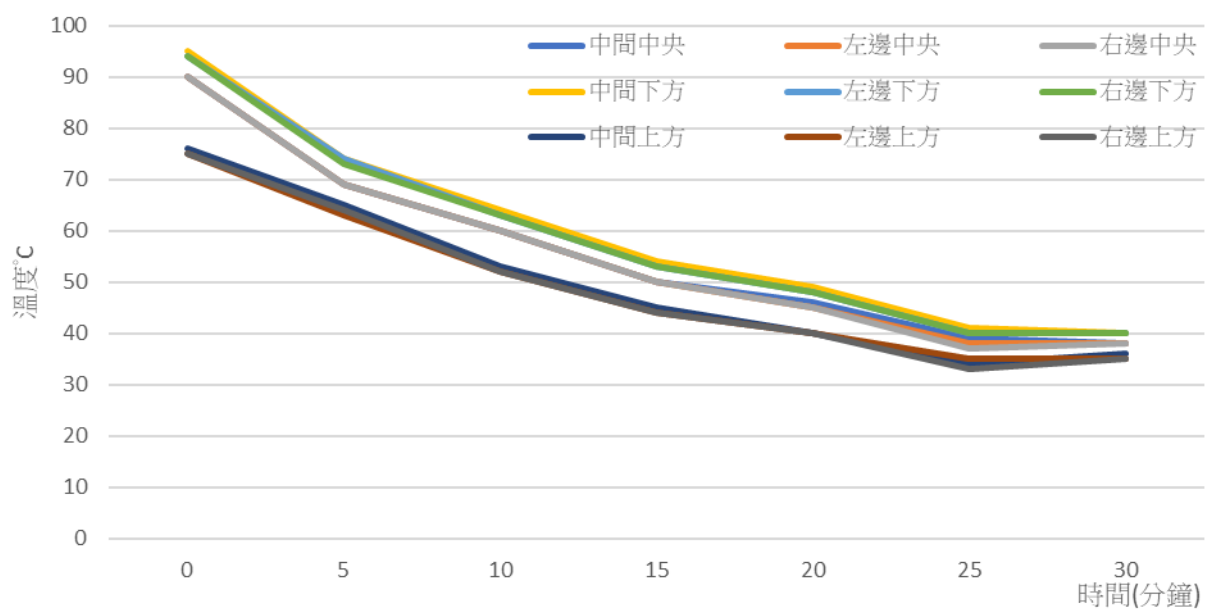
實驗三 :不同濃度澱粉溶液在未有保溫狀況下的降溫狀況

表 6-3-1 0.5 克澱粉在未保溫裝置下的降溫狀況紀錄表

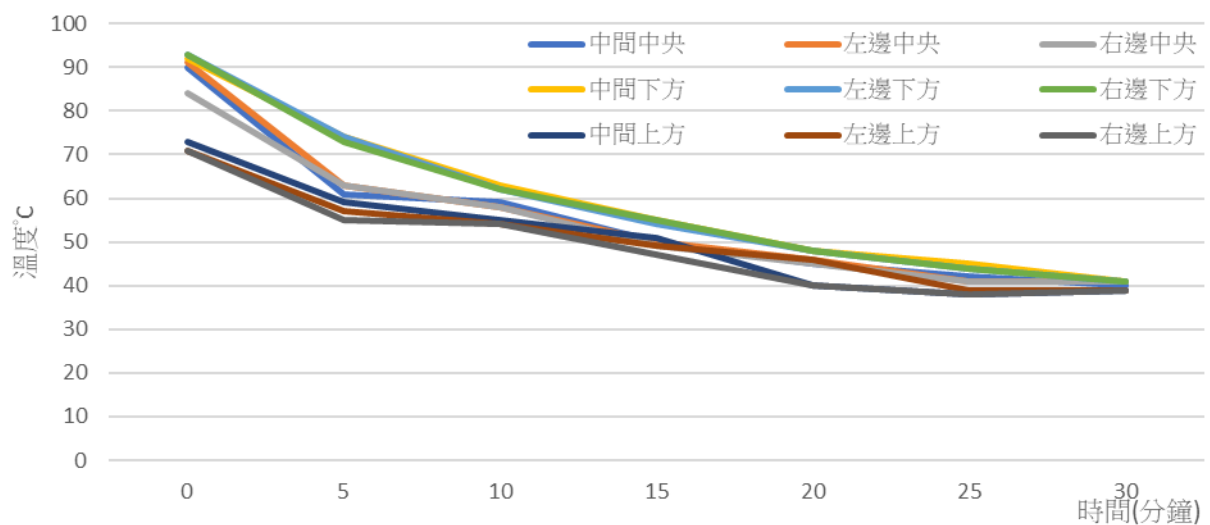
位置 溫度 時間	測溫點 1	測溫點 2	測溫點 3	測溫點 4	測溫點 5	測溫點 6	測溫點 7	測溫點 8	測溫點 9
	中間中央	左邊中央	右邊中央	中間下方	左邊下方	右邊下方	中間上方	左邊上方	右邊上方
0	90	90	90	95	94	94	76	75	75
5	69	69	69	74	74	73	65	63	64
10	60	60	60	64	63	63	53	52	52
15	50	50	50	54	53	53	45	44	44
20	46	45	45	49	48	48	40	40	40
25	39	38	37	41	40	40	34	35	33
30	38	38	38	40	40	40	36	35	35

表 6-3-2 1 克澱粉在未保溫裝置下的降溫狀況紀錄表

位置 溫度 時間	測溫點 1	測溫點 2	測溫點 3	測溫點 4	測溫點 5	測溫點 6	測溫點 7	測溫點 8	測溫點 9
	中間中央	左邊中央	右邊中央	中間下方	左邊下方	右邊下方	中間上方	左邊上方	右邊上方
0	90	91	84	92	93	93	73	71	71
5	61	63	63	74	74	73	59	57	55
10	59	58	58	63	62	62	55	54	54
15	50	50	49	55	54	55	51	49	47
20	45	46	45	48	48	48	40	46	40
25	42	41	41	45	44	44	38	39	38
30	40	41	41	41	41	41	39	39	39



0.5克澱粉未保溫狀況下之不同時間各測點之降溫曲線



1克澱粉未保溫狀況下之不同時間各測點之降溫曲線

實驗發現與結果：以上結果分析發現未有保溫狀況下，不同澱粉濃度的水溶液降溫狀況相似，且燒杯下方的降溫趨勢較為緩慢，我們在綜合討論時進行說明。

實驗四：不同濃度澱粉溶液在有保溫狀況下的降溫狀況

表 6-4-1 0.5 克澱粉在有保溫裝置下的降溫狀況紀錄表

位置 溫度 時間	測溫點 1	測溫點 2	測溫點 3	測溫點 4	測溫點 5	測溫點 6	測溫點 7	測溫點 8	測溫點 9
	中間中央	左邊中央	右邊中央	中間下方	左邊下方	右邊下方	中間上方	左邊上方	右邊上方
0	90	89	89	91	92	92	85	77	77
5	71	69	67	70	72	92	66	63	63
10	54	55	55	58	59	72	56	55	54
15	53	52	52	54	53	59	61	51	51
20	47	46	46	47	47	57	45	45	44
25	41	42	42	42	43	41	40	40	40
30	39	39	39	40	40	43	38	37	37

表 6-4-2 1 克澱粉在有保溫裝置下的降溫狀況紀錄表

位置 溫度 時間	測溫點 1	測溫點 2	測溫點 3	測溫點 4	測溫點 5	測溫點 6	測溫點 7	測溫點 8	測溫點 9
	中間中央	左邊中央	右邊中央	中間下方	左邊下方	右邊下方	中間上方	左邊上方	右邊上方
0	90	90	90	92	94	93	86	84	88
5	65	64	64	70	71	69	60	58	57
10	64	64	63	65	64	65	55	50	48
15	49	58	56	55	57	57	50	48	47
20	52	50	48	51	52	51	48	45	43
25	48	46	45	48	49	50	44	43	42
30	42	45	43	44	45	46	41	40	39

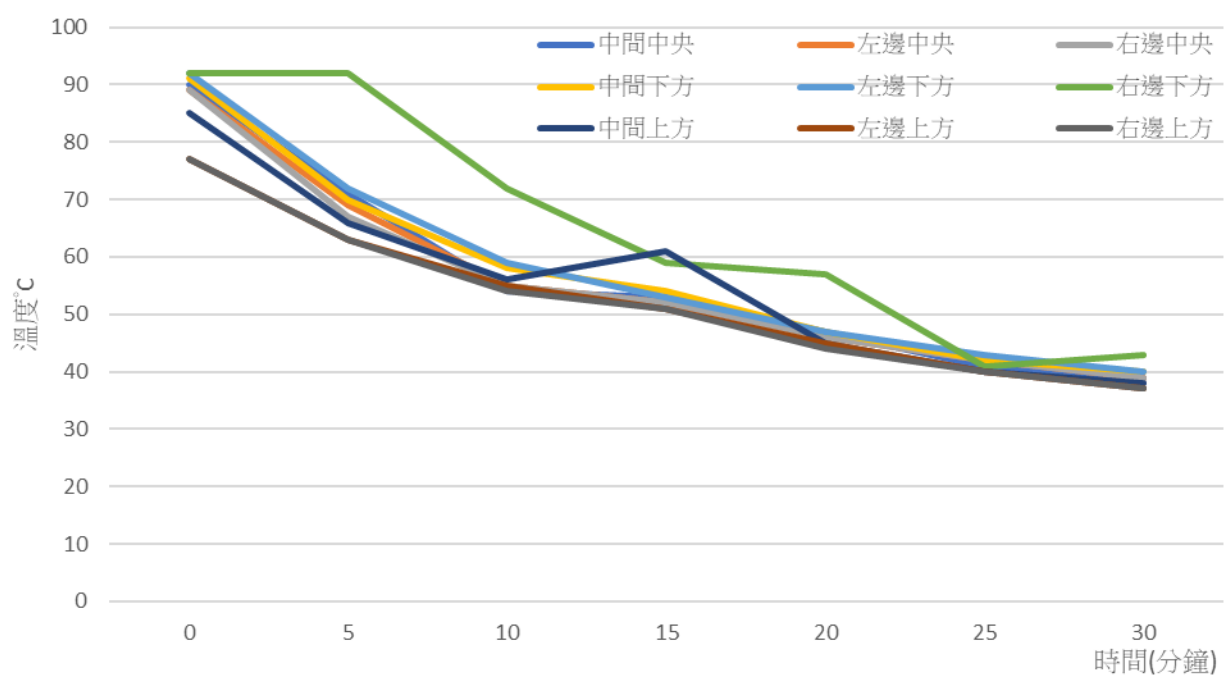
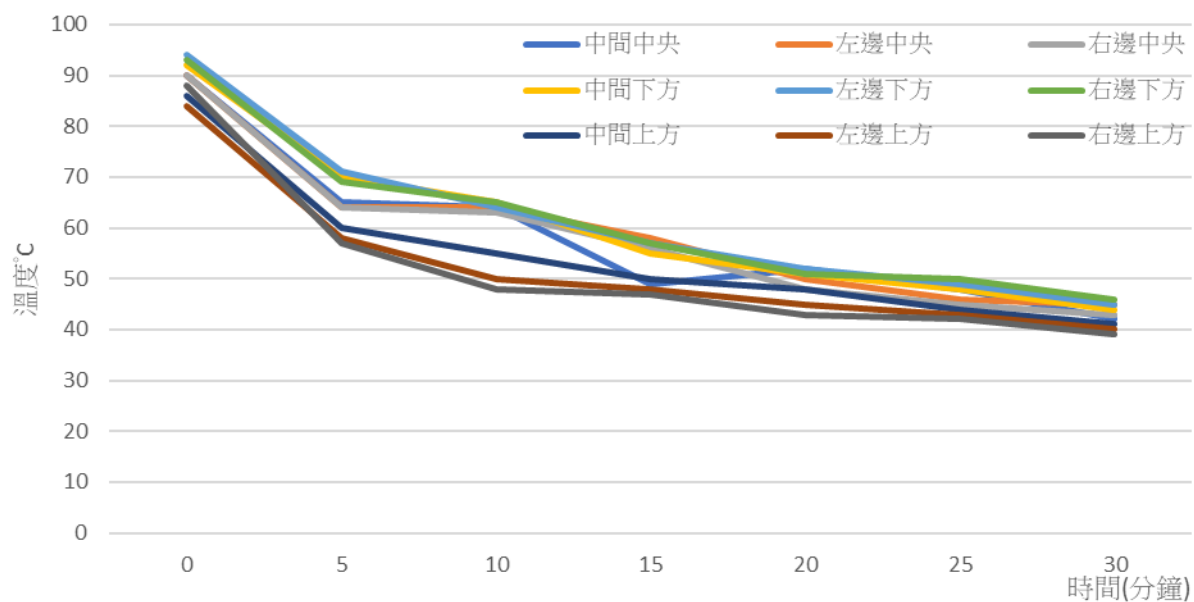


圖6-4-1 0.5克澱粉有保溫狀況下之不同時間各測點之降溫曲線



6-4-2 1克澱粉有保溫狀況下之不同時間各測點之降溫曲線

實驗發現與結果：以上結果發現在保溫的狀況下，低濃度澱粉液的右邊下方在 25 分鐘之前降溫較慢；而高濃度的澱粉液降溫趨勢較為一致，且發現燒杯下方降溫較慢。

實驗五：不同濃度果凍溶液在未有保溫狀況下的降溫狀況

表 6-5-1 0.5 克洋菜粉在未保溫裝置下的降溫狀況紀錄表

位置 溫度 時間	測溫點 1	測溫點 2	測溫點 3	測溫點 4	測溫點 5	測溫點 6	測溫點 7	測溫點 8	測溫點 9
	中間中央	左邊中央	右邊中央	中間下方	左邊下方	右邊下方	中間上方	左邊上方	右邊上方
0	90	90	91	90	90	90	90	89	79
5	5	56	54	54	57	57	58	55	53
10	10	45	42	41	43	42	41	35	36
15	15	31	32	33	34	34	34	34	34
20	20	28	29	29	30	30	30	30	29
25	25	31	31	29	28	27	28	28	28
30	30	29	29	29	28	28	28	26	26

表 6-5-2 1 克洋菜粉在未保溫裝置下的降溫狀況紀錄表

位置 溫度 時間	測溫點 1	測溫點 2	測溫點 3	測溫點 4	測溫點 5	測溫點 6	測溫點 7	測溫點 8	測溫點 9
	中間中央	左邊中央	右邊中央	中間下方	左邊下方	右邊下方	中間上方	左邊上方	右邊上方
0	90	92	91	91	90	92	87	84	88
5	70	70	69	74	70	74	68	63	63
10	54	54	54	55	54	54	51	50	50
15	45	44	44	48	49	49	43	42	42
20	41	42	42	43	44	44	40	39	39
25	33	36	35	37	37	37	34	34	34
30	35	34	34	35	35	35	34	33	33

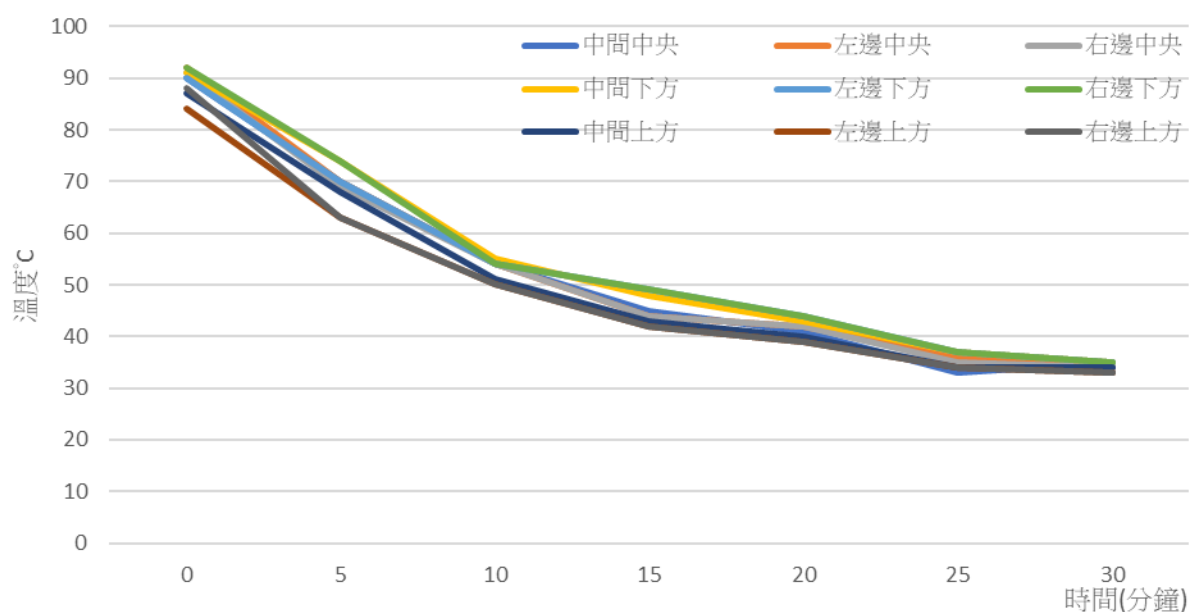


圖6-5-1 0.5克洋菜在未保溫狀況下之不同時間各測點之降溫曲線

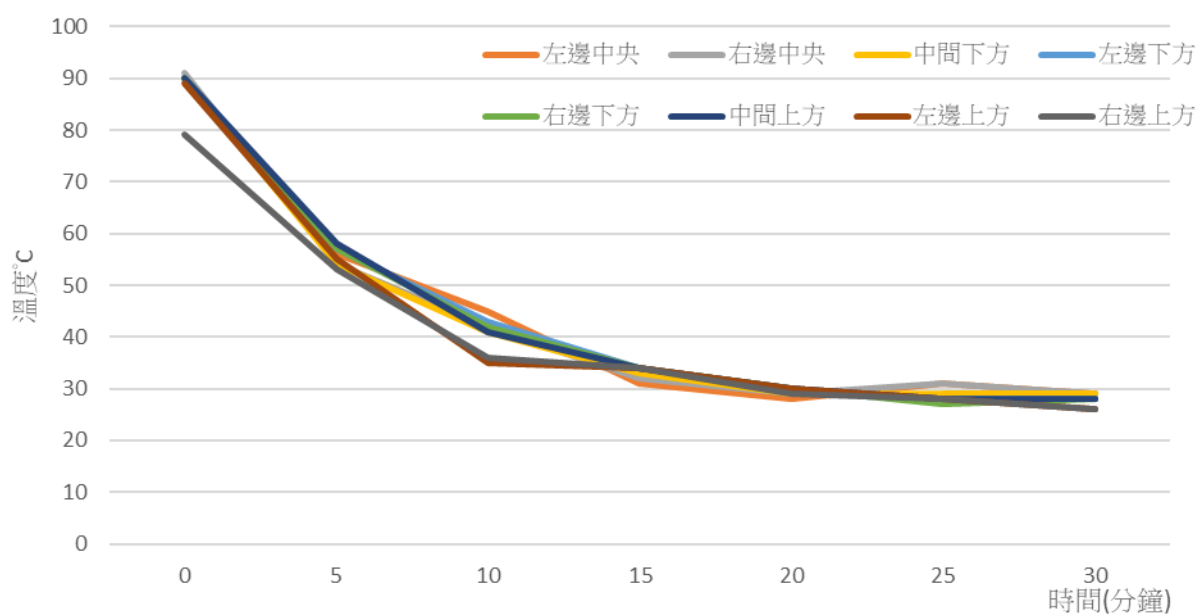


圖6-5-2 1克洋菜在未保溫狀況下之不同時間各測點之降溫曲線

實驗結果：不同濃度的洋菜溶液在未保溫的狀況下氣降溫趨勢大致相同，為高濃度的洋菜溶液在未保溫狀況下 30 分鐘降溫結果達到 30 度左右，低於低濃度的洋菜溶液。

實驗六：不同濃度果凍溶液在有保溫狀況下的降溫狀況

表 6-6-1 0.5 克洋菜粉在有保溫裝置下的降溫狀況紀錄表

位置 溫度 時間	測溫點 1	測溫點 2	測溫點 3	測溫點 4	測溫點 5	測溫點 6	測溫點 7	測溫點 8	測溫點 9
	中間中央	左邊中央	右邊中央	中間下方	左邊下方	右邊下方	中間上方	左邊上方	右邊上方
0	90	80	80	78	77	77	73	68	69
5	60	57	57	58	58	58	57	57	57
10	49	49	49	50	50	50	48	48	48
15	45	45	45	45	45	45	44	44	44
20	42	42	42	42	42	42	42	42	42
25	39	39	39	39	39	38	38	38	38
30	36	36	36	36	36	36	35	35	34

表 6-6-2 1 克洋菜粉在有保溫裝置下的降溫狀況紀錄表

位置 溫度 時間	測溫點 1	測溫點 2	測溫點 3	測溫點 4	測溫點 5	測溫點 6	測溫點 7	測溫點 8	測溫點 9
	中間中央	左邊中央	右邊中央	中間下方	左邊下方	右邊下方	中間上方	左邊上方	右邊上方
0	90	87	86	87	85	85	84	83	82
5	66	65	64	64	65	65	63	62	62
10	55	54	54	53	54	54	53	52	52
15	47	46	46	47	46	46	46	45	45
20	41	40	40	41	41	41	40	39	38
25	37	36	36	35	36	37	37	36	35
30	36	35	34	34	35	35	35	34	34

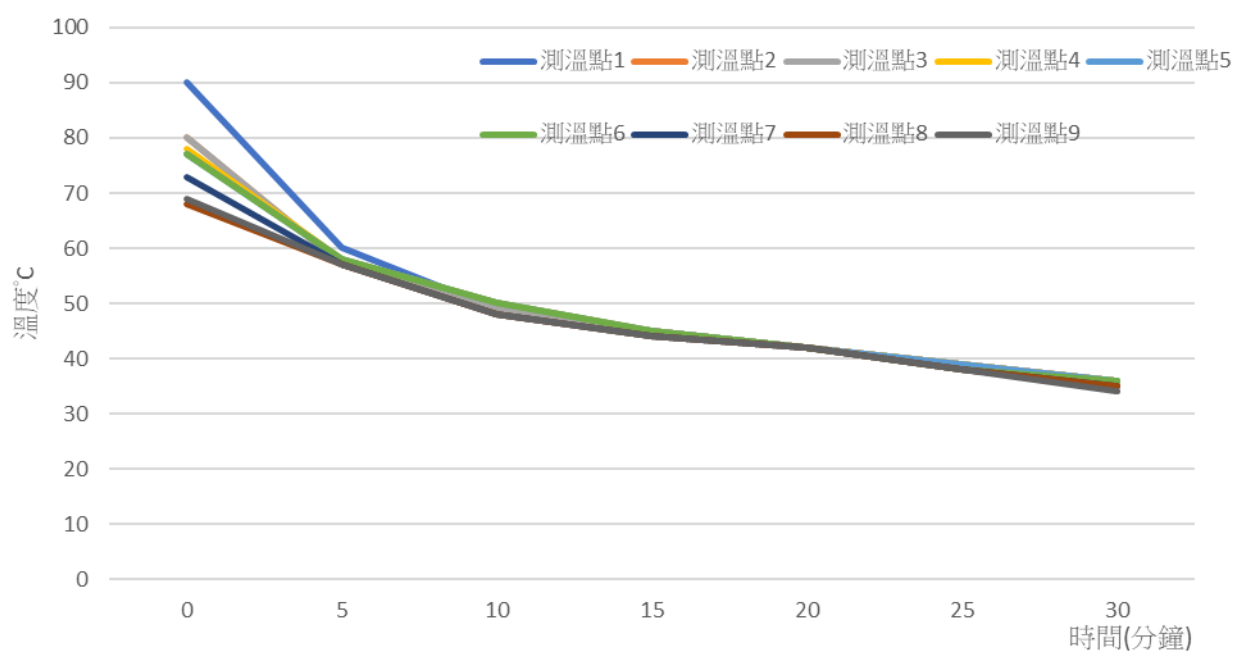


圖6-6-1 0.5克洋菜在有保溫狀況下之不同時間各測點之降溫曲線

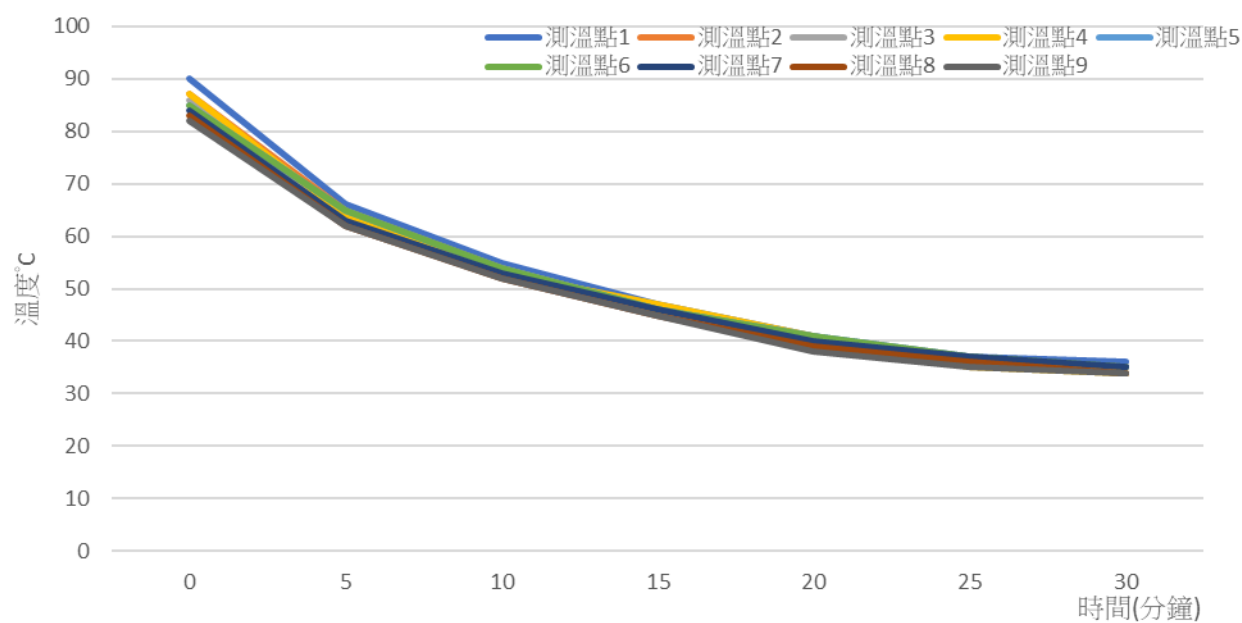


圖6-6-2 1克洋菜在有保溫狀況下之不同時間各測點之降溫曲線

研究結果：低濃度的洋菜溶液在有保溫的狀況下，前五分鐘內各測點的降溫較為不同，但是五分鐘之後趨於一致；高濃度的洋菜溶液在各測點在降溫趨勢上較為一致。

柒、綜合討論

一、水在未保溫與有保溫的環境下，其降溫狀況是否與密度有關？

(一) 根據我們查閱到的資料，不同溫度的水其密度不同，我們水的實驗溫度約在 90°C~25°C 之間，於是我們選擇查閱這段區間的水密度變化，繪製成下表與下圖所示：

表 7-1-1 一大氣壓下水的溫度與密度表

溫度(°C)	密度(kg/m ³)
100	958.4
80	971.8
60	983.2
40	992.2
30	995.6502
25	997.0479
22	997.7735
20	998.2071

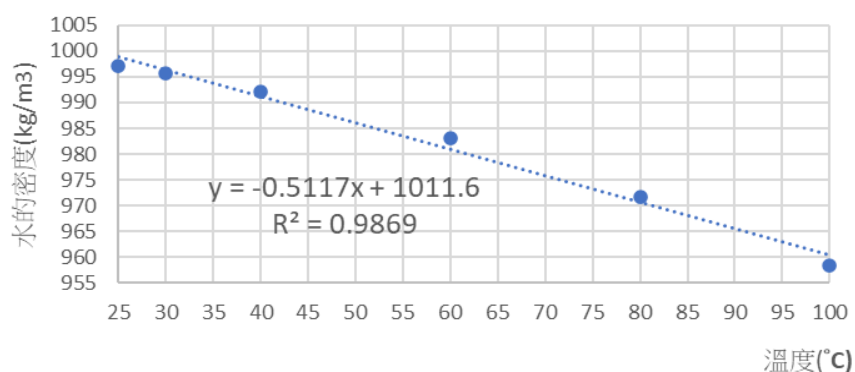


表7-1-1 水的密度與溫度關係(100-25°C)

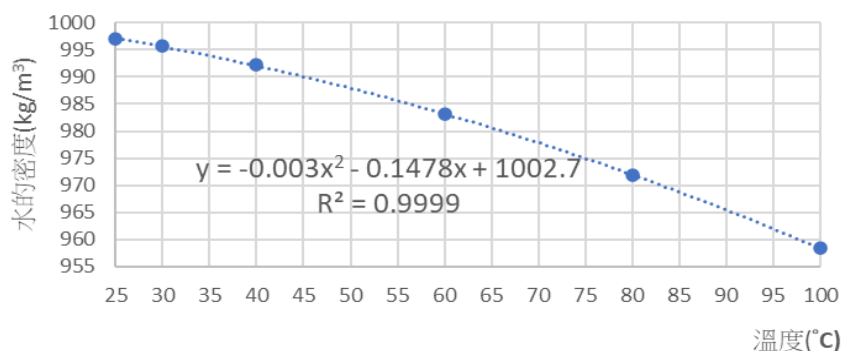


表7-1-2 水的密度與溫度關係(100-25°C)

- (二) 以上水的密度與溫度的關係我們做了圖 7-1-1 線性關係分析，其溫度與密度關係的決定係數為.9869；圖 7-1-2 二次函數關係，其溫度與密度關係的決定係數為.9999。所以我們以二次函數關係來計算水在保溫與未保溫的狀況下，其三十分鐘內的密度變化。
- (三) 接下來我們進行未保溫狀況下在各測驗點的溫度標示如下圖，黃色區塊顯示測量當時的溫度較高區域，可發現中央與下方的溫度皆較上方為高。

溫度°C

0 分鐘

82.00	82.00	82.33
87.67	90.00	88.00
90.00	90.00	90.00

15 分鐘

38.33	39.00	38.33
39.67	39.33	39.67
41.00	40.67	40.67

5 分鐘

82.00	32.00	32.00
33.67	33.33	33.33
33.67	33.33	33.33

20 分鐘

34.67	34.67	34.33
35.00	35.00	35.00
35.33	35.00	35.33

10 分鐘

45.00	39.00	44.67
46.33	46.33	46.00
47.67	48.00	47.67

25 分鐘

30.00	32.00	30.00
33.67	33.33	33.33
33.67	33.33	33.33

30 分鐘

30.00	30.00	30.00
30.67	30.67	30.67
31.00	31.00	31.00

圖 7-1-3 水在各測量點與不同測量時間的溫度紀錄

- (四) 我們依照上述的溫度記錄，換算成為水的密度，其結果如下圖 7-1-4 所示：

0 分鐘

988.1204	988.1204	988.0611
987.1129	986.698	987.0536
986.698	986.698	986.698

15 分鐘

995.8843	995.7658	995.8843
995.6473	995.7065	995.6473
995.4102	995.4695	995.4695

5 分鐘

991.7357 991.7357 991.9727
991.3801 991.3801 991.4986
991.0837 991.0245 991.143

20 分鐘

996.5363 996.5363 996.5955
996.477 996.477 996.477
996.4177 996.477 996.4177

10 分鐘

994.699 994.5805 994.7583
994.4619 994.4619 994.5212
994.2249 994.1656 994.2249

25 分鐘

997.0104 997.0104 997.0104
996.7135 996.7739 996.7733
996.7135 996.7739 996.7733

30 分鐘

997.366 997.366 997.366
997.2469 997.2469 997.2469
997.1882 997.1882 997.1882

圖 7-1-4 水在各測量點與不同測量時間的密度紀錄

上圖各測驗時間的溫度測量換成密度，各圖中的綠色區塊皆為密度較高的區域，都集中在上方區段。

(五) 為了讓我們的分析更具焦，我們僅選擇測驗點中間上方、中央、下方在三十分鐘內的密度變化，藉此分析水的流動狀況：

表 7-1-2 水在未保溫的狀況下其時間對應密度變化表

時間(分)		0	5	10	15	20	25	30
密度 (kg/m ³)	中間 上方	988.1204	991.7357	994.5805	995.7658	996.5363	997.0104	997.366
	中間 中央	986.70	991.3801	994.4619	995.7065	996.477	996.7739	997.2469
	中間 下方	986.698	991.0245	994.1656	995.4695	996.477	996.7739	997.1882

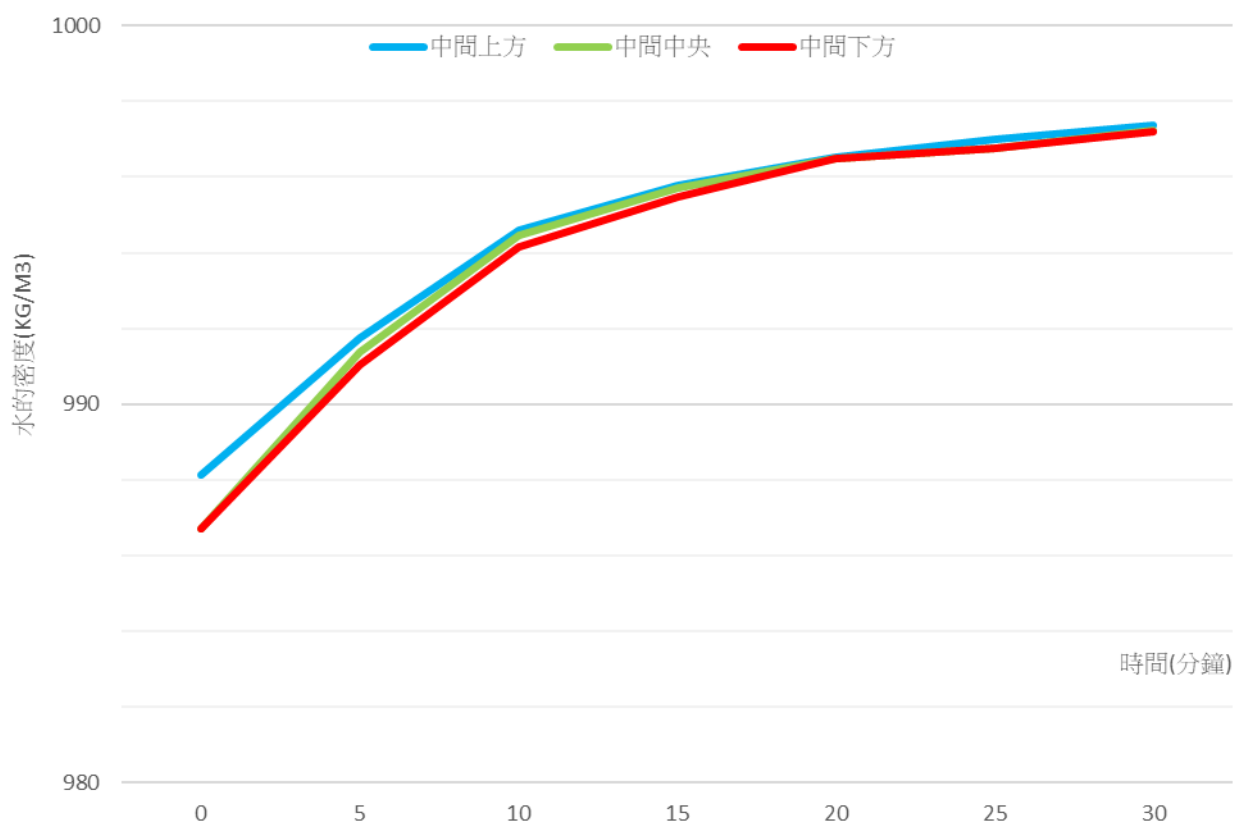


圖7-1-5 水在未保溫狀況下，中間上方、中央、下方之密度變化圖

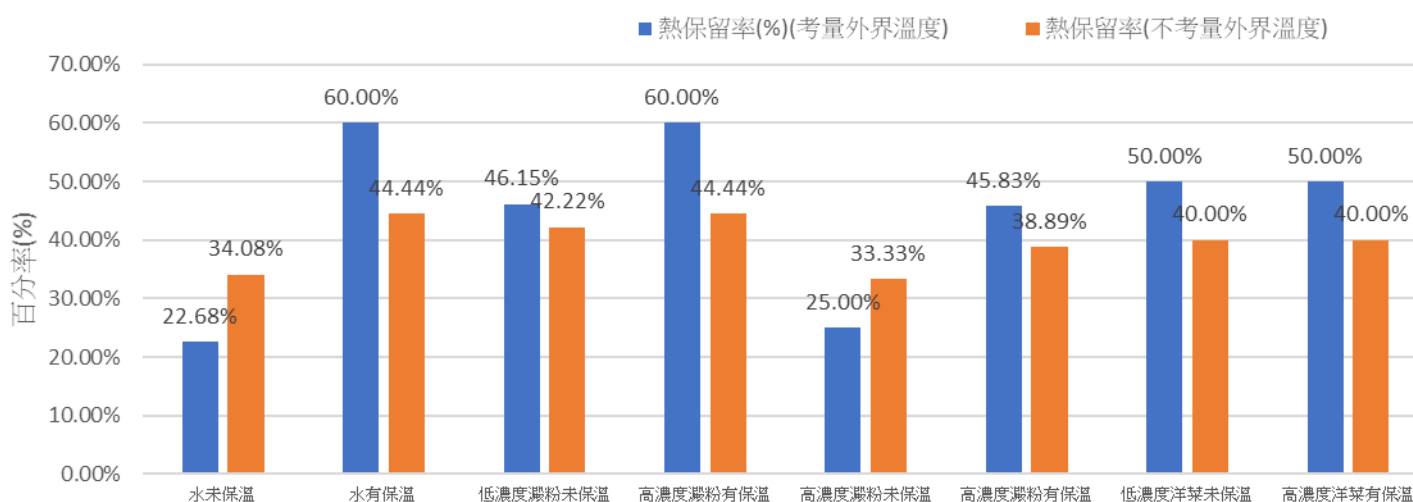
- (六) 從上述分析中，各時間點的中間上、中、下測點所測得的溫度換成成為水的密度，發現上方的密度皆最高，根據密度較大的水會下沉到底部，則在未保溫狀況下，上方接觸空氣的水面降溫皆最快→密度最大，可能都沉降到中下層。
- (七) 目前我們還在分析保溫狀況下的熱流和密度流動，請待正式海報報告，感謝評審。

二、各實驗在三十分鐘內的熱保留效率比較

此段分析我們將各不同處置的溶液中間中央位置的起始溫度，與經過 30 分鐘的後的溫度整理出來，根據(初溫減去末溫)/初溫，換成百分比做為熱保留率比較，如下表所示：

表 7-2-1 不同溶液在不同狀況下其時間熱保留效果

處置 溫度	水 未保溫	水 有保溫	低濃度 澱粉 未保溫	低濃度 澱粉 有保溫	高濃度 澱粉 未保溫	高濃度 澱粉 有保溫	低濃度 洋菜 未保溫	高濃度 洋菜 有保溫
起始溫度(中間中央位置)	90	90	90	90	90	90	90	90
30 分鐘後溫度(中間中央位置)	30.67	40	38	40	30	35	36	36
熱散失效率(%) (考量外界溫度)	65.92%	55.56%	57.78%	55.56%	66.67%	61.11%	60.00%	60.00%
熱保留率(不考量外界溫度)	34.08%	44.44%	42.22%	44.44%	33.33%	38.89%	40.00%	40.00%
測量時外界溫度	25	25	26	25	24	24	24	24
熱保留率(%) (考量外界溫度)	22.68%	60.00%	46.15%	60.00%	25.00%	45.83%	50.00%	50.00%



若以水未保溫的狀態下做為熱保留率的對照，則除了高濃度澱粉液未保溫下的熱保留率效果與水未保溫的熱保留率效果相當，其他組別都優於水在未保溫狀況下的熱保留率。未來可當作研發保溫劑的參考。

捌、研究結論

- 一、各處理的水、膠狀溶液在保溫的狀況下降溫效果皆比未保溫的效果來得好。
- 二、在未保溫的狀況下，低濃度的澱粉液、低濃度的洋菜膠相較於水的降溫狀況來得緩慢，其熱保留率優於水在保溫與未保溫狀況。
- 三、水和其他膠體溶液在監測的九個測溫點，呈現中間和下方的溫度較高，上方的溫度較低。推測可能上方與空氣直接接觸，會提高降溫的速率。
- 四、若以水進行分析，目前僅分析到水未保溫的狀況下，將各區域的溫度換算成為水的密度，發現上方的密度較高，而下方的密度較低。若根據密度的定義，上方較冷的水會下降到下方區域，形成密度流。
- 五、未來在考慮發展保溫劑的時候，可以考量低濃度的澱粉液和低濃度的洋菜膠，其熱保留率皆較水在有保溫、未保溫的狀況下好。

玖、研究心得與未來研究方向

這次的研究我們發現了許多與一開始想像和估測不同的實驗結論，例如有些為保溫的實驗結果比保溫好，還有就是在實驗時也發現因為澱粉顆粒大小不同的問題導致在加熱時發生了大大小小的氣泡，意外翻到的實驗品有一次是因為氣泡爆破時所產生的震動加上不知原因所感到驚慌，在這樣的狀況下我們的實驗品就翻倒了，經過了那一次的失敗使我在接下來進行接下來的實驗時有了一定的心理準備去面對氣泡破裂，也想出了方法進行改善，果不其然接下來的實驗就順利許多，在做保溫裝置的時候我們發現了一個問題，量溫度時溫度會上下起伏，導致我們在等溫度固定時時間不知不覺的流逝了許多，後來我們想到了一個改善的方法，我們拿了熱像儀，他可以直接的擷取當時的溫度，不只快了很多，也讓我們的實驗數據變得更可靠準確。

壹拾、參考文獻

- 水的溫度與密度數據，<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E5%AF%86%E5%BA%A6>。
能量會躲貓貓---蓄熱多就是比熱大，中華民國第四十八屆中小學科學展覽會國中組理化科。
<https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-1/48/high/031634.pdf>。
- [微波觀點關鍵詞：微波、熱敏電阻，https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-1/42/pdf/d/2/030205.pdf](https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-1/42/pdf/d/2/030205.pdf)。
- 『泡膜』雲起『膜』登寶『澱』—澱粉起泡、成膜性質的探討及應用，
<https://www.ntsec.edu.tw/science/detail.aspx?a=21&cat=12032&sid=12057&print=1>。
- 利用熱傳導測量比熱和熔化熱，
<https://www.ntsec.edu.tw/science/detail.aspx?a=21&cat=45&sid=3557&print=1>。