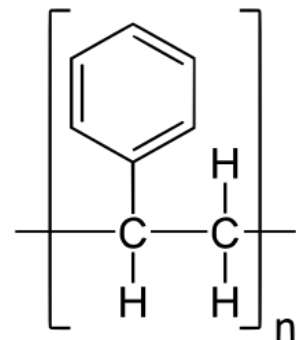


# 2023 年【科學探究競賽-這樣教我就懂】

## 普高組 成果報告表單

<b>題目名稱：</b> 溶解保麗龍大作戰
<b>一、摘要</b>
保麗龍是淨灘時的大魔王，體積龐大不易移除，切割時又容易產生碎屑，造成二次污染。本實驗嘗試用有機溶劑溶解保麗龍，觀察其體積的變化；並實地到海邊操作實驗，測試溶解的效果，評估淨灘時的可行性。
<b>二、探究題目與動機</b>
老師帶我們去淨灘的時候，常常發現海邊的廢棄物中，有許多的保麗龍。這些保麗龍大部分是漁業相關的廢棄物，因為體積較大，不容易移除，有的被打到岸上或卡在消波塊中間，破壞觀感，有的則在海面上漂浮，被海浪不斷拍打，又與礁石或消波塊摩擦而碎裂，產生更難處理的微塑膠。 我們曾在「海湧工作室」的網站上看到關於「屠龍計畫」的報導（註一），就想是不是我們也可以在學校附近的海邊做做溶解保麗龍的實驗，如果成果還不錯，也許未來淨灘的時候可以應用。 查閱前人的研究及相關報導（註二、註三、註四、註五），發現保麗龍可以被有機溶劑溶解。但我們需要知道，不同的有機溶劑，溶解保麗龍的效果各是如何。因此我們進行了以下實驗，先在實驗室中作測試，再將結果帶到海邊去實地溶解保麗龍樣品。
<b>三、探究目的與假設</b>
保麗龍的材質是聚苯乙烯( Polystyrene , PS )。聚苯乙烯是由石油提煉出來的一種塑膠原料，由碳和氫組成，化學式是 $(C_8H_8)_n$ (圖一)，它可以製成蛋盒、養樂多瓶、錄影帶匣等塑膠製品。 聚苯乙烯易被強酸強鹼腐蝕，可以被多種有機溶劑溶解，如丙酮、乙酸乙酯。不抗油脂，受到紫外光照射後易變色。質地硬而脆，無色透明，可以和多種染料混合產生不同的顏色。 保麗龍是由聚苯乙烯加入發泡劑，加熱所製成的一種較輕的材質，其中有 90% 至 95% 的體積是空氣，由德國的藥劑師 Simon 發明；德國有機化學家史托丁格發揚。因具有緩衝、絕緣、隔熱、隔音、防火、防震等功能，在日常生活及各行業中被廣泛使用（註二、註三、註四、註五）。
探究目的： 一、實驗室： (一) 觀察在不同有機溶劑中保麗龍的溶解反應 (二) 測試保麗龍溶於乙酸乙酯中，何時達到飽和



圖一:聚苯乙烯 $(C_8H_8)_n$

## 二、野外實作：

- (一) 實驗室的成果是否能順利在野外進行
- (二) 流程中是否有細節需要修正或改良

假設：

### 一、實驗室：

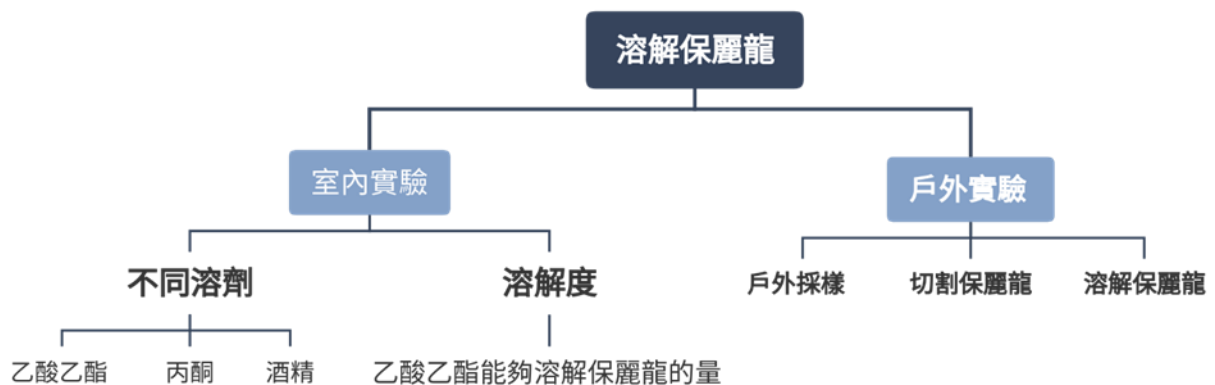
- (一) 三種溶劑都可以溶解保麗龍，但速率不同，乙酸乙酯>丙酮>酒精。
- (二) 乙酸乙酯達到飽和前所能溶解的保麗龍量最大。

### 二、野外實作

- (一) 實驗室的成果可以在野外順利進行，但要預備較大的容器和較多的有機溶劑
- (二) 需要大型的保麗龍切割器

## 四、探究方法與驗證步驟

探究方法：



驗證步驟：

### 一、實驗室

#### 實驗一

- (一) 器材藥品：

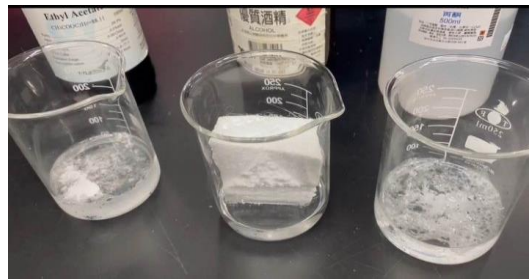
保麗龍切割器\*1，250ml 燒杯\*3，50ml 量筒\*3，保麗龍塊若干，乙酸乙酯、丙酮、酒精各 50ml。

- (二) 實驗步驟：

1. 將保麗龍切割成 5cm\*3cm\*3cm 的小方塊。
2. 在三個 250ml 的燒杯中分別倒入 50ml 的乙酸乙酯、丙酮和酒精。
3. 將切割後的保麗龍塊分別放入三個燒杯內，觀察它的反應。

- (三) 實驗結果：

1. 丙酮與乙酸乙酯能夠將保麗龍塊溶解，而酒精則無任何反應（圖二）。
2. 在放丙酮的燒杯中，出現白色塊狀殘留物，而乙酸乙酯的燒杯內則浮著一層白沫，這些結果都與查閱的參考資料（註一）相符



圖二 三種有機溶劑溶解的結果。  
左為乙酸乙酯，中為酒精，右為丙酮

## 實驗二

本實驗中飽和的定義為：溶液變得濃稠，溶解速率逐漸變慢，雖經攪拌，幾乎不再溶解。

### （一）器材藥品:

乙酸乙酯 35ml，50ml 量筒\*1，250ml 量杯\*2，切割成 5cm\*3cm\*3cm 的保麗龍塊，電子秤\*1。

### （二）實驗步驟:

1. 用量筒分別將 15ml 和 20ml 的乙酸乙酯倒入兩個 250ml 的燒杯中
2. 保麗龍塊先稱重後投入其中一個燒杯，直到飽和。(圖三)
3. 統計加入的保麗龍總重量。
4. 將保麗龍塊投入另一個燒杯內，重覆步驟 2. 3.，直到飽和。
5. 分別計算兩杯溶液達到飽和所需的保麗龍量。



圖三 接近飽和的溶液

### （三）實驗結果:

實驗結果如表一，經由計算可知，1ml 的乙酸乙酯大約可溶 0.914 克保麗龍。

表一 溶液達到飽和時的保麗龍重量

有機溶劑毫升	加入的保麗龍克數							總計(克)
	2.27	1.26	1.85	1.15	1.81	1.2	1.51	
<b>15ML</b>	2.27	1.26	1.85	1.15	1.81	1.2	1.51	11.05
<b>20ML</b>	3.64	3.24	2.03	1.9	1.25	1.79	1.77	15.62

## 二、野外實作

（一）器材藥品：保麗龍切割器(小)\*2，保麗龍切割器(大)\*1，行動電源\*1，500ml 乙酸乙酯\*2，1 號電池\*2，塑膠桶\*1，皮尺\*1，大購物袋\*1

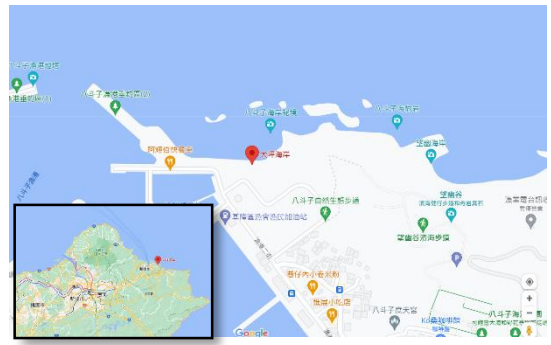
### （二）實驗步驟:

1. 我們選取基隆八斗子的大坪海岸（圖四）做為採樣地點，在防波堤下方消波塊的狹縫中取得一塊長約 107cm、直徑約 55cm 的圓柱形保麗龍（圖五）。
2. 用保麗龍切割器將樣本切割成小塊的保麗龍，切下來的保麗龍塊暫置於大購物袋內。

- 3.在塑膠桶中倒入 1000ml 乙酸乙酯。
- 4.將切割下來的保麗龍塊放入乙酸乙酯溶劑中溶解 (圖六)。

### (三) 實驗結果:

1. 本次實驗配合當日潮汐，約下午 2:30 開始工作，工作時間約兩個多小時，考慮時間因素，並未將樣本完全處理完，未處理完的樣本因為體積仍然很大，無法直接將它移除，因此仍然留在野外。
2. 切割溶解後所剩下來的樣本，測得高約 105cm，直徑約 55cm，但因切割後形狀改變，已經不是原來的圓柱形，由切割前後照片的比對可知，樣本的體積約少了四分之一 (圖五、圖七)，但溶解後的溶液量只有大約 1000ml。



圖四 採樣地點(圖中紅色標示處)



圖六 溶解保麗龍



圖五 切割前的保麗龍樣本



圖七 切割後的保麗龍樣本

## 五、結論與生活應用

### 結論

#### 一、實驗室

1. 不同種有機溶劑溶解保麗龍的結果與查詢的資料皆符合 (註二、註三、註四、註五)。
2. 溶解 100 公克的保麗龍大約需要 105ml 的乙酸乙酯。

## 二、野外實驗

1. 選取的保麗龍樣本體積太大，但我們帶出去的切割器不夠大，使用上很不順手。
2. 切割器的數量準備不足，工作效率偏低。
3. 在切割保麗龍的過程中，產生很多的保麗龍屑，是需要克服的問題。

## 生活與應用

1. 海邊的保麗龍多為漁業浮具，體積較大，如果能夠自製大型保麗龍切割器，應該可以處理得更有效率。
2. 在切割保麗龍的過程中，產生大量的保麗龍屑，造成二次汙染，如果能夠事先準備一頂帳棚，在帳棚內處理樣本，應可大幅減少保麗龍屑對環境的汙染。
3. 溶解後的保麗龍，體積變得很小，很方便就可以移除，如果能夠改善前述 1、2 點的問題，應該是值得推廣的海邊保麗龍處理法。
4. 在我們收集的資料中，有找到關於回收後的保麗龍可以再製成其他塑膠製品，如鍵盤、滑鼠等（註六）。如果這樣的回收機制能夠完整的被建立起來，對於保麗龍汙染的改善，應該能有很大的幫助。

## 參考資料

註 1：屠龍計畫-保麗龍的回收行動，(2018) 海湧工作室，海湧成果，

<https://hiinstudio.com/2018/11/29/%e7%99%bd%e6%b5%aa%e9%80%90%e5%9e%83%e5%9c%be%e6%b7%a8%e7%81%98%e8%a1%8c%e5%8b%95/>

註 2：林如章，楊秀霞，(2000)，環保小尖兵-保麗龍的回收再利用，科學教育月刊第 226 期，

[https://www.sec.ntnu.edu.tw/uploads/asset/data/62564194381784d09345bf72/2000-226-06\(30-33\).pdf](https://www.sec.ntnu.edu.tw/uploads/asset/data/62564194381784d09345bf72/2000-226-06(30-33).pdf)

註 3：包裝用保麗龍常識篇，中華民國保麗龍回收再生協會

<http://www.ctepsra.org.tw/index.php/packing-styrofoam/46-packing-styrofoam1>

註 4：保麗龍是什麼？有關市場上包裝用與食品用保麗龍廢棄產品，其回收體系為何？天尹材料實業有限公司。最新消息。[https://www.tayi.net/big5/news\\_01\\_detail\\_5\\_0](https://www.tayi.net/big5/news_01_detail_5_0)

註 5：維基百科,聚苯乙烯

<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E8%81%9A%E8%8B%AF%E4%B9%99%E7%83%AF>

註 6：

水煮保麗龍獨門技術 海廢回收成為可能 (2022)，大愛電視，2022 年 3 月 6 日。

[https://energy-resource-match.utrust.com.tw/dispPageBox/erm\\_2021/cp.aspx?ddsPageID=RECYCLEINF2&dbid=5593804670](https://energy-resource-match.utrust.com.tw/dispPageBox/erm_2021/cp.aspx?ddsPageID=RECYCLEINF2&dbid=5593804670)