

2025年【科學探究競賽-這樣教我就懂】

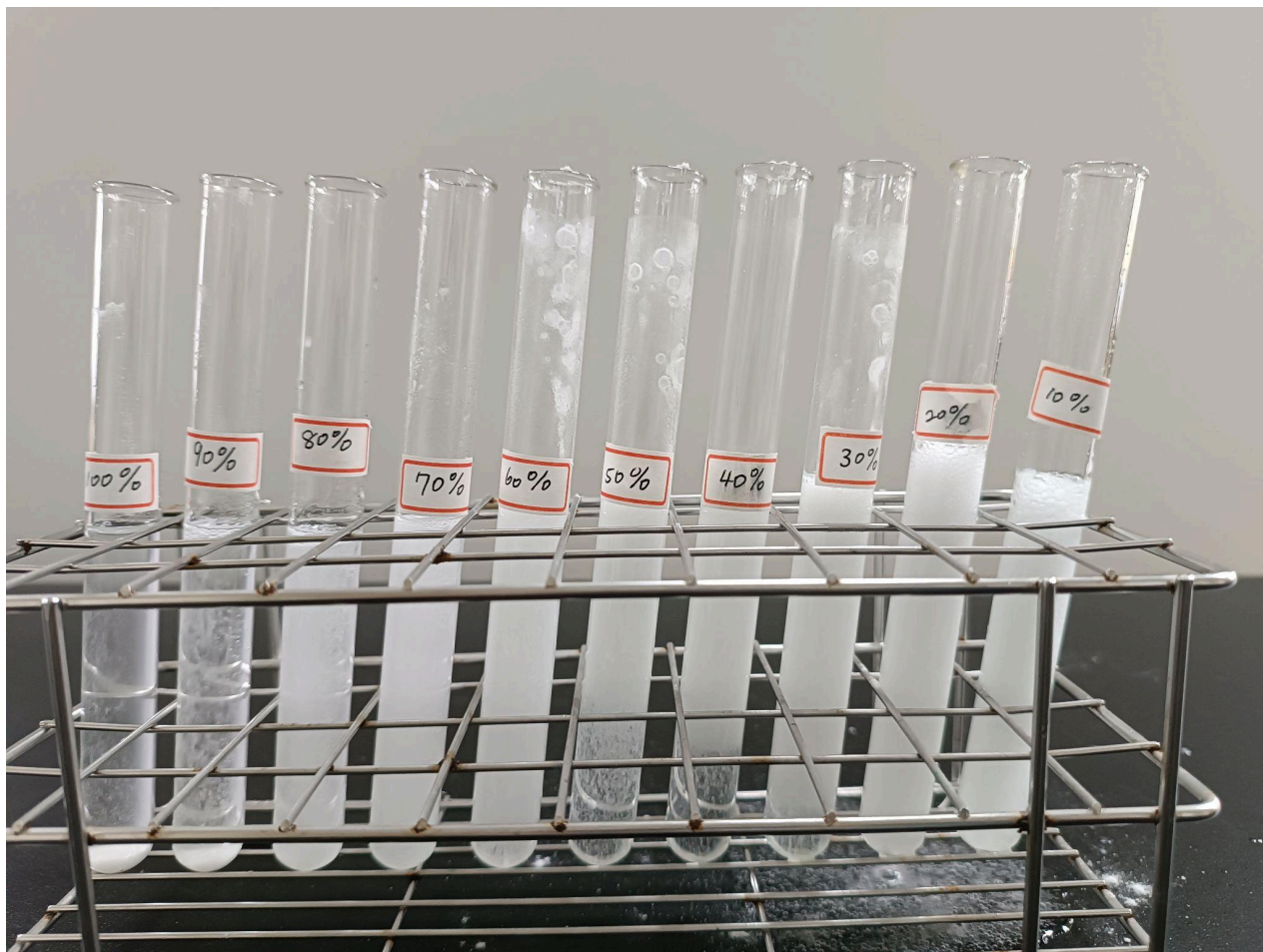
國中組 成果報告表單

| |
|--|
| 題目名稱：一「醋」即發——醋酸濃度與反應速率的關係探討與應用 |
| 一、摘要 |
| 相對於實驗室常用的鹽酸，我們選用安全性較高、且日常更容易取得的醋酸與小蘇打來產生二氧化碳。我們測試了不同濃度的醋酸與小蘇打反應，發現反應速率與醋酸濃度並不是正相關，相反的醋酸的濃度低時反應的速率較快，大約在醋酸濃度10%時反應速率最快。 |
| 二、探究題目與動機 |
| 國中課本上教我們用鹽酸加碳酸鈣可以製造二氧化碳。 然而鹽酸腐蝕性較強，在操作上有一定的危險性，所以我們就想找到比較安全又有效率的方法製作二氧化碳。 酸的部分，我們選用較為安全、且也很常見的的醋酸來代替鹽酸，但由於醋酸是弱酸，醋酸水溶液內的氫離子濃度較低。而且根據八下自然課本教的，將物質配成水溶液可以加快反應速率，因此為了加快整體的反應速率，我們選用可溶於水、且遇酸同樣會產生二氧化碳的小蘇打代替碳酸鈣。 |
| 三、探究目的與假設 |
| 目的：確認什麼濃度的醋酸與小蘇打粉反應，排出二氧化碳的速率會最快？ 基於課堂上學到「濃度越高，反應速率愈快」的概念，我們推測100%的醋酸與小蘇打反應的排氣速率會最快，隨著醋酸的濃度降低，二氧化碳的產生速率應該要逐漸變慢。 |

四、探究方法與驗證步驟

一、初步驗證

將冰醋酸分別稀釋為10%、20%、30%、40%、50%、60%、70%、80%、90%、100%，各取10ml 倒入試管裡，然後將0.5g的小蘇打粉加入其中，觀察各個試管之內的反應。



圖中的試管依醋酸濃度排列，最右邊是100%，最左邊是10%。

從這個初步的實驗中我們有以下幾個發現：

1. 90%、100%的醋酸幾乎沒有冒泡，且試管底下有小蘇打粉的沉澱。顯示小蘇打不易溶於純醋酸。
2. 10%、20%的試管的產氣速率極快，泡沫甚至溢出試管。
3. 70%、80%的混濁應該是還沒溶解的小蘇打，顯示高濃度的醋酸當中，小蘇打的融解速度較慢。
4. 整體而言，醋酸濃度越高，反應速率反而越慢。

基於此發現，我們決定進一步測試醋酸濃度50%以下的反應速率。

二、產氣速率測試

利用排水集氣法收集二氧化碳，並記錄每產生200ml二氧化碳所需要的時間。

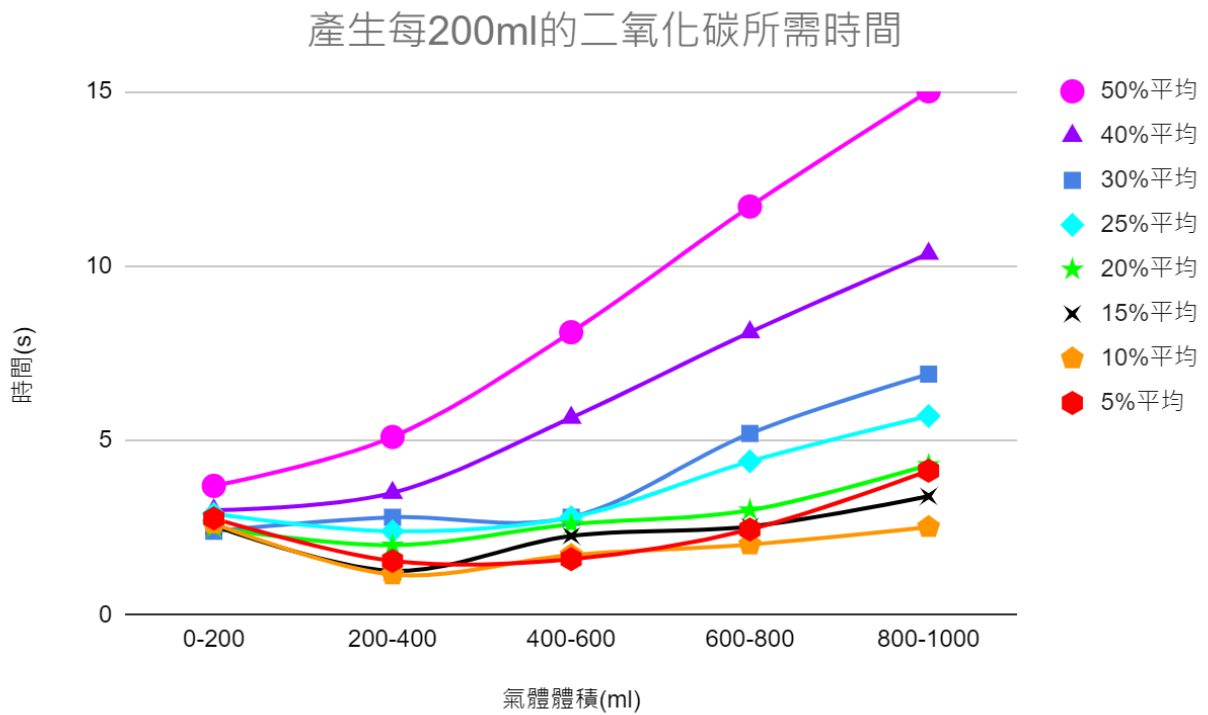
實驗步驟：

1. 配製5%、10%、15%、20%、25%、30%、40%、50%的醋酸水溶液，各100ml。
2. 將水缸裝入大量的水，然後將1000ml的燒杯倒放入水中，並且去除燒杯中的氣泡
3. 秤量10g小蘇打粉放入吸濾瓶，然後用橡皮塞塞住吸濾瓶，再插入薊頭漏斗
4. 用四個橡皮塞撐起倒放的燒杯（讓二氧化碳順利地從橡皮管排到燒杯內），然後將橡皮管的一端接上吸濾瓶，再將另一端放入倒置的燒杯中。
5. 將稀釋後的醋酸倒入吸濾瓶，然後觀察水面高度並紀錄每產生200ml的氣體所需時間，直到氣體裝滿。
6. 重複步驟2~5，每個濃度做三次實驗，取平均值。

(照片:排水集氣裝置)

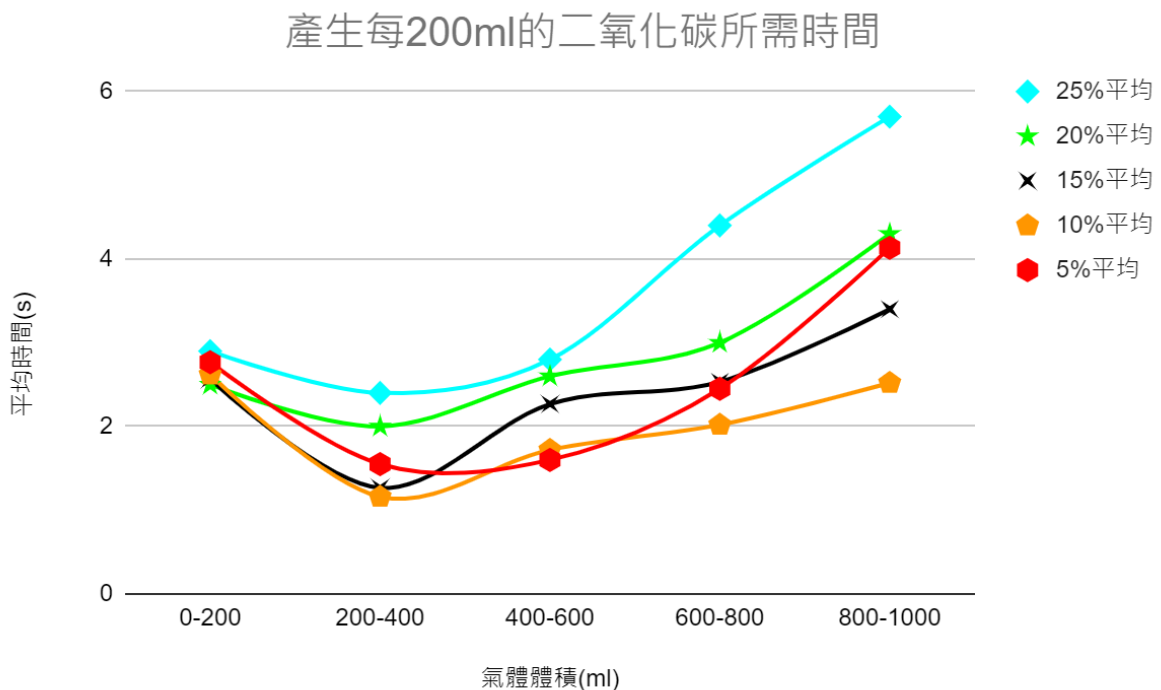


三、實驗結果



從實驗結果中我們可以觀察到:醋酸濃度為10%時產氣速度最快, 50%時產氣速度最慢。除了5%以外, 醋酸濃度越高, 產氣速率越慢。另外從趨勢上來看, 50%~30%的產氣的速度有隨時變慢的趨勢, 且產氣所需的時間差距越來越大。

但上表無法看出25%以下的明顯差距, 所以我們聚集在濃度在25%以下的產氣速率。



從圖中我們觀察到幾個現象：

1. 最前面0~200ml階段的速率比較慢。
2. 5%、10%、15%、20%、25%產生200-400ml的氣體所需時間最短。
3. 5%產生600-1000ml所需時間跟10%、15%比較起來明顯較長。

四、討論

本實驗的化學反應式： $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{CH}_3\text{COONa} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

根據理想氣體公式計算，在攝氏20度的時候，一公升的二氧化碳相當於0.042莫耳。根據反應式來看，二氧化碳、醋酸、小蘇打的係數比為1:1:1。結合三者的分子量可以計算出，每產生一公升的二氧化碳需要約2.5公克的醋酸(密度為1.049)和3.5公克的小蘇打。

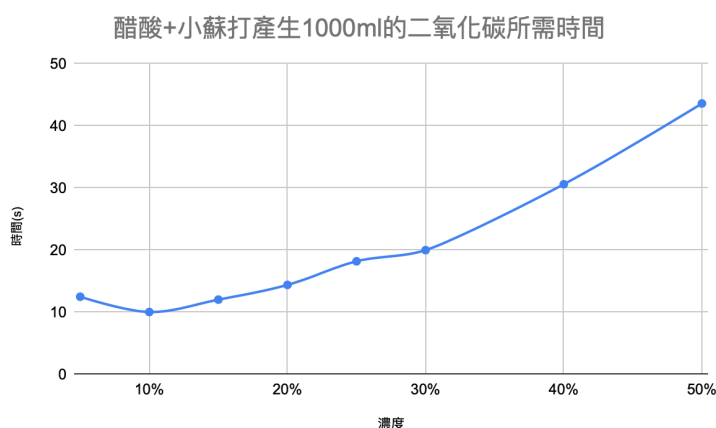
我們發現醋酸濃度越高反應速度越慢(大於等於10%)，我們推測這是因為小蘇打要跟醋酸反應需要小蘇打溶於水，才可以跟醋酸反應。因此如果水的比率較高時，小蘇打溶於水的速度會更快，因此產氣效率最高。

但實驗結果也顯示5%的醋酸產生600-1000ml所需時間跟10%、15%比較起來明顯較長，是因為原本醋酸就少，隨著反應消耗掉之後，醋酸濃度下降幅度的較為明顯，因此產氣速率會快速下降。

至於產氣速度隨時間變化的趨勢，因為隨著醋酸和小蘇打被反應掉，兩者的濃度都減少了，導致產氣速率逐漸下降。至於在實驗開始階段(0~200ml)產氣速度不是最快的原因，我們推測是因為一開始小蘇打還沒完全溶解，產生氣體的效率不高。

五、結論與生活應用

透過這些實驗，我們發現10%的醋酸和小蘇打反應速率最快，而不是一開始假設的100%的醋酸最快，這讓我們得知不一定濃度越高反應速率越快。我們利用此發現，將10%醋酸與小蘇打應用於簡易滅火器，並成功撲滅酒精燈。簡易滅火器可以滅掉小型的火(兩個酒精燈)。



參考資料

陳奐宇、陳怡蓁、史家瑩、徐偉智、張育榕、郭彥廷(2020)。自然科學第三冊。台南市:南一書局