

永續思維綠色化學多元教育推動計畫室內課程教材

-實驗課程塑膠辨識

適用對象：大專院校非化學相關科系學生

教材撰寫者：王維毅/臺北市立大學地生系環研所

委辦單位：行政院環保署化學局

執行單位：中原大學/臺北市立大學

週次	日期	節次	教學時間	100 分鐘
			班級人數	
主題名稱	永續思維綠色化學 多元教育推動計畫		活動名稱	實驗課程-塑膠辨識
活動場地			適合年齡	大專院校非化學相關科系學生
教學者			指導老師	
教學目標			具體目標	
1. 了解常用塑膠分類方式。(知識)			1-1 能了解常用塑膠材質、用途。 1-2 能了解常用塑膠分類標誌 1-3 能利用物理性質分類塑膠 1-4 能利用化學性質分類各類塑膠	
2. 能理解完整分類所需付出的能源與資源。(情意)			2-1 理解未正確分類所耗費的人力 2-2 理解未正確分類所耗費的能源 2-3 理解未正確分類所造成的環境問題	
3. 能正確回收,使用塑膠製品。(技能)			3-1 能辨識 PLA、PET 差別 3-2 了解 5R 原理 3-3 能將部分塑膠製品做到回收再利用	
教學資源	<p>課程： 具有塑膠分類標誌的塑膠製品(建議收集回收標誌 1-6+其他)、未有塑膠分類標誌的塑膠製品(種類盡量多元)、簡報檔(可提供學生圖示輔助說明)、電腦、投影機、雷射筆</p> <p>競賽： 分類盒子(建議可產用回收塑膠製品所製作的簡易收集盒)、標示告示牌(告示牌只需標註回收代號 1-6+其他)、圖卡(建議圖卡內容為中文名稱、英文簡稱、耐熱度、特別的特徵、常用的用途)</p> <p>實驗： 密閉玻璃容器(可採用一公升的血清瓶)、燒杯(一公升的)、加熱器(可採用電湯匙、恆溫水浴鍋)、鑷子、不鏽鋼鍋(十公升)、70%酒精(300 毫升)、丙酮(100 毫升)、指甲油去除劑一罐、自來水(三公升)、剪刀</p>			

教學目標	教學活動	時間	教學資源	教學評量
1-1	<p><準備活動></p> <ol style="list-style-type: none"> 收集具有塑膠分類標誌（共七種）的塑膠產品。完整的分類標誌兩套。 收集未有塑膠分類標誌的塑膠製品。 依照指導老師需求將學生分組。 <p><引起動機></p> <ol style="list-style-type: none"> 討論日常生活中會用到哪些塑膠製品 老師引導學生從起床後開始思考 起床-刷牙-漱口杯-牙膏外殼-馬桶蓋-手機外殼…等 塑膠製品對我們的影響有哪些 老師引導學生從正面與負面思考對我們的影響 學生可能回答： 正面：塑膠與日常生活密不可分，像是醫院裡的接觸式用品，避免感染大多使用一次性塑膠製品。 負面：正因塑膠製品的方便性，造成使用完後，就隨意丟棄。 (可放映海洋垃圾相關影片，youTube 收尋 How Much Plastic is in the Ocean) 	5 分鐘		小組合作討論、口頭分享。
1-1 1-2 3-2	<p><發展活動></p> <p><課程 1 開始></p> <p>一、導入主題活動（準備活動）</p> <ol style="list-style-type: none"> 發下一套具有各個塑膠分類標誌的塑膠製品，各組互相傳遞。 請同學觀察其性質、顏色、硬度、透明度，找出塑膠分類標誌，並記錄下來。 <p>二、教導學生塑膠製品的資源回收標示處、各個標示代號所代表的正確意思，並教導學生各類的塑膠，正確的使用方法。 老師可參考<附件一></p> <p>三、教導學生 5R 觀念。 老師問：有人知道 5R 是哪五個嗎？ 學生可能答：沒有聽過 老師答：這樣等下課程可以好好了解。 學生可能答：有聽過，但不知道是哪五個英文。 老師答：5R 其實是五個英文單字的縮寫。分別是：</p> <ol style="list-style-type: none"> Reduction「減量」 Reuse「重復使用」 Recycling「回收」 	20 分鐘	具有塑膠分類標誌的塑膠製品。簡報檔、投影機、雷射筆	小組合作討論、口頭分享。

<p>1-1 1-2</p>	<p>4. Regeneration 「再生」 5. Rejection 「拒用」 老師分別針對 5R 說明。</p> <p><分組競賽> 給予學生圖卡，請學生依照告示牌名稱正確分類。依照上述講述的內容，分組競賽，在有限的時間內，正確無誤的分類成功。 告示牌總類：塑膠編號 1-7 的圖片 圖卡牌總類：英文簡稱、顏色、耐熱溫度、密度範圍…等。</p>	<p>15 分鐘</p>	<p>圖卡、盒子、告示牌</p>	<p>小組競賽方式。</p>
<p>3-3</p>	<p><課程 2 開始> 一、導入主題活動（準備活動） 1. 發下一套未有塑膠分類標誌的塑膠製品。 2. 請同學思考該如何分辨。 3. 各組小隊長至前方領取所實驗所需器材。 實驗器材有：密閉玻璃容器、燒杯、加熱器、不鏽鋼鍋、70%酒精、丙酮、指甲油去除劑、自來水</p>	<p>5 分鐘</p>	<p>未有塑膠分類標誌的塑膠製品</p>	<p>小組合作討論、口頭分享。</p>
<p>1-3</p>	<p><實驗流程> 1. 將具有塑膠分類標誌的塑膠製品，剪成小碎片，利用形狀來辨識分別代表的塑膠分類標誌。（簡稱 1-7） 2. 將不鏽鋼鍋加入自來水後，至加熱器上加熱至沸騰。 3. 將 1-7 放入裝有室溫自來水的燒杯中。發現 2、4、5 會浮在水面上，1、3、6、7 則否。 老師提問為什麼這些塑膠會浮在水面上，而非沉至燒杯底部。 學生可能答：比重</p> <p><附件二> 老師問：有人知道水的密度是多少嗎？ 學生可能答：1。 老師問：1 什麼？密度的單位是甚麼呢？ 老師答：水的密度是 1g/cm^3，所以這些浮在水面上的塑膠，密度比水小，所以才會浮在水面上。</p>	<p>45 分鐘</p>	<p>具有塑膠分類標誌的塑膠製品、剪刀 自來水、燒杯、加熱器、不鏽鋼鍋、自來水、燒杯、鑷子</p>	<p>小組合作討論並記錄、口頭分享。</p>
<p>1-3</p>	<p>4. 承接步驟一將漂浮至水面上的 2、4、5 放入裝有 70%酒精的燒杯中，會發現 2、4、5 會沉入杯底，之後慢慢注入水至裝有 70%的酒精的燒杯中，會浮起來的順序分別為 5、4、2。 老師提問為什麼這些一開始都沉在杯底，加水之後會慢慢照順序浮在水面上。 學生答： 老師解答：因為注入水之後，會改變原本 70%酒精的密度，依照塑膠製品性質不一樣，浮至水面上的順序也會不同。</p>		<p>70%酒精、自來水、燒杯、鑷子</p>	

1-4	<p>5. 承接步驟一剩餘的 1、3、6、7 放入沸騰的自來水 30 分鐘，會發現 1 會捲曲、收縮、清晰透明；會發現 7 會收縮、會變得霧面 3、6 則無明顯改變。</p> <p>老師提問為什麼 3、6 會有這樣的情況。</p> <p>學生答：</p> <p>老師解答：因為 1、7 的耐熱溫度低於自來水的沸騰溫度，所以會造成捲曲/收縮/霧面。</p>		自來水、燒杯、加熱器、鑷子	
1-4	<p>6. 承接步驟三將剩餘 3、6 放入裝有丙酮溶劑的密閉容器一分鐘，會變軟的為 6；未改變的為 3。</p> <p><未有丙酮溶劑時，可以改用指甲油去除劑，但須將 3、6 泡製 10 分鐘></p>		丙酮溶劑、指甲油去除劑、密閉容器、鑷子	
1-4	<p>7. 老師給予塑膠製的手搖飲料杯，以組別發放下去，同學觀察手搖杯容器</p> <p>老師提問：請同學觀察塑膠製成的手搖杯哪裡不一樣了。</p> <p>學生回答：封膜使用的塑膠與杯子所使用的塑膠不同。</p> <p>老師提問：哪裡可以知道這兩種塑膠是不同呢？</p> <p>學生回答：封膜的地方，因為封口機熱壓原理的關係，使得封膜的地方有捲曲。</p> <p>依據上述步驟，重複實驗過程一次，便能分辨出塑膠。</p>		未有塑膠分類標誌的塑膠製品	
2-3	<p>二、教導學生本次所使用過後的化學品應該如何處理。</p> <p>老師問：後續使用過的這些化學品，應該如何處理？</p> <p>學生答：倒入洗手槽。</p> <p>老師答：倒入洗手槽是不對的。我們使用的化學品有丙酮、乙醇。在實驗過程中，丙酮並沒有被稀釋使用，所以可以回收再利用。但在容器標示時，須註明這是使用過的丙酮。乙醇在實驗過程中，為了浮力，而加入了水，這樣的話就不能再次回收利用。</p> <p>老師問：那加水稀釋的乙醇應該如何處理呢？</p> <p>同學答：非身體接觸的清潔消毒。</p> <p>老師答：對！沒錯。這是一個很好的處理方式。</p> <p><綜合討論></p> <p>一、老師歸納本次課程重點。</p> <p>二、利用這些化學有機溶劑，只為了分辨塑膠製品，讓學生理解過程中產生的汙染。</p> <p>老師問：了解塑膠分類的方法，知道實驗過程會造成那些汙染嗎？</p>	15分鐘	簡報檔、投影機、雷射筆	以小組抽點學生回

3-2	<p>學生答：有機溶劑、熱水加熱所使用的電力。 老師答：沒錯。前面課程所講的 5R 中 Reduction「減量」、Reuse「重復使用」、Recycling「回收」、Regeneration「再生」、Rejection「拒用」光是一個分類就會產生這樣的汙染。我們是否能達到重復使用、減量使用呢。</p>			答。
3-1	<p>三、了解塑膠(PLA、PET)分類時性質相向，但回收處理去處卻大不同。</p> <p>四、老師引導學生了解塑膠製品回收後的轉型資源，可將回收塑膠製品在製程運動排汗衣…等。</p>			
3-3	<p>老師可參考<附件三></p> <p>五、Q&A 問題搶答 評量方式</p>			

附件一

標誌與編號	縮寫	聚合物名稱	用途	特性及安全問題	塑膠本色	塑膠分辨特徵
	PETE 或 PET	聚對苯二甲酸乙二酯 (PET, Polyethylene terephthalate)	聚酯纖維、熱可塑性樹脂、膠帶與寶特瓶、市售飲料瓶、食用油瓶等塑膠瓶。	耐熱攝氏 60~85 °C 並耐酸鹼，過熱及長期使用可能會釋出塑化劑鄰苯二甲酸二辛酯 (DEHP)。但是一般情況下，PET 材料不會添加塑化劑。	白色或透明 (加工過程急速冷卻)	瓶身一體成形沒有接縫，底部會有一個圓點。容易燃燒，燃燒時會有黑煙及芳香甜味，燃燒後熔融落下
	HDPE 或 PEHD	高密度聚乙烯 (PE, High-density polyethylene)	瓶子、購物袋、回收桶、農管用管、杯座、汽車障礙、鮮奶瓶、運動場設備與複合式塑膠木材	耐熱度 90~110 °C 耐腐蝕、耐酸鹼，不易徹底清洗殘留物，食品用途容器不應通過清洗後重複利用。	白色半透明	手感似臘，瓶子製品多半不透明，塑膠袋製品揉搓或摩擦時有沙沙聲。容易燃燒，燃燒時沒有黑煙及有蠟燭味，火焰先端黃色下端青綠色，移離火源時亦不熄滅，燃燒後熔融落下
	PVC	聚氯乙烯 (PVC, Polyvinyl chloride)	管子、圍牆與非食物用瓶、保鮮膜、雞蛋盒、調味罐等	耐熱 60~80 °C，過熱易釋放各種有毒添加劑 (用於改善該類型塑膠的性能，含環境賀爾蒙之塑化劑) 一般 PVC 會在製程中大量塑化劑。現在塑化劑有無毒配方，因此 PVC 能繼續廣泛使用於各種產品。	無色透明	圓形的瓶子製品底部為一條直線，用力對折時會有白痕出現，於太陽底下長時間曝曬後會變為鐵紅色；延燒性差離開火源時會自然熄滅，燃燒時邊緣會有青色火焰，有黑煙及鹽酸加焦味
	LDPE 或 PELD	低密度聚乙烯 (PE, Low-density polyethylene)	塑膠袋、各種的容器、投藥瓶、洗瓶、配管與各種模型的實驗室設備	耐熱 70~90 °C (158~194 °F)，耐腐蝕、耐酸鹼，過熱易產生致癌物質。	白色半透明 / 薄膜產品呈現透明	膠袋製品較為柔軟，揉搓時較不會發出沙沙聲；包裝膜較易撕開。容易燃燒，燃燒時沒有黑煙及有蠟燭味，火焰先端黃色下端青綠色，移離火源時亦不熄滅，燃燒後熔融落下
	PP	聚丙烯 (PP, Polypropylene)	汽車零件、工業纖維與食物容器、食品餐器具、水杯、布丁盒、豆漿瓶等	耐熱至 100~140 °C (212~284 °F)，耐酸鹼、耐化學物質、耐碰撞、耐高溫，在一般食品處理溫度下較為安全。	白色半透明	硬度較高，表面較有光澤。容易燃燒，燃燒時無黑煙及有柴油蠟燭氣味，火焰黃色或藍色，移離火源時亦不熄滅，燃燒後快速完全燒掉。
	PS	聚苯乙烯 (PS, Polystyrene)	書桌佩飾、自助式托盤、食品餐器具、玩具、錄影帶盒、養樂多瓶、冰淇淋盒、泡麵碗、隔板與泡沫聚苯乙烯 (Expanded polystyrene, EPS) 產品，如保麗龍。	耐熱度 70~90 °C (158~194 °F)，吸水性低、安定性佳，酸鹼溶液 (如橙汁等)，或者高溫下容易釋出致癌物質，不適用酒精、不適用食用油類性。	無色透明	以手即可撕裂，輕折時有白痕出現，並有擴散現象。容易燃燒，燃燒時會有苯乙烯氣味，橙黃色黑煙，移離火源時亦不熄滅，燃燒後軟化。

	OTHER	其他塑膠，包括 美耐皿 、ABS 樹脂 (ABS)、聚甲基 丙烯酸甲酯 (PMMA 、壓克力之 一)、聚碳酸酯 (PC)、聚乳酸 (PLA) 、尼龍與玻璃纖 維強化塑膠	食品餐器具	聚碳酸酯 (PC) 耐熱 120~130 °C，不適用鹼； 聚乳酸 (PLA) 耐熱 50 °C；亞 克力 (PMMA) 耐熱 70~90 °C，不 適用酒精；美耐皿樹脂耐熱 110~130 °C，但有可能會有 溶出酚甲烷 (雙酚 A) 的疑慮， 故不建議裝盛熱食。	聚碳酸酯 (PC)、聚乳 酸 (PLA)、亞克力 (PMMA) 為 無色透 明；美耐皿 透明偏白
--	-------	---	-------	---	--

附件二

塑膠製品的物理特性

編號	塑膠類型	密度 (g/cm ³)	玻璃轉移溫度 °C	熔點溫度 °C
1	PET or PETE	1.38-1.39	60-85	250-265
2	HDPE	0.95-0.97	~-125	~138
3	PVC	1.16-1.35	81-98	200-300
4	LDPE	0.92-0.94	-128 to -30	~138
5	PP	0.90-0.91	-8	174-177
6	PS	1.05-1.07	80-100	240
7	PLA	1.25-1.26	50-80	173-178

附件三

	 PET	 HDPE	 PVC	 LDPE	 PP	 PS	 OTHER
膠材	聚乙烯對苯二甲酸酯	高密度聚乙烯	聚氯乙烯	低密度聚乙烯	聚丙烯	聚苯乙烯	其他類
常見用品	寶特瓶	鮮奶瓶 清潔劑瓶	收縮膜標籤 沙拉油瓶	塑膠袋 夾鏈袋 塑膠杯	免洗餐具 飲料瓶 杯蓋	養樂多瓶 泡麵碗	複合材質及其他塑膠類 如牙膏、壓克力
回收再製品	假髮 蛋盒 包裝盒 填充棉 不織布	工具箱 水管 垃圾袋	人造皮革 電線覆皮 水管	塑膠棧板 帽沿	花盆架 OA 傢俱 運動器材 腳踏墊 汽車保險桿	玩具 筆筒 相機及錄影帶外殼 建築合成材料	鋁箔 繩子 安全帽

參考資料：

[大發塑膠製品有限公司](#)

[食品用塑膠材質 特性與如何正確使用 財團法人塑膠工業技術](#)

永續思維綠色化學多元教育推動計畫

計畫主持人：王玉純

共同主持人：林子凱、張育傑、徐宏德

教材審查委員：

聯絡方式：蕭寶桂高級環境技術師