

# 2022年【全國科學探究競賽-這樣教我就懂】

## 高中(職)組 成果報告表單

題目名稱：酷冰俠-極速結凍

### 一、摘要：

我們組主要研究的主題是過冷現象(supercooling)，實際上去進行實驗，以證明過冷現象的過程。我們上網透過每段中較難理解或易出現迷思概念的詞彙加以解釋，使「過冷現象」的解釋更完整，讓學習者更容易一次就懂。

### 二、探究題目與動機

還記得有一次經過了某一家便利商店，裡面有一台從來沒看過的機器，外表看似是一般的飲料販賣機，但機檯上卻寫著大大的「急凍凝冰」四個字，這吸引了我的目光。基於好奇心，我到櫃檯買了一張感應卡並得到了一瓶冰冰得可樂，看起來與冰櫃的差不了多少，但在打開瓶蓋的瞬間，我感受到了可樂的瓶身逐漸變硬，原本的液態可樂竟然凝固成了冰塊！第一次看到這種現象的我，上網查詢並找到了過冷現象和它的實驗「過冷水」，這種日常中不見的現象，讓我想更深入的了解原理與生活中的應用。

### 三、探究目的與假設

我們一開始看到此現象時，我們假設是液體處於我們之前學到的過冷現象，使液體溫度低於當時壓力下的飽和溫度，然後在瞬間改變壓力同時改變了飽和溫度，讓液體來不及反應以致結冰。我們希望可以實際做出網路上過冷水的實驗來證明其可行性。

### 四、探究方法與驗證步驟

#### 1. 過冷水實驗：

我們平常在家就能自己實做過冷水的小實驗，材料有：

- 乾淨無雜質的蒸餾水
- 表面光滑無雜質的容器
- 冰箱

將蒸餾水倒進容器裡並確保無雜質在水中，將水放入冰箱的冷凍庫，可以將溫度計放在容器底下測量溫度，當觀察到溫度降至零下以後，且水還沒結冰時，就可輕輕的將水取出，輕敲容器外表，敲擊的地方就能看到有冰晶開始結晶，也可將水倒入盤子中，接觸盤子的水會結冰並使倒下的水沿著結冰的地方向上長出冰柱。

#### 2. 實驗變因：

- 操縱變因：冷凍時長
- 控制變因：液體毫升數、瓶內壓力、冷凍前初始溫度
- 應變變因：液體是否處於過冷現象

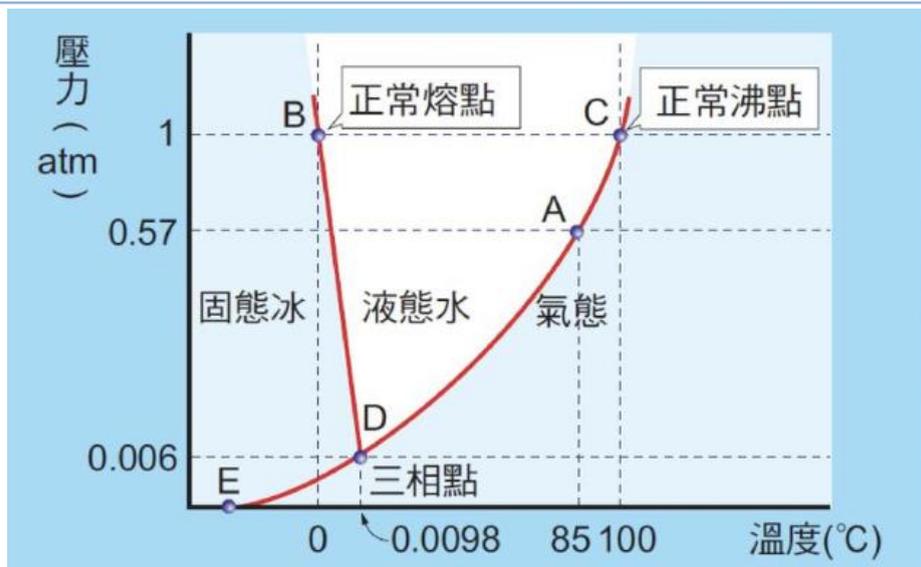


圖一:冷凍3小時後釋放瓶內壓力使其結冰(資料來源:學生自行製作並拍攝)

### 3. 過冷水:

過冷水顧名思義就是超越了水原本凝固點的液態水，白話一點就是原本水到達了該溫度或溫度以下後就該結冰而沒結冰的現象。眾所皆知，純水的凝固點在攝氏零度，但有人發現，當把純淨、無沉澱、無雜質的純蒸餾水裝在乾淨光滑的容器中，並把水降至大約攝氏零度以下左右，如果在無外力干涉且剛好很幸運的狀況下，就能獲得一杯還保持液態的水。這時只要稍微碰一下或有外力的刺激下，觸碰到的水面就會開始結冰。過冷水的原理就是因為在純淨無雜質的蒸餾水中缺乏「結晶核」，所以水分子就無法附著在結晶核上並形成冰晶，造成水還保持液體的狀態。

### 4. 成核:



圖二:水的三項圖(資料來源:網上擷取)

結晶核是溶液中一些雜質粒子, 在溶液達過飽合狀態時, 只要稍微受一些刺激, 溶液中多餘的溶質就會依附在結晶核上並長出結晶。在我們的生活中有許多成核的現象, 像是雲、霧、雨的形成, 就是水氣沿著凝結核並凝結成小水滴, 或是水的凝固和汽水杯壁內的小氣泡。液體在凝固時需要適當的結晶核, 結晶核就像是結晶時的一個中心點或起始點。

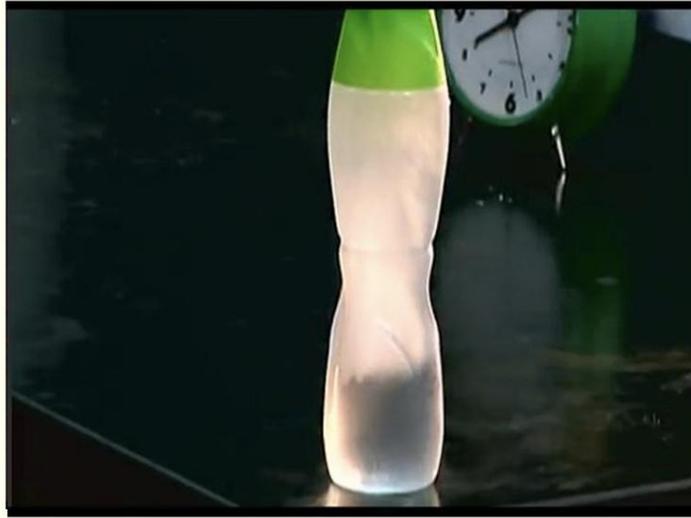
#### 5. 過飽和:

過飽和的定義就是在溶液當中的溶質量比在當下溫度和壓力中飽和溶液應有的溶質量還多。將高溫的溶液慢慢降溫可能可以得到過飽和溶液, 但還要看當時的溶液性質和溶質性質。

#### 6. 結晶:

結晶是指從過飽和溶液中凝結出的固體, 也就是多餘的溶質。可透過降低飽和溶液的溫度得到, 定壓下, 大部分的溶液溶解量與溫度成正比, 當溫度降低時, 液體溶解量下降, 原本的飽和溶液變成過飽和溶液, 就會將多出的溶質析出。

### 五、結論與生活應用



## 「過冷」是極不穩定的狀態，只要稍微一振動就會觸發整瓶水分子變為排列有序的固體狀態，這就是瞬間結冰

圖三:結晶的原因(資料來源:網上擷取)

液體在改變狀態的方法有很多種，每一種也都有各自可實用在我們生活的例子。這讓我感受到世界的奧妙，透過學習，我們能更進一步的了解世界，雖然可能一百年後的科學跟我們現在的想法不一樣，但都來自於我們的好奇心。整體來說，過冷水的現象在日常中很難看到，我們的自來水中都含有礦物質，礦物質在水中可擔任結晶核的角色，這就是為什麼日常的水看不到這種現象。

除了結晶核的關係，還有其他能讓液體不凝固或結晶的方法。前面提到的可樂結冰不能算是過冷的現象，因為可樂的結凍其實就是我們高中所學的，利用氣壓來改變液體冰點，灌入可樂中的高壓二氧化碳能讓可樂的冰點降至零度以下，當旋開瓶蓋後，外界與可樂瓶內的壓力達到平衡，使可樂的冰點又提高，但可樂本生的溫度已低於其冰點，理所當然地開始結凍。在一些歐美國家的冬天裡，氣溫常常低於攝氏零度以下，歐美人會灑鹽在路面上來加速融冰或避免結冰，鹽或雜質能使水的凝固點降低。因為在 $0^{\circ}\text{C}$ 的冰、水二相共存時，冰的質量能保持不變是因為冰熔化的同時也會有水結冰。但是由於有鹽的存在，一旦水從冰塊表面熔化，就會立刻與鹽混合，由於鹽水的凝固點低於 $0^{\circ}\text{C}$ ，因此它就不會結凍，也就是說可逆反應的平衡已經被加入的食鹽所破壞了。

參考資料

一、水溶液之過冷現象與凝固。取自

<https://www.shs.edu.tw/works/essay/2010/11/2010111419592824.pdf>

二、維基百科。結晶。取自

<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E7%BB%93%E6%99%B6>

三、維基百科。過冷。取自

<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E8%BF%87%E5%86%B7>

四、每日頭條。冰遇到鹽為什麼能融化?揭結冰路面撒鹽的原理。取自

<https://kknews.cc/society/z866zbq.html>

五、TVBS NEWS。-4度C凝冰 急凍神機讓可樂一秒結冰!。取自 <https://news.tvbs.com.tw/travel/75266>