

【2022 全國科學探究競賽-這樣教我就懂】

國中組 成果報告表單

題目名稱：讓冰溫暖你

一、摘要：

傳統暖暖包不但不環保且有危險性，所以我們研究可以重複使用的醋酸鈉暖暖包，為了找到溫度最高、放熱穩定的暖暖包，我們設計了兩組實驗，分別測量不同濃度(40% 45% 50% 55%)與質量(50g 25g)的醋酸鈉溶液的溫度變化，並與市售比較，最後統整數據得知濃度越高、溫度越高，且質量不是影響放熱溫度的主因。

二、探究題目與動機

在冬天的校園，幾乎每人都拿著暖暖包，但鐵粉暖暖包既不環保，而且會讓手很乾燥，對於使用也有一定的危險性。於是我們找到可以重複使用的醋酸鈉暖暖包，結晶過程也是漂亮又有趣，但缺點就是發熱時間短、加熱要很久。

三、探究目的與假設

目的：透過測試不同質量、濃度的暖暖包（過飽和醋酸鈉溶液），找到發熱時間、溫度最適合的濃度或質量。

假設：1. 濃度愈高，溫度愈高

2. 到達一定濃度後，放熱曲線會不再改變，

3. 質量和溫度變化量呈正相關

四、探究方法與驗證步驟

(1) 實驗設計

1. 探討不同濃度醋酸鈉溶液的放熱情形

【控制變因】溶液質量 50g

【操縱變因】不同濃度：40%、45%、50%、55%、市售

【應變變因】不同時刻的溫度

2. 不同質量醋酸鈉溶液的放熱曲線

【控制變因】依序測試不同濃度：40%、45%、50%、55%、市售

【操縱變因】溶液質量：25g、50g

【應變變因】不同時刻的溫度

(2) 實驗步驟

1. 探討不同濃度醋酸鈉溶液的放熱情形

- (1) 配製 40%醋酸鈉過飽和溶液 50g
- (2) 記錄初溫
- (3) 使鐵片在燒杯中彈開，開始結晶並放熱
- (4) 每隔 5 秒紀錄溫度一次至 30 秒，接著每 30 秒一次至 180 秒，最後每 3 分鐘一次，記錄至溫度不再明顯變化
- (5) 配製 45%醋酸鈉過飽和溶液 50g，重複步驟(2)~(4)
- (6) 配製 50%醋酸鈉過飽和溶液 50g，重複步驟(2)~(4)
- (7) 配製 55%醋酸鈉過飽和溶液 50g，重複步驟(2)~(4)

2. 探討不同質量醋酸鈉溶液的放熱情形

- (1) 配製 40%醋酸鈉過飽和溶液 25g
- (2) 記錄初溫
- (3) 使鐵片在燒杯中彈開，開始結晶並放熱
- (4) 每隔 5 秒紀錄溫度一次至 30 秒，接著每 30 秒一次至 180 秒，最後每 3 分鐘一次，記錄至溫度不再明顯變化
- (5) 配製 45%醋酸鈉過飽和溶液 25g，重複步驟(2)~(4)
- (6) 配製 50%醋酸鈉過飽和溶液 25g，重複步驟(2)~(4)
- (7) 配製 55%醋酸鈉過飽和溶液 25g，重複步驟(2)~(4)

(3) 藥品配製

醋酸鈉化學式： $CH_3COONa \cdot 3H_2O$ ，其分子量為 136.08。以下說明計算實驗所需藥品質量，以及配製方法。

1. 計算實驗所需藥品質量

欲配製 40% 醋酸鈉溶液 50g，需秤量 33g 的 $CH_3COONa \cdot 3H_2O$ 固體。

計算：

假設需秤量 $x_{(g)}$ 的 $CH_3COONa \cdot 3H_2O$ 固體

$$\frac{x \cdot \frac{82.08}{136.08}}{50} = 40\%$$

$$x = 33_g$$

不同濃度所需的 $CH_3COONa \cdot 3H_2O$ 固體質量：(均配製 50g)

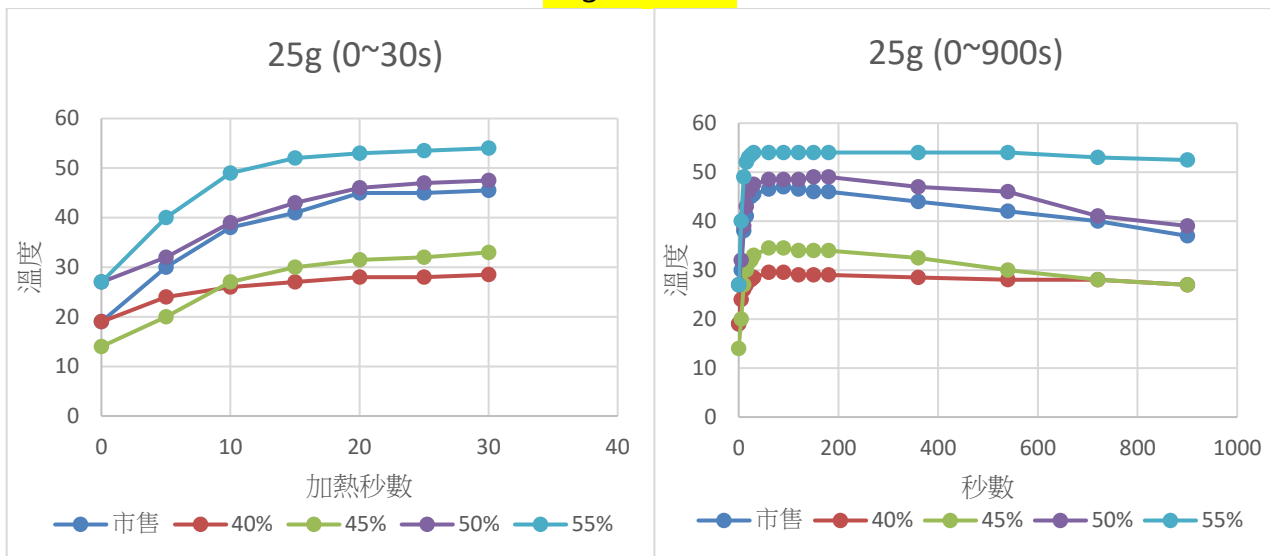
40%	33g 固體+17g 水	45%	37g 固體+17g 水
50%	42g 固體+8g 水	55%	46g 固體+4g 水

2. 配製方法

將溶液放置於加熱板上加熱至全溶，靜置冷卻至室溫，進行實驗。

五、結論與生活應用

25g 實驗結果



▲(圖一) 25g 不同濃度醋酸鈉溶液 0~30 秒 放熱曲線

▲(圖二) 25g 不同濃度醋酸鈉溶液 0~900 秒 放熱曲線

由(圖一、二)可知:

觸發後 30 秒為放熱最明顯的時段。

溫度最高的時段通常在 30~60 秒，之後呈下降趨勢。

濃度愈高，溫度愈高，且維持較久。

市售的放熱溫度較低，大致在 20~45 度之間，且與 50% 接近，可推測市售濃度約 50%。

測量時的室溫也會影響放熱溫度。

▼(圖三)25g 不同濃度醋酸鈉溶液 0~900 秒 放熱數據

秒數	市售	40%	45%	50%	55%
0	19	19	14	27	27
5	30	24	20	32	40
10	38	26	27	39	49
15	41	27	30	43	52
20	45	28	31.5	46	53
25	45	28	32	47	53.5
30	45.5	28.5	33	47.5	54
60	46.5	29.5	34.5	48.5	54
90	47	29.5	34.5	48.5	54
120	46.5	29	34	48.5	54
150	46	29	34	49	54

由(圖三)可知:

40%的溫度最低、放熱最少。

55%到達最高點 54 度後溫度維持不變至 720 秒，放熱溫度最高、最穩定。

180	46	29	34	49	54
360	44	28.5	32.5	47	54
540	42	28	30	46	54
720	40	28	28	41	53
900	37	27	27	39	52.5

▼(圖四)25g 不同濃度醋酸鈉溶液 數據分析

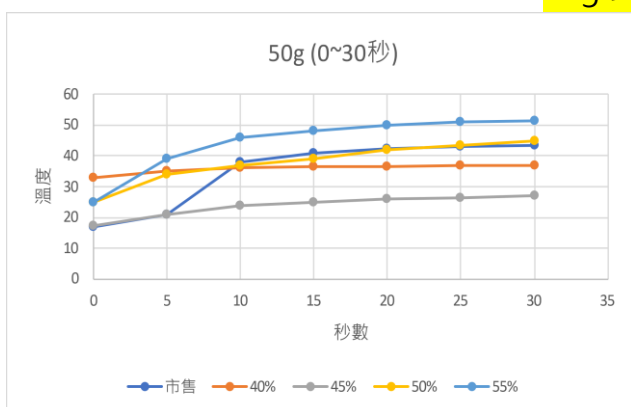
不同濃度	初溫	最高溫	時間	溫度差	溫變速率
市售	19	47	90	28	0.31
40%	19	29.5	60	10.5	0.18
45%	14	34.5	60	20.5	0.34
50%	27	48.5	60	21.5	0.36
55%	27	54	30	27	0.90

由(圖四)可知:

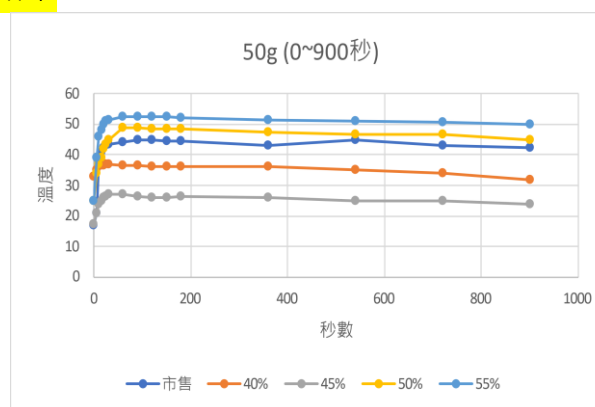
最高溫、溫度差、溫變速率皆隨著濃度變大而增加。

市售的最高溫和溫度差在45%與50%之間；溫變速率在40%與45%之間；達最高溫所需時間最久。

50g 實驗結果



▲(圖五)50g 不同濃度醋酸鈉溶液 0~30 秒 放熱曲線



▲(圖六)50 不同濃度醋酸鈉溶液 0~900 秒 放熱曲線

由(圖五、六)可知:

觸發後 30 秒為放熱最明顯的時段。

溫度最高的時段通常在 30~60 秒，之後呈下降趨勢。

濃度愈高，溫度愈高。

▼(圖七)50g 不同濃度醋酸鈉溶液 0~900 秒 放熱數據

50g	市售	40%	45%	50%	55%
0	17	33	17.5	25	25
5	21	35	21	34	39
10	38	36	24	37	46
15	41	36.5	25	39	48
20	42.5	36.5	26	42	50

由(圖七)可知:

初溫較高時，放熱溫度也會高一些。

市售的溫度接近中間。

25	43	37	26.5	43.5	51
30	43.5	37	27	45	51.5
60	44	36.5	27	49	52.5
90	45	36.5	26.5	49	52.5
120	45	36	26	48.5	52.5
150	44.5	36	26	48.5	52.5
180	44.5	36	26.5	48.5	52
360	43	36	26	47.5	51.5
540	45	35	25	46.5	51
720	43	34	25	46.5	50.5
900	42.5	32	24	45	50

▼(圖八)50g 不同濃度醋酸鈉溶液 數據分析

50g	初溫	最高溫	時間	溫度差	溫變速率
市售	17	45	90	28	0.31
40%	33	37	25	4	0.16
45%	17.5	27	30	9.5	0.32
50%	25	49	60	24	0.40
55%	25	52.5	60	27.5	0.46

由(圖八)可知:

最高溫、時間、溫度差、溫變速率接隨濃度變大而增加。

市售的溫度差及達到最高溫所需時間最多。

總結：

1. 質量並不是影響醋酸鈉溶液放熱情形的主因。
2. 濃度愈高，溫度愈高。
3. 市售暖暖包的最高溫並非最高的，但溫度差最大。
4. 55%的溫度是最高的，但在考慮材料及成本的情況下，50%最合適。

生活應用：

1. 55%的暖暖包溫度最高，而且放熱穩定。
2. 我們買到的市售暖暖包容量為 250ml，但質量並不會對放熱效果有太大影響，所以可以不用這麼多。

參考資料

<https://case.ntu.edu.tw/magichem/blog/?p=965>

<https://highscope.ch.ntu.edu.tw/wordpress/?p=54196>