

屏東縣第65屆國中小學科學展覽會 作品說明書

科 別：生活與應用科學科(三) (含化學工程/環境科學)

組 別：國中組

作品名稱：

保麗龍! 嗶!

—三氯化鐵溶液溶解保麗龍探討與保麗龍再生利用探究—

關 鍵 詞：保麗龍、苯乙烯、三氯化鐵

編號：B8009

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

根據<https://www.techbang.com/posts/118235-ferric-chloride-plastic-pollution>的報導科學家已經發現使用三氯化鐵溶液在陽光的照射下可在三十分鐘內快速分解保麗龍。這樣的報導我們想要證明是否可行，所以配置10%、5%、2.5%、1.25%的三氯化鐵水溶液探究溶解高密度保麗龍、低密度保麗龍的狀況，發現在光照下、鹵素燈照射下、紫外光照射下，三氯化鐵溶液都無法溶解保麗龍。為了驗證這樣的想法，我們使用10%的三氯化鐵水溶液作為背景值進行苯乙烯單元體的分光度計吸光度值測量，發現在220nm~700nm的波段下皆無吸收波峰。之後我們使用丙酮、乙酸乙酯、乙酸丁酯進行溶解高密度、低密度保麗龍的探究，發現這些有機溶劑都可以溶解保麗龍，透拓分光度計分析，發現本研究所使用的有機溶劑可以”分解”保麗龍(聚苯乙烯)成為苯乙烯單元體。**最後我們也發現以乙酸乙酯、乙酸丁酯溶解保麗龍之後會產生黏稠性的液體，目前正在嘗試這些黏稠性液體在接合不同材質的黏性，將在正式報告與海報中呈現，請評審老師推薦我們進入決賽，感謝老師。**

壹、研究動機

在這個科技化、資訊便捷的時代，人類包羅萬象的發明所帶來的便捷造福人類，也帶來了許多廢棄物——塑膠。

塑膠，是一個陌生又熟悉的詞彙，泛指以高分子量的合成樹脂為主要組分，加入適當增加劑，在加工完成時呈現固態形狀的物體。（達豐正業「塑膠是什麼？深入瞭解塑膠原料的組成」<https://dafeng360.com/silicone12kfsf/>）

他曾經帶給人類便利，現今卻成了大眾頭疼的問題根源。每年有逾半塑膠流入海中，被浮游生物、魚類誤食，毒素在食物鏈中不斷累積，最終進入人類腹中，對人體的危害不容小覷。（<https://www.delta-foundation.org.tw/blogdetail/8388>）

其中保麗龍屬於不易回收的塑膠，與 3 號及 7 號塑膠入列為回收率最低的塑膠類別。由於它很難分解，回收再製只能做成花盆、電器外殼等較低階的製品，回收價值較低，故未必真的會被回收再利用。

（<https://www.greenpeace.org/taiwan/update/36710/保麗龍是6號塑膠？聚苯乙烯（ps）有毒？可回收嗎/>）

因此，我們想要尋找能夠分解保麗龍的方法，希望能夠降低保麗龍對於環境所造成的問題。

貳、研究目的與問題

一、研究目的

- (一)探討不同濃度的三氯化鐵溶液對於低、高密度保麗龍的溶解狀況
- (二)探討太陽光照對於三氯化鐵溶液對於低、高密度保麗龍的溶解狀況
- (三)探討鹵素光照、紫外光照對於三氯化鐵溶液對於低、高密度保麗龍的溶解狀況
- (四)探討丙酮對於低、高密度保麗龍的溶解狀況
- (五)探討酯類對於低、高密度保麗龍的溶解狀況
- (六)發展保麗龍再生利用的方法

二、研究問題

- (一)不同濃度的三氯化鐵溶液溶解低、高密度保麗龍狀況為何?
- (二)太陽光照對於三氯化鐵溶液溶解低、高密度保麗龍狀況為何?
- (三)鹵素光照對於三氯化鐵溶液溶解低、高密度保麗龍狀況為何?
- (四)紫外光照對於三氯化鐵溶液溶解低、高密度保麗龍狀況為何?
- (五)使用丙酮溶解低、高密度保麗龍狀況為何?
- (六)使用酯類溶解低、高密度保麗龍狀況為何?
- (七)發展使用保麗龍做再生黏性膠水是否可行?

參、文獻探討

一、三氯化鐵

三氯化鐵又稱氯化鐵，碰到水容易溶解，溶於水時會釋放大量的熱能，並在水中產生咖啡色的酸性溶液，這溶液不但可以腐蝕銅製的金屬，也可以侵蝕不鏽鋼。

無水的三氯化鐵是很強的路易斯酸，直接觸碰會灼傷皮膚，可用作有機合成的催化劑，是一種應用性高的化學藥品。



圖3-1 三氯化鐵溶液（自己拍攝）



圖3-2 粉狀三氯化鐵（自己拍攝）

根據《Interesting Engineering》的報導，在2024年時，新南威士大學的一群博士發現了三氯化鐵可分解保麗龍這個今人震驚的消息，讓保麗龍的分解問題產生新的方法(<https://www.techbang.com/posts/118235-ferric-chloride-plastic-pollution>)。

- 小結：三氯化鐵是一種應用性高的化學藥品，在一篇文獻中顯示三氯化鐵可以溶解保麗龍，關於這個消息我們有待查證，希望此文獻能讓保麗龍的分解問題產生新的方法。三氯化鐵是一種特別的化學藥品，自從科學家們發現它可分解保麗龍後，感覺它又蒙上了一層神秘面紗，讓大家會更想去驗證它的可行性。

二、保麗龍

保麗龍又稱發泡聚苯乙烯，是熱塑性塑膠，經常用來做各種需要承受沸水溫度的一次性容器，例如：發泡膠盒，分成高密度保麗龍（強度高）及低密度保麗龍（強度低），各有其用處。但，保麗龍屬於不易回收的塑膠，列為回收率最低的塑膠類別。由於它很難分解，回收價值較低，故未必真的會被回收再利用。

- 小結:保麗龍是一種常在海洋中看到的塑膠垃圾，因為保麗龍中含有苯乙烯，故更加以處理，希望在這次的研究中，找出分解保麗龍的相關方法。

三、塑膠分類標示

國內將塑膠共分成七類，分別為P1、P2、P3、P4、P5、P6及P7，絕大多數的塑膠可以回收，於是分成了這幾種塑膠，方便大家能夠快速分類並達到好的效果。

每種塑膠都是可以回收的，分成這幾類可以讓專業的回收廠用最專業的技術來回收塑膠，達到塑膠最好的利用方式。

小結:原先塑膠袋給大家便利，但隨著這類的產品越來越多，反而製造了很多的塑膠垃圾，而大家為了解決這項問題，將塑膠分成七類回收，是很好的方法。

種類	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
例子	寶特瓶	優酪乳瓶	雨衣	薄塑膠袋	塑膠餐具	養樂多瓶	飲料杯
							

圖3-3 :塑膠常見分類（自己製作）

四、高密度、低密度保麗龍差別

高密度保麗龍有很強大的抗壓、緩衝性能，能接受大量衝擊，較不容易解散，這樣的特點讓它在包裝、建築以及運動器材等方面有著廣泛的利用。除此之外，它也有降溫、隔音降造等等的功能，因此會鋪在屋頂上利用這些功能。

低密度的保麗龍較輕便，較容易攜帶，具有很好的保溫功能和緩衝性能，在需承受高壓力的利用當中，低密度保麗龍是一種價格實惠的選擇，常用於包裝、食品保鮮、保溫等。

- 小結：這兩種保麗龍有著各自不同的用途也有著不同的利用價值，像是高密度保麗龍相較於低密度保麗龍較堅固，可以用於建築房屋、包裝物品等等的用途。至於低密度保麗龍對高密度保麗龍來說較軟，經常用於包裝大型物品，例如電視、家電等等，它在保溫方面也較出色，例如裝蛋糕的蛋糕盒就是用它做成的。

(參考於:https://www.nonwovenbags.com.tw/hot_15337.php)



圖3-4 高密度保麗龍屋頂（資料來源：
<https://www.mobile01.com/topicdetail.php?f=335&t=1645641>
使用保麗龍(保龍) 讓頂樓 樓頂 隔熱 達到降溫的目的)



圖3-5 低密度保麗龍蛋糕盒（資料來源：
https://www.instagram.com/rethink.tw/p/Cy9xJQuR_lo?img_index=1
instagram貼文)

四、乙酸乙酯

乙酸乙酯是無色易燃易揮發的液體，微溶於水，易溶於有機溶劑，主要用途為合成無煙火藥、人造皮革、照相用底片等，並且在資料上顯示能當塗料塑膠的溶劑。

而在環保小尖兵——保麗龍的回收再利用這篇文獻中寫到，乙酸乙酯可以分解保麗龍，並且無殘渣，而當乙酸乙酯分解足夠的保麗龍後，乙酸乙酯會變黏稠。（參考資料：[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) 環保小尖兵——保麗龍的回收再利用）

- 小結：乙酸乙酯能夠讓保麗龍消失，且很容易揮發，如果開著沒關放在室溫下很快就少了大量的乙酸乙酯，且空氣中會有很重的味道，功用很多，不但可以合成火藥、人造皮革甚至是做底片，用途很大量，是實用的液體。

五、乙酸正丁酯

乙酸正丁酯，又稱乙酸丁酯，無色透明有愉快果香氣味的液體。較低級同系物難溶於水，與某些有機溶劑混溶，並且易燃。對眼鼻有較強的刺激性，而且在高濃度下會引起麻醉。

在臺南市政府環境保護局——環境教育資訊網上的一篇報導中寫道：「保麗龍的原料為聚苯乙烯，減容技術透過安全無毒的有機溶劑——乙酸丁酯將保麗龍溶解為聚苯乙烯溶液，可做為再生塑膠加工成為鍵盤、滑鼠等產品的零件。」（參考資料：全球第一台 光寶打造移動式海廢保麗龍減容貨櫃 捐贈澎湖、金門。[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)）。乙酸丁酯是一種優良的有機溶劑，對多種天然樹膠均有較好的溶解性能。

（資料來源：<https://ourisland.pts.org.tw/content/6932> 金門屠龍記 | 棘手的保麗龍浮具）

- 小結：乙酸正丁酯簡稱乙酸丁酯，是一種可以快速分解保麗龍的有機溶液，一直以來都有人使用乙酸丁酯的這種特性來處理保麗龍垃圾，溶解完保麗龍的乙酸丁酯，會漸漸變得黏稠，黏性及觸感像極了保麗龍膠，可加工為機械零件等等的實用物品，是一個特別的液體

六、丙酮

丙酮，又稱二甲基酮、醋酮、木酮，是最簡單的酮，常溫常壓下為一種有薄荷氣味的無色透明可燃液體，易揮發、易燃，與水、甲醇、乙醇等均能互溶，能溶解油、脂肪、樹脂和橡膠等，是一種重要的揮發性有機溶劑。<https://student.hlc.edu.tw/action/file/165/20211005150403350.pdf> 燃料電池之家電產品應用及其發展）。

- 小結:丙酮很容易揮發，若無蓋上蓋子的情況下放置於室溫，很快就少了一大半的丙酮溶液，這種溶液可與各式液體互溶，故也能夠分解保麗龍，可讓分解過後的溶液中存有苯乙烯，能溶解的東西五花八門，是一個極具實用性的特殊溶液。



圖3-6 乙酸乙酯（自行拍攝）



圖3-7 乙酸丁酯（自行拍攝）



圖3-8 丙酮（自行拍攝）

七、紫外光

紫外光為波長約100nm~400nm的光，其波長比可見光短，人類無法直接用肉眼觀察紫外光，紫外光分為三種等級，分別為UV-A、UV-B、UV-C，這三種是位於不同波長的紫外光，波長分別為315nm~400nm、280nm~315nm、100nm~280nm，而各種紫外光都會對人體造成影響，UV-A過量照射會使皮膚變黑，也就是俗稱的「曬黑」；UV-B會讓皮膚曬傷，嚴重則會引發皮膚癌或白內障；UV-C則更為嚴重，只要照射幾分鐘就會曬傷，也會發生病變。由以上數據可見，波長數字nm越小時，照射的影響會更加劇烈。

等級	UV-A	UV-B	UV-C
波長	315nm~400nm	280nm~315nm	100nm~280nm
對人體的影響	過量照射會曬黑	會將皮膚曬傷，量大則會引致皮膚癌及白內障	只要照射數分鐘即會曬傷，並引起其他病變

圖3-9紫外光等級表（資料來源：<https://www.arc-flash.com.tw/know/detail/36?srsId=AfmBOooOLi-QQCT2QHvIDQmrpWWjncJHb1IbZSTtWJCqgmVfrqamqrP>）

紫外光有非常多用途，例如捕蚊燈，捕蚊燈的波長約為365nm，是屬於UV-A—較不會影響人體的紫外光，可讓有趨光性的蚊子等等昆蟲被紫外燈管所發處的光吸引過去，達到捕蚊的功效。

- 小結:紫外光雖然會對人體產生影響，但也有許多造福人們的地方，像是捕蚊燈的發光燈管可透過趨光性捕捉蚊子，讓人們免於被蚊子叮的災禍，可說是一種有好有壞的中立燈光。

八、鹵素燈

鹵素燈是白熾燈的一種，原理是在燈泡內注入碘、溴、鹵素，在高溫下，蒸發的鎢絲與鹵素進行化學作用蒸發的鎢會重新凝固在鎢絲上，所以鹵素燈泡相對於其他燈泡是較長壽的，並且也可以執行較高溫度的工作，但在那樣的溫度下，燈泡表面若使用一般的軟式玻璃較容易融化，因此鹵素燈泡的表面用的是溶點較高的石英玻璃，安全性也相對較高，如果要使用鹵素燈來執行工作，也不行放在易燃材質的東西內，例如箱子、樹葉、紙等等的物品，容易會造成火災。

- 小結:鹵素燈溫度非常高，照到眼睛也會使眼睛受傷，雖然可以用來做許多實驗，但還是需要顧慮安全性，也是一種好用的設備。

肆、研究設備與材料



伍、研究過程與方法

一、研究過程：

本實驗的過程，我們使用了三氯化鐵，以濃度1.25%、2.5%、5%和10%分成4組實驗組，加入高密度保麗龍，放在陽光下照射數天後，我們發現，保麗龍被溶解的現象不明顯，而將低密度保麗龍放入三氯化鐵溶液，則低密度保麗龍也沒有外觀上的差異，所以我們重新調配了一組實驗組，並照射太陽光、紫外光和鹵素光來看保麗龍的變化，但我們發現保麗龍一樣沒有差別，於是，我們使用了可和苯乙烯產生變化的乙酸乙酯、乙酸丁酯及丙酮來分解高密度及低密度保麗龍，經由實驗後，發現三種都可以使保麗龍體積改變成一小塊平面或氣泡，會經由後續檢測實驗確定是否有分解效用。

(一)關於高密度保麗龍的分解問題

實驗一：探討太陽光有無與不同濃度三氯化鐵溶液分解高密度保麗龍的狀況。

實驗設計：

為探討太陽光有無與不同濃度三氯化鐵溶液分解高密度保麗龍的狀況，我們以是否曬太陽及三氯化鐵濃度為操縱變因，分別取對照組八管試管中的兩管試管分別滴入10%的三氯化鐵水溶液，再取其中兩管試管分別滴入5%的三氯化鐵水溶液，再取其中兩管試管分別滴入2.5%的三氯化鐵水溶液，最後再取其中兩管試管分別滴入1.25%的三氯化鐵水溶液，並且取其中四管不同濃度的三氯化鐵水溶液，標示好編號後，分別加入一塊長寬高皆為一平方公分的高密度保麗龍，並放置至陽光照射處，而剩下的四管不同濃度的三氯化鐵水溶液也標示好編號，並且分別加入一塊長寬高皆為一平方公分的高密度保麗龍，放置在陰暗處。

而關於對照組，我們另取一試管，在標示好編號後，倒入RO水，並且加入一塊長寬高皆為一平方公分的高密度保麗龍，放置在陰暗處。

在三氯化鐵能溶解保麗龍的那篇報告中，寫道：「三十分鐘就能溶解99%保麗龍」，故我們計時三十分鐘，待時間到後，觀察其分解狀況。

下圖是我們關於實驗一的實驗設計圖。

	實驗組 (1)	實驗組 (2)	實驗組 (3)	實驗組 (4)	實驗組 (5)	實驗組 (6)	實驗組 (7)	實驗組 (8)	對照組
是否曬太陽	是	是	是	是	否	否	否	否	否
使用溶液	三氯化鐵								RO水
溶液濃度	10%	5%	2.5%	1.25%	10%	5%	2.5%	1.25%	0%
反應物	保麗龍								
保麗龍種類	高密度保麗龍								

圖5-1 實驗一的實驗設計圖（自行製作）

實驗步驟：

一、調配不同濃度的三氯化鐵溶液

- (一) 用湯匙取適當量的三氯化鐵，用研鉢磨碎成為粉狀後備用。
- (二) 使用磅秤取25克的粉狀三氯化鐵，放入含有225毫升RO水的燒杯中，配置成三氯化鐵的重量百分濃度為10%的三氯化鐵水溶液。
- (三) 使用對半稀釋的方法，依序製作兩組濃度分別為 5%、2.5%、1.25% 的三氯化鐵水溶液。

二、將不同濃度的三氯化鐵溶液分裝

- (一) 取出事前製作完畢，分別為10%、5%、2.5%、1.25%的三氯化鐵水溶液。
- (二) 用量筒將每個不同濃度的三氯化鐵水溶液分別量取10毫升，分別倒入不同的試管中。
- (三) 重複步驟(二)的實驗，做出兩組共八個試管，並在其中一組做「有光照」的記號。

三、RO水的處理

- (一) 用量筒量取10毫升的RO水，並倒入一個試管中。
- (二) 將此試管做「對照組」的記號。

四、保麗龍的處理

- (一) 取出適量長、寬、高皆為1公分的正方形高密度保麗龍塊。
- (二) 將高密度保麗龍塊分別丟入不同濃度的三氯化鐵水溶液及清水中，確保每一管水溶液皆放入一塊高密度保麗龍塊。

五、光照

- (一) 將寫有「光照」的一組放置在太陽照射到的地方靜置數日。
- (二) 將寫有「對照組」的清水與剩餘的一組三氯化鐵水溶液放置於無光照的櫃子裡靜置數日。

實驗二：紫外光照射有無與不同濃度三氯化鐵溶液分解高密度保麗龍的狀況

實驗設計：

探討紫外光有無與不同濃度三氯化鐵溶液分解高密度保麗龍的狀況，我們以是否照射紫外光及三氯化鐵濃度為操縱變因，分別取對照組八管試管中的兩管試管分別滴入10%的三氯化鐵水溶液，再取其中兩管試管分別滴入5%的三氯化鐵水溶液，再取其中兩管試管分別滴入2.5%的三氯化鐵水溶液，最後再取其中兩管試管分別滴入1.25%的三氯化鐵水溶液，並且取其中四管不同濃度的三氯化鐵水溶液，標示好編號後，分別加入一塊長寬高皆為一平方公分的高密度保麗龍，並放置至於箱子內，開啟紫外燈，照射兩小時，而剩下的四管不同濃度的三氯化鐵水溶液也標示好編號，並且分別加入一塊一立方公分的高密度保麗龍，放置在陰暗處。

而關於對照組，我們另取一試管，在標示好編號後，倒入RO水，並且加入一塊長寬高皆為一平方公分的高密度保麗龍，放置在陰暗處。

下圖是我們關於實驗二的實驗設計圖。

	實驗組 (1)	實驗組 (2)	實驗組 (3)	實驗組 (4)	實驗組 (5)	實驗組 (6)	實驗組 (7)	實驗組 (8)	對照組
是否照紫外燈	是	是	是	是	否	否	否	否	否
使用溶液	三氯化鐵								RO水
溶液濃度	10%	5%	2.5%	1.25%	10%	5%	2.5%	1.25%	0%
反應物	保麗龍								
保麗龍種類	高密度保麗龍								

圖5-2 實驗二的實驗設計圖（自行製作）

實驗步驟：

- （一）同實驗一之實驗步驟一到四，配置溶液。
- （二）將實驗組的溶液和紫外燈放入無照光的箱子內密封。
- （三）開起紫外光，靜置兩小時，並靜待結果。

實驗三：鹵素燈照射有無與不同濃度三氯化鐵溶液分解高密度保麗龍的狀況

實驗設計：

探討鹵素燈有無與不同濃度三氯化鐵溶液分解高密度保麗龍的狀況，我們以是否照射鹵素燈及三氯化鐵濃度為操縱變因，分別取對照組八管試管中的兩管試管分別滴入10%的三氯化鐵水溶液，再取其中兩管試管分別滴入5%的三氯化鐵水溶液，再取其中兩管試管分別滴入2.5%的三氯化鐵水溶液，最後再取其中兩管試管分別滴入1.25%的三氯化鐵水溶液，並且取其中四管不同濃度的三氯化鐵水溶液，標示好編號後，分別加入一塊長寬高皆為一平方公分的高密度保麗龍，並放置至於無照光的箱子內，開啟鹵素燈，照射兩小時，而剩下的四管不同濃度的三氯化鐵水溶液也標示好編號，並且分別加入一塊一立方公分的高密度保麗龍，放置在陰暗處。

而關於對照組，我們另取一試管，在標示好編號後，倒入RO水，並且加入一塊長寬高皆為一平方公分的高密度保麗龍，放置在無透光的箱子裡。

下圖是我們關於實驗三的實驗設計圖。

實驗步驟：

- （一）同實驗一之實驗步驟一到四，配置溶液。
- （二）將實驗組的溶液和鹵素燈一起放進無透光箱子內密封。
- （三）開啟鹵素燈，靜置兩小時，並靜待結果。

	實驗組 (1)	實驗組 (2)	實驗組 (3)	實驗組 (4)	實驗組 (5)	實驗組 (6)	實驗組 (7)	實驗組 (8)	對照組
是否照鹵素燈	是	是	是	是	否	否	否	否	否
使用溶液	三氯化鐵								RO水
溶液濃度	10%	5%	2.5%	1.25%	10%	5%	2.5%	1.25%	0%
反應物	保麗龍								
保麗龍種類	高密度保麗龍								

圖5-3 實驗三的實驗設計圖（自行製作）

實驗四：探討丙酮分解高密度保麗龍的狀況

實驗設計：

為探討丙酮分解高密度保麗龍的狀況，我們以溶液種類為操縱變因，分別取對照組、實驗組各兩管試管，取其中兩管試管加入2毫升的丙酮，再取另外兩管倒入2毫升的RO水，將兩管試管同時分別加一塊一立方公分的高密度保麗龍，並稍待片刻，等待實驗組產生變化。

下圖是我們關於實驗四的實驗設計圖。

	實驗組	對照組
使用溶液	丙酮	RO水
溶液濃度	100%	0%
反應物	保麗龍	
保麗龍種類	高密度保麗龍	

圖5-4 實驗四的實驗設計圖（自行製作）

實驗步驟：

一、將丙酮溶液分裝

- （一）取出100%的純丙酮溶液。
- （二）用量筒量取十毫升的丙酮。

二、RO水的處理

- （一）用量筒量取2毫升的RO水溶液量取2毫升，倒入試管中。
並倒入一個試管中。

- （二）將此試管做「對照組」的記號。

二、保麗龍的處理

- （一）取出適量長、寬、高皆為1公分的正方形高密度保麗龍塊。
- （二）將高密度保麗龍塊分別丟入丙酮溶液及清水中，確保每一管溶液皆放入一塊高密度保麗龍塊。

實驗五:探討乙酸乙酯分解保麗龍的狀況

實驗設計:

為探討乙酸乙酯分解保麗龍的狀況，我們以溶液種類操縱變因，分別取對照組、實驗組各兩管試管，取其中兩管試管加入2毫升的乙酸乙酯，再取另外兩管倒入2毫升的RO水，將兩管試管同時分別各一塊一立方公分的高密度保麗龍，並稍待片刻，等待實驗組產生變化。

下圖是我們關於實驗四的實驗設計圖。

	實驗組	對照組
使用溶液	乙酸乙酯	RO水
溶液濃度	100%	0%
反應物	保麗龍	
保麗龍種類	高密度保麗龍	

圖5-5 實驗五的實驗設計圖（自行製作）

實驗步驟：

一、將乙酸乙酯溶液分裝

（一）取出100%的純乙酸乙酯溶液。

（二）用量筒將乙酸乙酯溶液量取2毫升，倒入試管中。

二、RO水的處理

（一）用量筒量取2毫升的RO水，並倒入一個試管中。

（二）將此試管做「對照組」的記號。

三、保麗龍的處理

（一）取出適量長、寬、高皆為1公分的正方形高密度保麗龍塊。

（二）將高密度保麗龍塊分別丟入溶液及清水中，確保每一管溶液皆放入一塊保麗龍塊。

實驗六:探討乙酸正丁酯分解保麗龍的狀況

實驗設計:

為探討乙酸正丁酯分解保麗龍的狀況，我們以高密度或低密度保麗龍為操縱變因，分別取對照組、實驗組各兩管試管，取其中兩管試管加入2毫升的乙酸正丁酯，再取另外兩管倒入2毫升的RO水，將兩管分別各一塊一立方公分的高密度保麗龍和一塊一立方公分的低密度保麗龍，並稍待片刻，而剩下RO水的試管，各加入一塊長寬高皆為一平方公分的高密度保麗龍和一立方公分的低密度保麗龍，等待實驗組產生變化。

下圖是我們關於實驗六的實驗設計圖。

	實驗組	對照組
使用溶液	乙酸丁酯	RO水
溶液濃度	100%	0%
反應物	保麗龍	
保麗龍種類	高密度保麗龍	

圖5-6 實驗六的實驗設計圖（自行製作）

實驗步驟：

一、將乙酸正丁酯溶液分裝

（一）取出100%的純乙酸正丁酯溶液。

（二）用量筒將乙酸正丁酯溶液量取2毫升，倒入試管中。

二、RO水的處理

（一）用量筒量取2毫升的RO水，並倒入一個試管中。

（二）將此試管做「對照組」的記號。

三、保麗龍的處理

（一）取出適量長、寬、高皆為1公分的正方形高密度保麗龍塊。

（二）將高密度保麗龍塊分別丟入溶液及清水中，確保每一管溶液皆放入一塊保麗龍塊。

(二)關於低密度保麗龍的分解問題

將上述的所有實驗重複製作一次，並把被分解物（高密度保麗龍）改成低密度保麗龍。

(三)使用分光光度計測量苯乙烯的存在

1. 保麗龍的成分為聚苯乙烯，其單元體為苯乙烯。若溶液中有苯乙烯存在，可推論保麗龍有被溶解成為單元體。
2. 以三氯化鐵為背景溶液進行歸零校正，在石英管中放入苯乙烯，做全波段掃描，找出苯乙烯約在紫外光區具有高吸收率。
3. 將各不同濃度三氯化鐵與保麗龍在不同處理中所得的混和液放入石英管中，以分光光度計進行波段掃描，判斷是否有苯乙烯存在。
4. 以丙酮為背景溶液進行歸零校正，在石英管中放入苯乙烯，做全波段掃描，找出苯乙烯約在紫外光區具有高吸收率。
5. 將丙酮與保麗龍處理後所得的混和液放入石英管中，以分光光度計進行波段掃描，判斷是否有苯乙烯存在。
6. 以乙酸乙酯為背景溶液進行歸零校正，在石英管中放入苯乙烯，做全波段掃描，找出苯乙烯約在紫外光區具有高吸收率。

7. 將乙酸乙酯與保麗龍處理後所得的混和液放入石英管中，以分光光度計進行波段掃描，判斷是否有苯乙烯存在。
8. 以乙酸丁酯為背景溶液進行歸零校正，在石英管中放入苯乙烯，做全波段掃描，找出苯乙烯約在紫外光區具有高吸收率。
9. 將乙酸丁酯與保麗龍處理後所得的混和液放入石英管中，以分光光度計進行波段掃描，判斷是否有苯乙烯存在。

(四)保麗龍製成再生膠水之實驗—目前正在進行中，等待複賽時寫入正式報告與海報中，請評審委員讓我們進入決賽吧~~~

陸、研究結果與討論

一、高、低密度保麗龍之密度測量

此段分析中，我們將高、低密度保麗龍切割成為1立方公分大小的正立方塊，在電子秤上歸零後放置很多個保麗龍方塊，測得質量之後，根據密度=質量/體積的概念，計算出本實驗所使用的高密度保麗龍密度約為 0.0247g/cm^3 ，低密度保麗龍密度約為 0.00754g/cm^3 。高密度保麗龍的密度約為3.276倍。

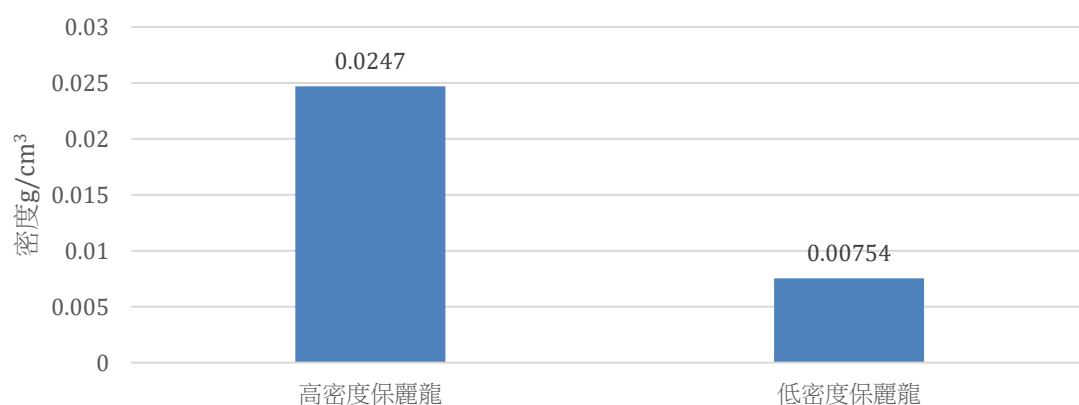


圖6-1-1 高、低密度保麗龍密度比較

二、不同濃度之三氯化鐵水溶液溶解高、低密度保麗龍之結果 (照射陽光)

(一)外觀判斷

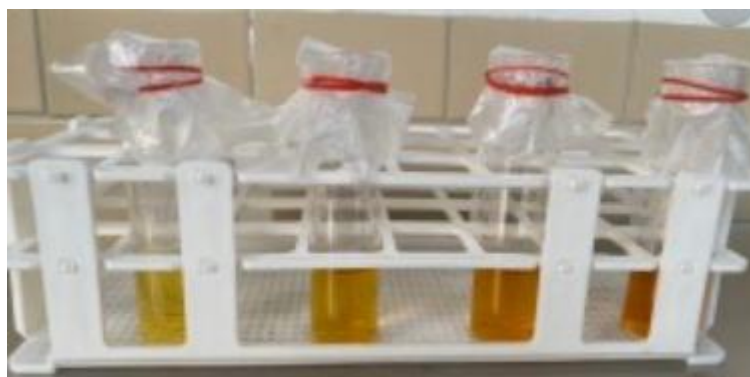


圖6-2-1 不同濃度三氯化鐵水溶液溶解高、低密度保麗龍結果(研究團隊拍攝)

- 在肉眼觀察下，高、低密度保麗龍在不同濃度三氯化鐵水溶液和太陽光照2小時後，其保麗龍外觀無改變。

(二)分光度計分析

- 我們以三氯化鐵水溶液10%重量百分濃度作為背景值，測量苯乙烯單元體的吸光度值，發現在波段220nm~700nm的波長內都無法發現任何吸收高峰。推測高、低密度的保麗龍無法溶解於三氯化鐵水溶液中。
- 苯乙烯以三氯化鐵當背景值一無發現波峰

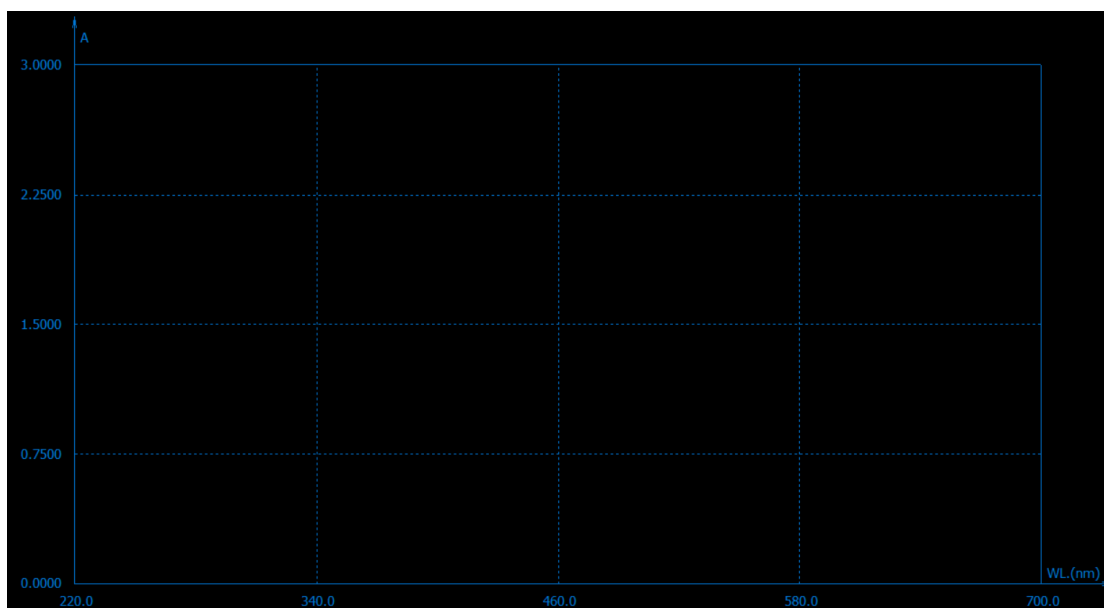


圖6-2-2 以三氯化鐵為背景測量苯乙烯的吸收度值

三、不同濃度之三氯化鐵水溶液溶解高、低密度保麗龍之結果 (照射鹵素燈)

(一)外觀判斷

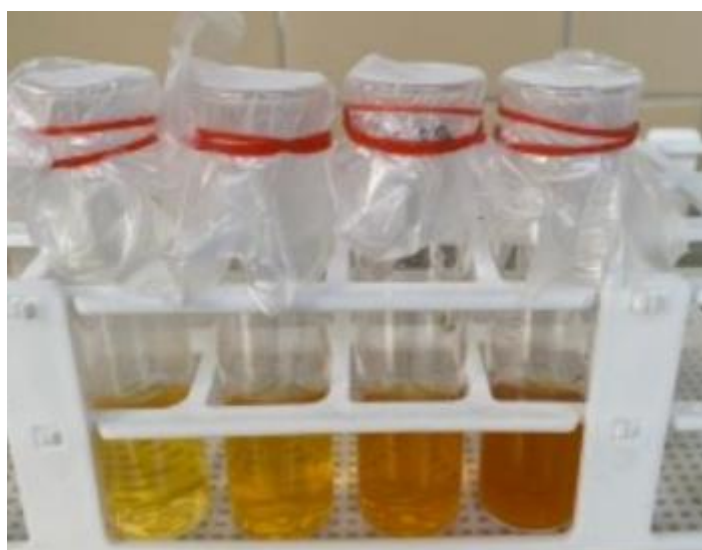


圖6-3-1 不同濃度三氯化鐵水溶液在溶解高、低密度保麗龍結果(照射鹵素燈2小時)
(研究團隊拍攝)

- 以肉眼進行觀察，不同濃度三氯化鐵水溶液加上保麗龍，設置在鹵素燈照環境下2小時，發現保麗龍外觀無變化。

(二)分光度計分析

- 我們以三氯化鐵水溶液10%重量百分濃度作為背景值，測量苯乙烯單元體的吸光度值，發現在波段220nm~700nm的波長內都無法發現任何吸收高峰。推測高、低密度的保麗龍無法溶解於三氯化鐵水溶液中(同時置於鹵素燈光照2小時的環境中)。
- 苯乙烯以三氯化鐵當背景值一無發現波峰

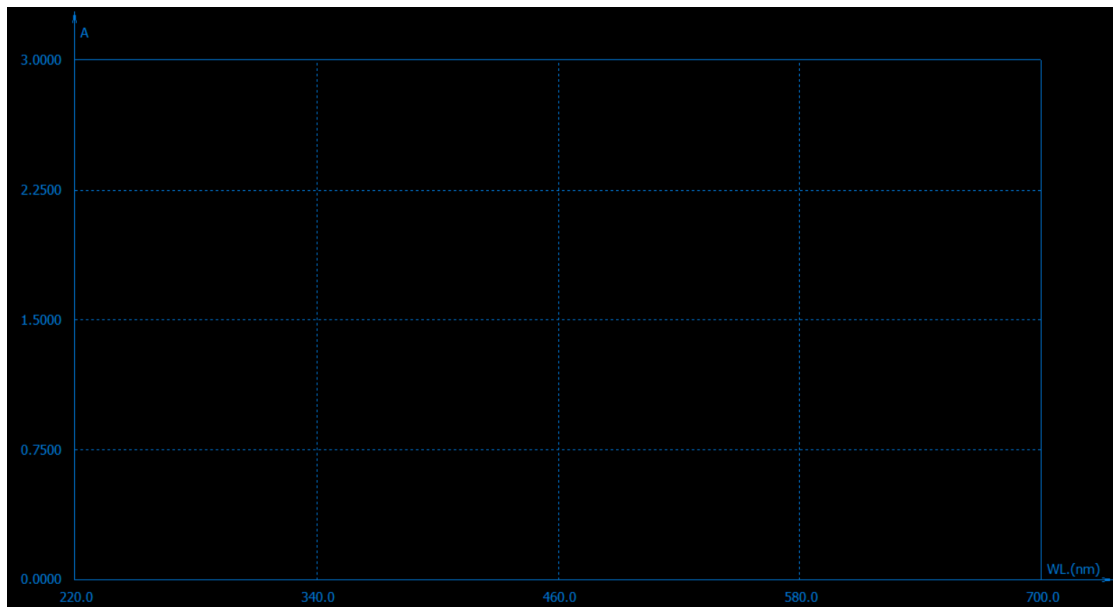


圖6-3-2 以三氯化鐵為背景測量苯乙烯的吸收度值

四、不同濃度之三氯化鐵水溶液溶解高、低密度保麗龍之結果 (照射紫外燈)

(一)外觀判斷

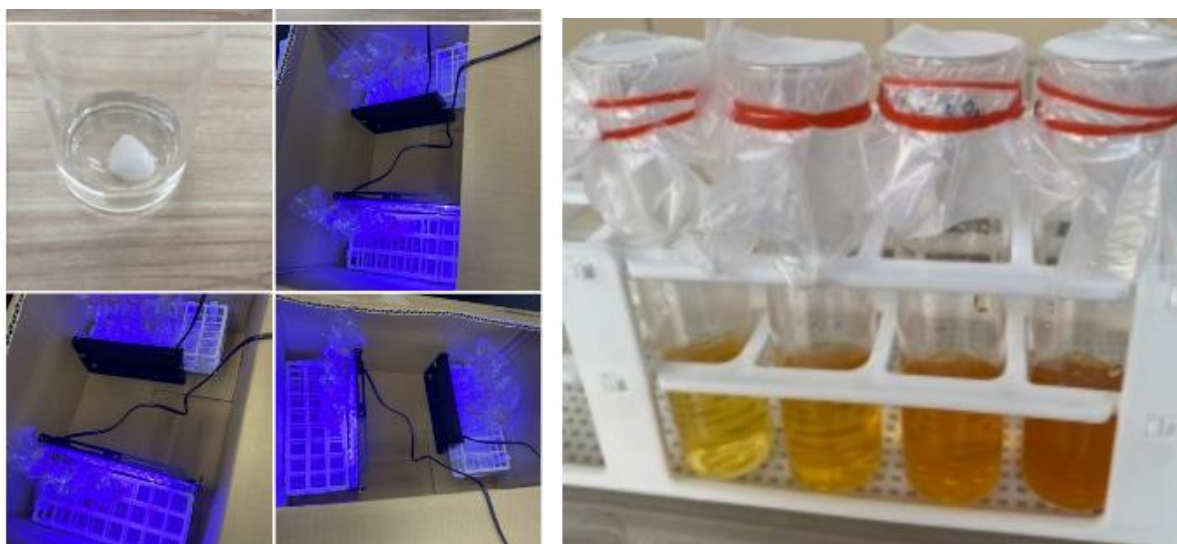


圖6-4-1 不同濃度三氯化鐵水溶液在溶解高、低密度保麗龍結果(照射鹵素燈2小時)

- 以肉眼進行觀察，不同濃度三氯化鐵水溶液加上保麗龍，設置在紫外燈光照環境下2小時，發現保麗龍外觀無變化。

(二)分光度計分析

- 我們以三氯化鐵水溶液10%重量百分濃度作為背景值，測量苯乙烯單元體的吸光度值，發現在波段220nm~700nm的波長內都無法發現任何吸收高峰。推測高、低密度的保麗龍無法溶解於三氯化鐵水溶液中(同時置於紫外燈光照2小時的環境中)。
- 苯乙烯以三氯化鐵當背景值一無發現波峰

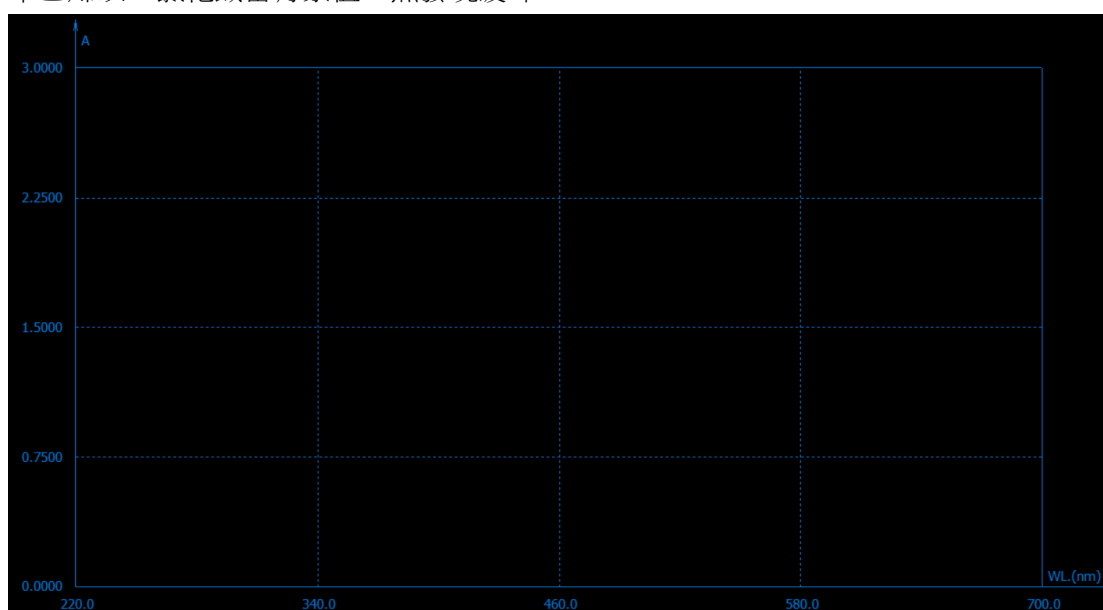


圖6-4-2 以三氯化鐵為背景測量苯乙烯的吸收度值

五、丙酮溶解高、低密度保麗龍之結果

(一)外觀判斷

- 我們取2毫升的丙酮各放入兩個樣本瓶中，分別加入高密度、低密度保麗龍，發現保麗龍都快速溶解，但是最後都會產生一個白色的小點點。

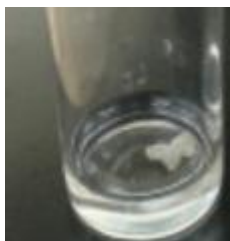


圖6-5-1 丙酮溶解保麗龍剩下一個小點點(研究團隊拍攝)

(二)分光光度計分析

- 我們以丙酮為背景值進行分光光度計校正，在石英管中加入苯乙烯原液進行分光光度計於220nm-700nm的波段掃描，發現在此背景下，苯乙烯約在
- 苯乙烯以丙酮當背景值一複雜高峰最高276nm、簡單高峰為 341nm

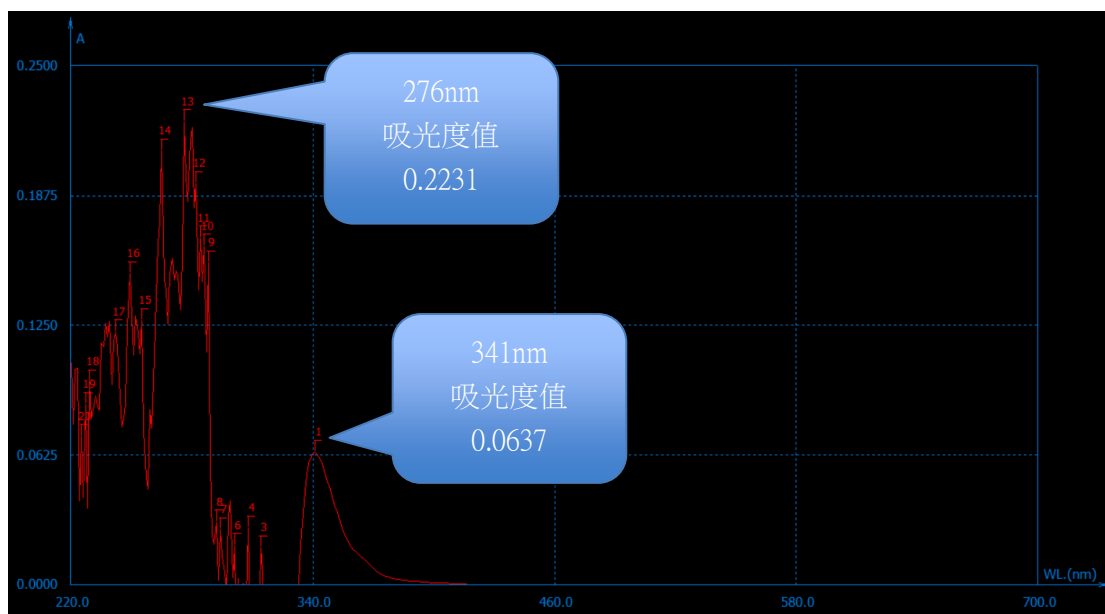
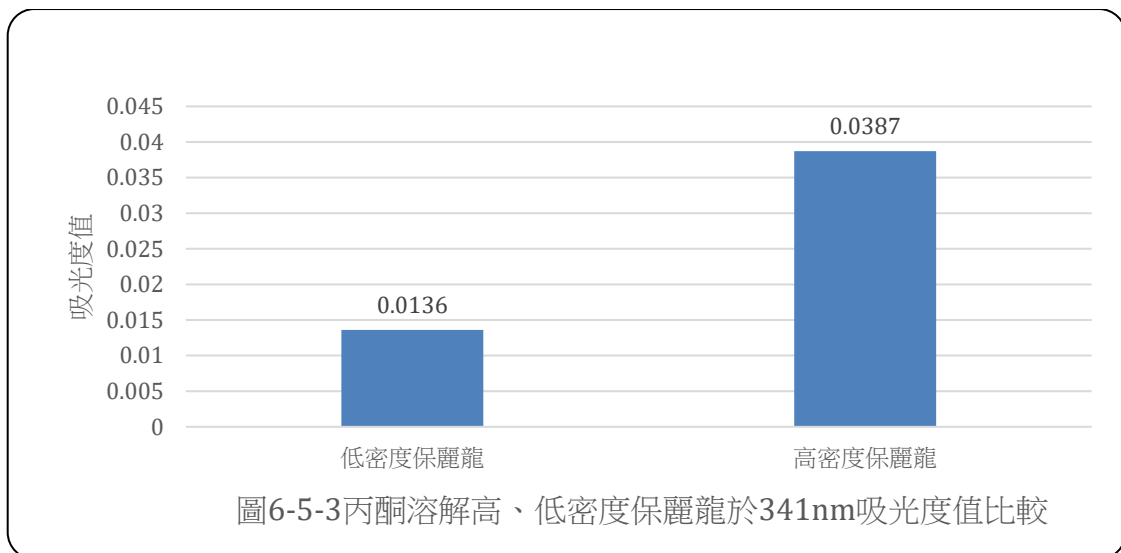


圖6-5-2 丙酮當背景值測量苯乙烯的吸光度值圖

- 丙酮溶解一塊高密度保麗龍、一塊低密度保麗龍之341nm的吸光度值比較

表6-5-1 丙酮溶解低密度、高密度保麗龍於341nm的吸光度值表

	低密度保麗龍	高密度保麗龍
吸光度值	0.0136	0.0387
分光度計圖形		



- 由以上資料分析發現，丙酮除了可以溶解保麗龍之外，甚至是”分解”保麗龍的聚苯乙烯成為單元體苯乙烯。

六、乙酸乙酯溶解高、低密度保麗龍之結果

(一)外觀判斷

- 我們各取2毫升的乙酸乙酯放置在兩個燒杯中，並分別放入低密度、高密度保麗龍，發現保麗龍皆會溶解，但是融解速度不像丙酮那樣快速。

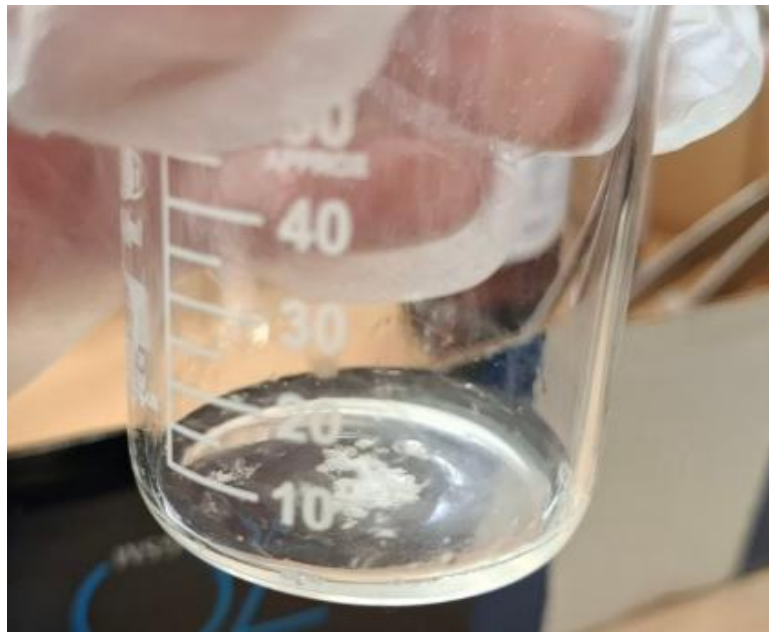


圖6-6-1 乙酸乙酯溶解保麗龍 (研究團隊拍攝)

(二)分光度計分析

- 我們以乙酸乙酯作為背景值進行苯乙烯單元體的吸光度值分析，發現在298nm有較高的吸收波峰，我們以此進行保麗龍的溶解分析。

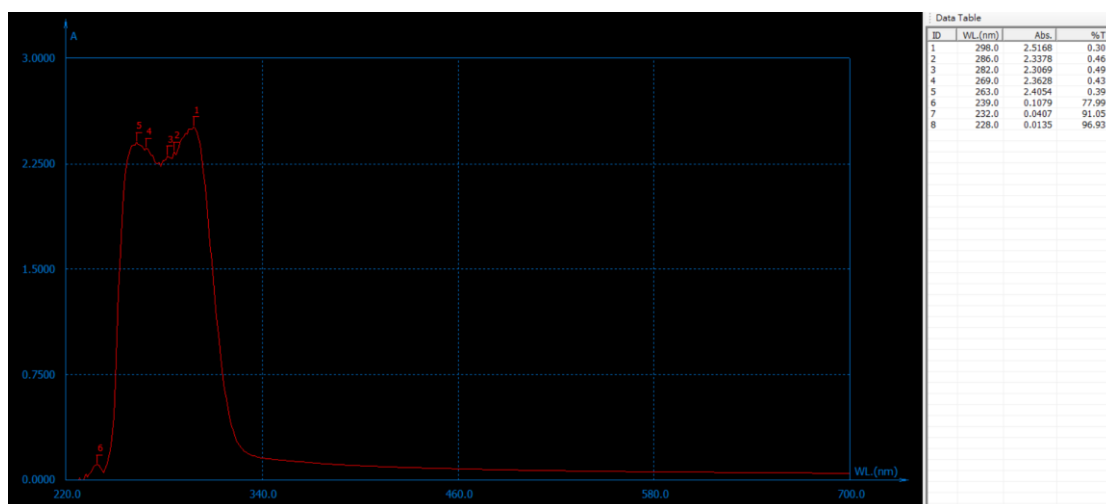


圖6-6-2 以乙酸乙酯當背景值測量苯乙烯單元體之分光吸收度值 (研究團隊拍攝)

- 乙酸乙酯溶解一塊高密度保麗龍、一塊低密度保麗龍之341nm的吸光度值比較
表6-6-1 丙酮溶解低密度、高密度保麗龍於341nm的吸光度值表

	低密度保麗龍	高密度保麗龍
吸光度值	0.0859	0.1465

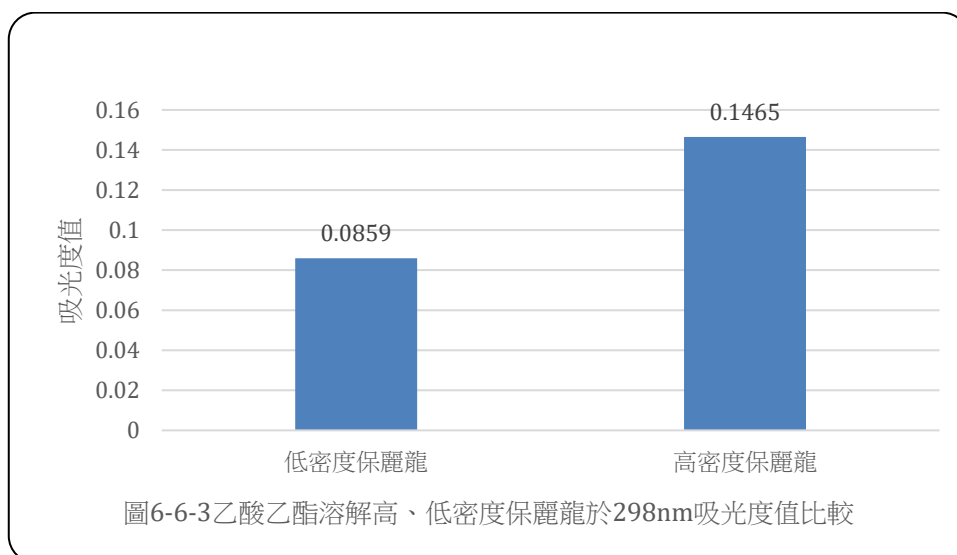


圖6-6-3 乙酸乙酯溶解高、低密度保麗龍於298nm吸光度值比較

- 由以上分析可知道，乙酸乙酯可以溶解保麗龍，甚至於可”分解”保麗龍聚苯乙烯變成苯乙烯單元體。

七、乙酸丁酯溶解高、低密度保麗龍之結果

(一)外觀判斷

- 我們各取2毫升的乙酸丁酯放置在兩個燒杯中，並分別放入低密度、高密度保麗龍，發現保麗龍皆會溶解，但是溶解速度不像丙酮那樣快速。



圖6-7-1 乙酸丁酯溶解保麗龍 (研究團隊拍攝)

(二)分光光度計分析

- 我們以乙酸丁酯作為背景值進行苯乙烯單元體的吸光度值分析，發現在266nm有較高的吸收波峰，我們以此進行保麗龍的溶解分析

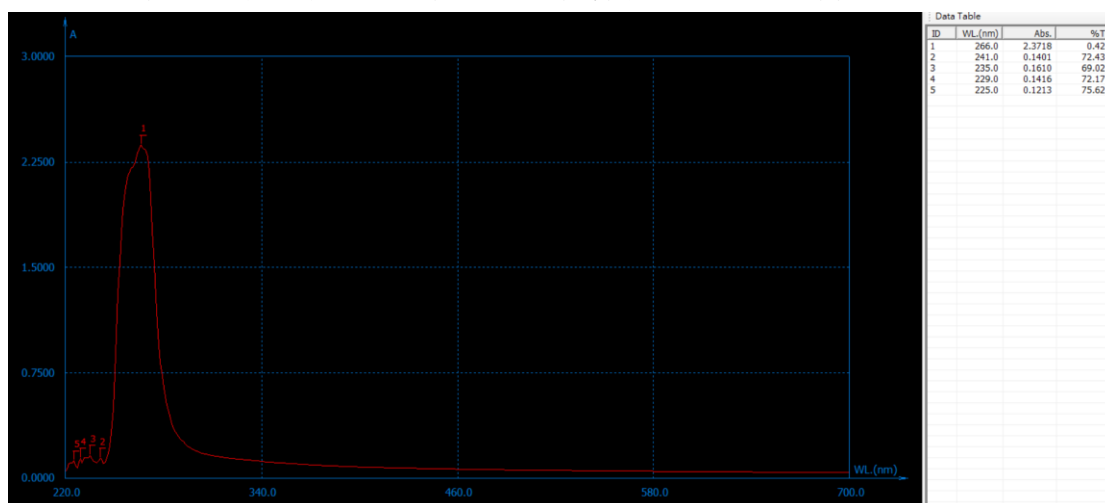


圖6-7-2 以乙酸乙酯當背景值測量苯乙烯單元體之分光吸收度值 (研究團隊拍攝)

表6-7-1 丙酮溶解低密度、高密度保麗龍於266nm的吸光度值表

	低密度保麗龍	高密度保麗龍
吸光度值	0.2693	0.5782

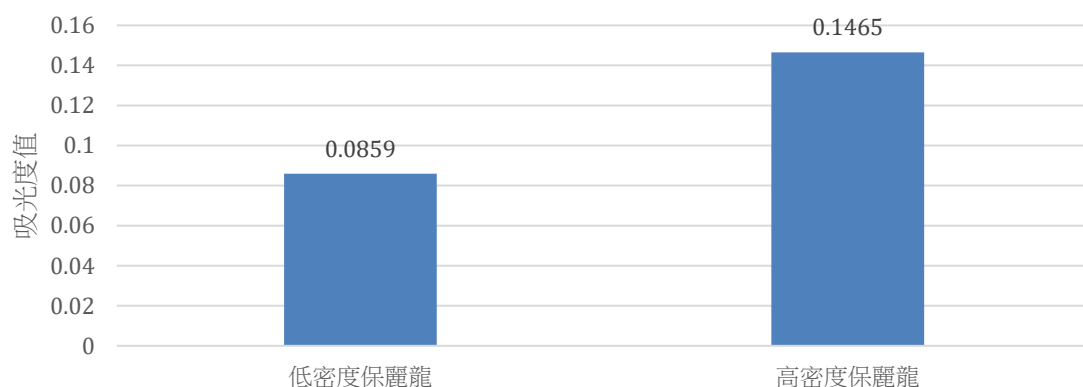


圖6-7-3 乙酸丁酯溶解高、低密度保麗龍於266nm吸光度值比較

- 以上資料分析可發現乙酸丁酯可以溶解保麗龍，甚至於可”分解”保麗龍聚苯乙烯變成苯乙烯單元體。

柒、研究結論(尚未完成全部結論)

- 一、不同濃度的三氯化鐵水溶液加入高密度、低密度保麗龍，置於陰暗處、太陽光下30分鐘、太陽光下2小時、鹵素燈照射2小時、紫外光照射(波長395nm)2小時的情況下，肉眼都無法觀察到高密度、低密度保麗龍有溶解的狀況。
- 二、以10%重量百分濃度三氯化鐵水溶液當成背景值進行苯乙烯的單元體分析，發現在220nm~700nm的波段下都無發現吸收波峰，顯示苯乙烯無法在三氯化鐵溶液中發現。
- 三、不同濃度的三氯化鐵水溶液加入高密度、低密度保麗龍，置於陰暗處、太陽光下30分鐘、太陽光下2小時、鹵素燈照射2小時、紫外光照射(波長395nm)2小時的情況下，取溶液進行分光光度計吸光度值吸收分析，以10%重量百分濃度三氯化鐵水溶液當成背景值進行苯乙烯的單元體分析，結果都無發現任何波峰。
- 四、丙酮可以溶解低密度、高密度保麗龍，且以丙酮當背景做苯乙烯單元體分析，發現苯乙烯在複雜高峰最高276nm、簡單高峰為341nm；以341nm做標準，發現丙酮除了溶解保麗龍之外，也可分解保麗龍成為苯乙烯單元體。
- 五、乙酸乙酯可以溶解低密度、高密度保麗龍，且以乙酸乙酯當背景做苯乙烯單元體分析，發現苯乙烯在298nm有明顯波峰；以298nm做標準，發現乙酸乙酯除了溶解保麗龍之外，也可分解保麗龍成為苯乙烯單元體。
- 六、乙酸丁酯可以溶解低密度、高密度保麗龍，且以乙酸丁酯當背景做苯乙烯單元體分析，發現苯乙烯在266nm有明顯波峰；以266nm做標準，發現乙酸丁酯除了溶解保麗龍之外，也可分解保麗龍成為苯乙烯單元體。

七、使用乙酸乙酯、乙酸丁酯溶解保麗龍後，發現溶解液體都具有黏稠性，我們目前正在測量定量的乙酸乙酯、乙酸丁酯可溶解最大量的保麗龍量有多少，且正在測量這些粘稠的液體是否可當作不同物質的黏著劑可能性探討。我們還在實驗中，請評審老師推薦我們進入複賽，會在正式報告與海報中呈現。

捌、參考文獻

- 1.科學家突破性發現！三氯化鐵加陽光，30 分鐘內分解 90% 塑膠污染。2024。取自：<https://forum.gamer.com.tw/C.php?bsn=60433&snA=33441>。
- 2.三氯化鐵介紹。2017。取自：https://www.tophcc.com.tw/hot_product_details.php?id=71。
- 3.環保小尖兵一保麗龍的回收再利用。林如章 楊秀霞國立臺灣師範大學化學系。2000。取自：[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)。
- 4.處理保麗龍的技術方法。蕭筠軒 台北市立中山女高。2021。取自：<https://student.hlc.edu.tw/action/file/165/20211005150403350.pdf>。
- 5.魚油會溶解保麗龍！？不能溶解保麗龍的就不是魚油。2010。取自：<https://blog.udn.com/grace127/3886002>。
- 6.全球第一台 光寶打造移動式海廢保麗龍減容貨櫃。2020。取自：https://epb2.tnepb.gov.tw/tnepb_edu/mode03_02.asp?num=20200508165619&t=sub。
- 7.『吸凍！』--再造保麗龍的第二個春天。國立高雄師範大學附屬高級中學 鄭玉辰。2003。取自：<https://www.ntsec.edu.tw/science/detail.aspx?a=90&cat=95&sid=2751>。
- 8.高低密度保麗龍差別介紹。取自：https://www.nonwovenbags.com.tw/hot_15337.php。
- 9.保麗龍是6號塑膠？聚苯乙烯（PS）有毒？可回收嗎？。2023。取自：<https://www.greenpeace.org/taiwan/update/36710/%E4%BF%9D%E9%BA%97%E9%BE%8D%E6%98%AF%E8%99%9F%E5%A1%91%E8%86%A0%EF%BC%9F%E8%81%9A%E8%8B%AF%E4%B9%99%E7%83%AF%EF%BC%88ps%EF%BC%89%E6%9C%89%E6%AF%92%EF%BC%9F%E5%8F%AF%E5%9B%9E%E6%94%B6%E5%97%8E/>。
- 10.紫外光介紹。2024。取自：<https://www.arc-flash.com.tw/know/detail/36?srsId=AfmBOooOLj-OQCT2QHvIDQmrpWWjncJHbI1bZSttWJCqumVfrqamqrP>。
- 11.鹵素燈介紹。2015。取自：<https://ding-ju.com/knowledge-detail.php?act=detail&id=58>