

素養 LEVEL UP

目錄

無火加熱（配合第一章）	2
水垢的產生與清除（配合第一章）	5
原子經濟（配合第一章）	7
手中的小太陽——暖暖包（配合第二章）	9
亂世英雄——次氯酸鈉（配合第二章）	11
稍縱即逝的火光——仙女棒（配合第二章）	14
麵包的科學（配合第三章）	16
變色口紅膠（配合第三章）	18
海洋酸化（配合第三章）	20
液態暖暖包（配合第四章）	22
肥料與炸藥——黎巴嫩爆炸（配合第四章）	24
地底下有洞（配合第四章）	26
令人窒息的海洋油汙染（配合第五章）	28
補牙的化學反應（配合第五章）	31
塑膠的回收與 5R（配合第五章）	33
時尚也可以很環保（配合第五章）	36
測量液體濃度的利器——波美計（配合第六章）	38
鞋底的玄機（配合第六章）	41
潛水夫病（配合第六章）	43

十二年國民基本教育自然科學領域課程綱要

學習重點	學習表現	學習內容	自然科學領域核心素養具體內涵
	tr-IV-1 能將所習得的知識正確的連結到所觀察到的自然現象及實驗數據，並推論出其中的關聯，進而運用習得的知識來解釋自己論點的正确性。 pa-IV-1 能分析歸納、製作圖表、使用資訊與數學等方法，整理資訊或數據。	Ja-IV-1 化學反應中的質量守恆定律。 Ja-IV-2 化學反應是原子重新排列。 Ja-IV-3 化學反應中常伴隨沉澱、氣體、顏色及溫度變化等現象。 Ja-IV-4 化學反應的表示法。	自-J-A1 能應用科學知識、方法與態度於日常生活當中。 自-J-A2 能將所習得的科學知識，連結到自己觀察到的自然現象及實驗數據，學習自我或團體探索證據、回應多元觀點，並能對問題、方法、資訊或數據的可信性抱持合理的懷疑態度或進行檢核，提出問題可能的解決方案。 自-J-B1 能分析歸納、製作圖表、使用資訊與數學運算等方法，整理自然科學資訊或數據，並利用口語、影像、文字與圖案、繪圖或實物、科學名詞、數學公式、模型，表達探究之過程、發現與成果、價值和限制等。

無火加熱

生石灰的成分是氧化鈣 (CaO)，外觀為白色固體或粉狀，常用來作為脫水乾燥劑。生石灰加水會變成熟石灰，成分是氫氧化鈣 (Ca(OH)_2)，是水泥的原料，這個反應的過程會放出大量的熱，且產物具腐蝕性，若不慎接觸到皮膚、眼睛、呼吸道或消化道，會造成嚴重灼傷，須謹慎使用。

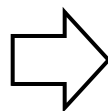
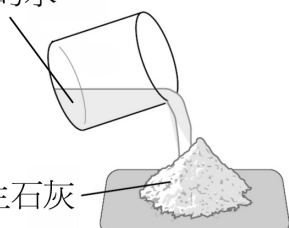
人們利用生石灰遇水放熱的特性來加熱食品已經有一段時間了，這種自熱食品在加熱時不需生火，最初是為軍人和野外活動人員設計的，但如今一般民眾也能輕鬆買到。例如中國流行過的懶人火鍋和日本的自熱火車便當，只需在超市或便利商店即可購得。

翰翰想要自己嘗試用生石灰來加熱便當，為了找出生石灰與水的最佳混合比例，在老師陪同下做了下列的實驗 (裝置步驟如下)：

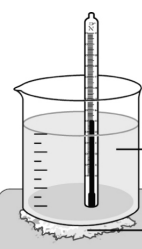
- 分別把 25、50、75、100、150、200mL 的水加入 100 公克的生石灰中。
- 在生石灰上面放置一裝有 500mL 水 (水溫 25°C) 的燒杯，並每隔 3 分鐘測量水溫。

不同水量的水

100公克生石灰



隔熱裝置中



500mL水

生石灰+水

他得到以下實驗數據：

500mL 的水 上升溫度 ($^\circ\text{C}$) 加入生石灰 的水量 (mL)	反應時間(分)						
	3	6	9	12	15	18	21
25	2	13.8	16	17.5	18.3	19.3	19.3
50	1.7	21.5	25.7	28.3	29	29	29
75	1.2	18.3	26.2	27.8	28.7	28.8	28.8
100	1	8	20	24	26.2	27.2	27.3
150	1	4.3	13.8	22.5	26.3	26.7	27.0
200	0.8	4.3	11.5	17.7	20.8	22.7	23.8

(數據來源:嘉義市第28屆中小學科學展覽會 / 化學科 / 國小組 / 生石變熟食)

(1) 請依上文試著寫出生石灰 (CaO) 遇水 (H_2O) 變熟石灰 ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) 的化學反應式。

答：

(2) 依實驗結果，翰翰選擇多少水量與生石灰混合，可以讓水的上升溫度最快、最高？

答：

(3) 是否能從(1)的化學反應式推理出生石灰與水在理論質量上的最佳混合比例？(已知原子量： $\text{H}=1$ ， $\text{O}=16$ ， $\text{Ca}=40$)

答：

(4) 是否能從(1)的化學反應式解釋(2)的最佳水量結果？(已知原子量： $\text{H}=1$ ， $\text{O}=16$ ， $\text{Ca}=40$)

答：

十二年國民基本教育自然科學領域課程綱要

學習重點	學習表現	tr-IV-1 能將所習得的知識正確的連結到所觀察到的自然現象及實驗數據，並推論出其中的關聯，進而運用習得的知識來解釋自己論點的正确性。	自然科學領域核心素養具體內涵	自-J-A1 能應用科學知識、方法與態度於日常生活當中。 自-J-A2 能將所習得的科學知識，連結到自己觀察到的自然現象及實驗數據，學習自我或團體探索證據、回應多元觀點，並能對問題、方法、資訊或數據的可信性抱持合理的懷疑態度或進行檢核，提出問題可能的解決方案。
	學習內容	Ja-IV-1 化學反應中的質量守恆定律。 Ja-IV-2 化學反應是原子重新排列。 Ja-IV-3 化學反應中常伴隨沉澱、氣體、顏色及溫度變化等現象。 Ja-IV-4 化學反應的表示法。		

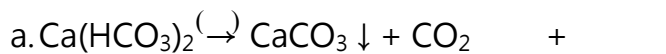
水垢的產生與清除

我們每天都需要喝水，通常會將自來水煮沸後放涼再飲用，以達到殺菌和讓氯氣揮發的效果。若水壺一段時間未清洗，就會出現白色結塊物，俗稱「水垢」或「鍋垢」。

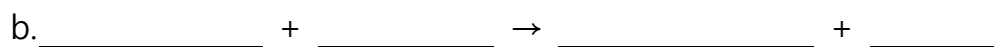
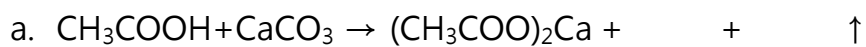
水垢的主要成因是自來水中含有礦物質，其含量被稱為水質硬度。礦物質含量因地理因素而異，其中鈣和鎂等在水中溶解形成碳酸氫鈣 ($\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$) 與碳酸氫鎂 ($\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$)，經加熱煮沸後會放出二氧化碳，變成難溶的碳酸鈣 (CaCO_3) 和氫氧化鎂 ($\text{Mg}(\text{OH})_2$) 等白色結晶沉澱。依照世界衛生組織對飲用水的指引，硬度小於 500mg/L 都是可接受範圍，而臺灣自來水水質總硬度標準為 300mg/L ，對人體健康並無影響。

但是，當水垢淤積於熱水器、水管、水龍頭中時，會影響加熱效果、堵住水管和降低水壓。因此，改善水垢淤積的狀況十分重要。居家清潔中常用「醋」來清除水垢，醋中的乙酸 (CH_3COOH) 可與碳酸鈣反應，生成乙酸鈣 ($(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Ca}$)、水和二氧化碳；乙酸與氫氧化鎂反應生成乙酸鎂 ($(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Mg}$) 與水。乙酸鈣與乙酸鎂皆溶於水，因此將水壺中加醋浸泡後，再搭配刷洗，便能簡易清除水垢。

(1) 根據第二段文章所述，完成下列產生水垢的反應式。



(2) 根據第三段文章所述，完成下列清除水垢的反應式。



(3) 綜合產生水垢與清除水垢的過程，請選出此化學反應包含了下列哪些現象呢？（複選）

①產生氣體 ②顏色變化 ③產生沉澱 ④溫度變化

答：

十二年國民基本教育自然科學領域課程綱要

學習重點	學習表現	po-IV-1 能從學習活動、日常經驗及科技運用、自然環境、書刊及網路媒體中，進行各種有計畫的觀察，進而能察覺問題。 ah-IV-2 應用所學到的科學知識與科學探究方法，幫助自己做出最佳的決定。	自然科學領域核心素養具體內涵	
	學習內容	Ja-IV-1 化學反應中的質量守恆定律。 Ja-IV-2 化學反應是原子重新排列。 Ja-IV-4 化學反應的表示法。		自-J-A1 能應用科學知識、方法與態度於日常生活當中。 自-J-A3 具備從日常生活經驗中找出問題，並能根據問題特性、資源等因素，善用生活週遭的物品、器材儀器、科技設備及資源，規劃自然科學探究活動。

原子經濟

綠色化學強調環保並兼顧經濟，使地球能夠永續發展。其中，「原子經濟」是綠色化學中的一個重要概念。西元 1991 年，率先由史丹佛大學特羅斯特教授所提出，希望在化學反應製程中充分利用原料，實現零排放的理想，原子經濟又可稱為原子使用效率，其計算公式如下：

$$\frac{\text{目標產物的總質量}}{\text{所有原料反應物的總質量}} \times 100\%$$
。原子使用效率愈高，代表反應的環保程度愈高，所造成的汙染相對較小。

甲基丙烯酸甲酯是製造壓克力高分子的單體，過往是以丙酮製造，完整的製程可用下列化學反應式表示：

丙酮 + 氫氰酸 + 甲醇 + 硫酸 → 甲基丙烯酸甲酯 + 硫酸氫銨

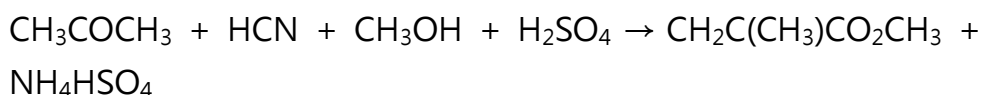
新的改良製程則用觸媒催化丙炔、甲醇與一氧化碳反應直接生成產物，沒有製造任何廢棄物，原子使用效率 100%。

(1) 請完成下方甲基丙烯酸甲酯新製程的化學反應式。

答：_____ $\text{CHC}(\text{CH}_3) + \text{CH}_3\text{OH} + \text{_____} \rightarrow \text{CH}_2\text{C}(\text{CH}_3)\text{CO}_2\text{CH}_3$

(2) 過往以丙酮製造甲基丙烯酸甲酯的製程，其原子使用效率約為多少（百分率取到整數位）？（分子量： $\text{CH}_3\text{COCH}_3=58$ ， $\text{HCN}=27$ ， $\text{CH}_3\text{OH}=32$ ， $\text{H}_2\text{SO}_4=98$ ， $\text{CH}_2\text{C}(\text{CH}_3)\text{CO}_2\text{CH}_3=100$ ， $\text{NH}_4\text{HSO}_4=115$ ）

答：化學反應式為



原子使用效率 = $\frac{\text{_____}}{58 + \text{_____} + 32 + \text{_____}} \times 100\% = \text{_____}$

十二年國民基本教育自然科學領域課程綱要

學習重點	學習表現	學習內容	自然科學領域核心素養具體內涵
	tr-IV-1 能將所習得的知識正確的連結到所觀察到的自然現象及實驗數據，並推論出其中的關聯，進而運用習得的知識來解釋自己論點的正确性。 pa-IV-1 能分析歸納、製作圖表、使用資訊與數學等方法，整理資訊或數據。	Jc-IV-1 氧化與還原的狹義定義為：物質得到氧稱為氧化反應；失去氧稱為還原反應。 Jc-IV-4 生活中常見的氧化還原反應及應用。	自-J-A1 能應用科學知識、方法與態度於日常生活當中。 自-J-A2 能將所習得的科學知識，連結到自己觀察到的自然現象及實驗數據，學習自我或團體探索證據、回應多元觀點，並能對問題、方法、資訊或數據的可信性抱持合理的懷疑態度或進行檢核，提出問題可能的解決方案。 自-J-B1 能分析歸納、製作圖表、使用資訊與數學運算等方法，整理自然科學資訊或數據，並利用口語、影像、文字與圖案、繪圖或實物、科學名詞、數學公式、模型，表達探究之過程、發現與成果、價值和限制等。

手中的小太陽——暖暖包

在寒冷的冬天，手握一個暖暖包已經是很常見的現象，它能帶來溫暖，彷彿是手中的小太陽。但你知道暖暖包的放熱原理是什麼嗎？

常見的拋棄式暖暖包的主要成分是鐵粉，當暖暖包拆封後，鐵粉會與空氣中的氧氣發生氧化還原反應而放熱。然而，鐵粉在一般情況下的氧化過程比較緩慢，因此暖暖包中還加入了食鹽、活性碳和蛭石（矽酸鹽類礦物）等物質，以加快鐵粉的氧化速度，讓它能在短時間內快速升溫。

(1) 下列何種現象與暖暖包作用的化學反應原理不同？

(A)木材劇烈燃燒

(B)生物行呼吸作用

(C)雨後地上的積水逐漸消失

(D)游泳池加入氯氣消毒

答：

(2) 試寫出拋棄式暖暖包內鐵粉與氧氣作用的化學反應式。(氧化鐵化學式： Fe_2O_3)

答：

(3) 阿翰想了解為何市面上的拋棄式暖暖包皆以鐵粉作為主要成分，他使用不同金屬粉末做實驗，數據顯示如下，試分析為何鐵粉是最適合的成分。

數據 1、溫度上升的情形

	鐵粉	鋅粉	鋁粉
0 分鐘(室溫)	25°C	25°C	25°C
5 分鐘	45°C	55°C	25°C
10 分鐘	50°C	60°C	28°C
15 分鐘	55°C	70°C	30°C

數據 2、最高溫與高溫的持續時間

鐵粉	鋅粉	鋁粉
55°C / 15 分鐘	75°C / 5 分鐘	30°C / 15 分鐘

數據 3、每 500g 金屬粉末的價格

鐵粉	鋅粉	鋁粉
100 元	1500 元	260 元

答：

十二年國民基本教育自然科學領域課程綱要

學習重點	學習表現	tr-IV-1 能將所習得的知識正確的連結到所觀察到的自然現象及實驗數據，並推論出其中的關聯，進而運用習得的知識來解釋自己論點的正确性。 an-IV-2 分辨科學知識的確定性和持久性，會因科學研究的時空背景不同而有所變化。	自然科學領域核心素養具體內涵	自-J-A1 能應用科學知識、方法與態度於日常生活當中。 自-J-A2 能將所習得的科學知識，連結到自己觀察到的自然現象及實驗數據，學習自我或團體探索證據、回應多元觀點，並能對問題、方法、資訊或數據的可信性抱持合理的懷疑態度或進行檢核，提出問題可能的解決方案。
	學習內容	Jc-IV-4 生活中常見的氧化還原反應與應用。		

亂世英雄——次氯酸鈉

西元1787年，法國化學家柏瑟列首次發現了次氯酸鈉，到了西元1820年，法國化學家拉巴拉克開始將次氯酸鈉用作漂白水。第一次世界大戰期間，為了幫助大量傷患消毒傷口，各國的學者和醫生們積極尋找可殺菌且對人體無害的消毒水。英國化學家達金發現次氯酸鈉效果最佳，他所研發的消毒配方被命名為「達金溶液」。

然而，到了西元1990年代末期，達金溶液的使用開始受到質疑，主要爭議集中在其對健康生物組織的毒性上。最初達金的建議消毒配方是濃度4%的次氯酸鈉溶液，但此濃度對細胞具有刺激性，後來人們發現使用濃度僅為0.5%甚至更低的次氯酸鈉溶液也可達到很好的殺菌效果，而且刺激性較小。儘管在使用上仍存在爭議，但臨床觀察結果仍然證實了達金溶液在醫學上作為重要消毒配方的地位。

除了在醫學上的重要地位，次氯酸鈉在生活中也扮演了重要角色：一種方便易得的消毒殺菌工具。次氯酸鈉溶於水中會解離成次氯酸根和鈉離子，次氯酸根能氧化許多物質，通過氧化還原反應破壞細菌的細胞機能，達到殺菌目的；漂白功能也是由於其氧化了含有顏色的化合物，使物質褪色。

儘管次氯酸鈉用途廣泛，但在使用上仍需注意一些事項：稀釋高濃度次氯酸鈉時，應戴手套與口罩，避免直接接觸；次氯酸鈉須儲存在陰涼處，因高溫、陽光下或與酸接觸易分解產生有毒氯氣，也應避免加在熱水中；新聞中偶爾會聽聞因打掃浴廁時不慎混合鹽酸使用而發生的事故。次氯酸鈉與許多化學藥品相同，必須小心謹慎使用，才能享受其帶來的便利，同時避開潛在的危險。

(1) 有關次氯酸鈉發展的相關敘述，下列何者錯誤？

- (A)英國化學家達金研發出的消毒配方，被命名為「達金溶液」
- (B)直至今日，「達金溶液」仍是醫學中重要的消毒配方之一
- (C)達金建議的消毒配方比例，對健康生物組織的毒性影響具有爭議
- (D)法國化學家柏瑟列將次氯酸鈉作為漂白水使用

答：

(2) 有關次氯酸鈉的安全使用方法，下列何者正確？

- (A)清洗浴廁時，與鹽酸混用，清潔效果加倍
- (B)高濃度次氯酸鈉沒有腐蝕性，可以徒手稀釋
- (C)次氯酸鈉須儲存在陰涼處，避免分解產生有毒氯氣
- (D)以熱水稀釋使用，反應速率較快，殺菌效果更迅速

答：

(3) 請簡單敘述次氯酸鈉的殺菌原理為何？

答：

十二年國民基本教育自然科學領域課程綱要

學習重點	學習表現	tr-IV-1 能將所習得的知識正確的連結到所觀察到的自然現象及實驗數據，並推論出其中的關聯，進而運用習得的知識來解釋自己論點的正确性。 pa-IV-1 能分析歸納、製作圖表、使用資訊與數學等方法，整理資訊或數據。	自然科學領域核心素養具體內涵	自-J-A1 能應用科學知識、方法與態度於日常生活當中。 自-J-B1 能分析歸納、製作圖表、使用資訊與數學運算等方法，整理自然科學資訊或數據，並利用口語、影像、文字與圖案、繪圖或實物、科學名詞、數學公式、模型，表達探究之過程、發現與成果、價值和限制等。
	學習內容	Jc-IV-1 氧化與還原的狹義定義為：物質得到氧稱為氧化反應；失去氧稱為還原反應。 Jc-IV-4 生活中常見的氧化還原反應及應用。		

稍縱即逝的火光——仙女棒

仙女棒是小孩和情侶最喜歡的煙火產品之一，在黑暗中看著綻放的火花，也是不少人心目中熟悉的畫面。小小一根仙女棒，卻能有這樣的聲光效果，究竟是應用什麼化學反應的原理呢？

仙女棒的組成可分為燃料組和氧化劑組：燃料組包括鋁鎂合金粉、鐵粉和碳粉，這些物質通過黏著劑固著在鐵棒上；氧化劑組則包括硝酸鉀和過氯酸鉀。當仙女棒燃燒時，硝酸鉀遇熱生成氧，幫助燃料組燃燒；過氯酸鉀則能使燃料組發生小爆炸，產生視覺上的火花。不同顏色的火花取決於燃燒的成分，例如：鋁鎂合金燃燒產生白光、鈣化合物產生橙光、鈉化合物產生黃光、鉍化合物產生綠光、鉀化合物則產生紫光。

燃燒是劇烈的氧化還原反應，常伴隨熱與光的產生，雖然仙女棒的燃燒伴隨著多種化學反應，因能量大多以光的形式釋出，讓人感受到的熱度不高，但燃燒後的仙女棒一樣要等冷卻後再丟棄，避免發生危險。並且需特別留意，鎂粉遇水及二氧化碳會有劇烈反應，若不慎發生火災，需慎選滅火方式。



- (1) 當仙女棒工廠發生火警，請根據附表提供的滅火原理，判斷應選擇何種方式來撲滅火災？

種類	成分	滅火原理
消防砂	乾燥的砂土	隔絕火源與氧氣，進而滅火
水滅火器	水以及能增加滅火性能的藥劑	讓火源降溫，進而滅火
二氧化碳滅火器	加壓二氧化碳氣體	二氧化碳排擠掉火源周遭的氧氣，進而滅火
泡沫滅火器	泡沫水溶液，經由特殊設計的噴嘴噴射而發泡	隔絕火源與氧氣，進而滅火

答：

- (2) 若想製作多彩仙女棒，除了鋁鎂合金粉外，還要加入什麼金屬化合物，才能做出下面顏色的仙女棒？

答：紫色仙女棒：_____；黃色仙女棒：_____；綠光仙女棒：_____；
橙光仙女棒：_____。

十二年國民基本教育自然科學領域課程綱要

學習重點	學習表現	tr-IV-1 能將所習得的知識正確的連結到所觀察到的自然現象及實驗數據，並推論出其中的關聯，進而運用習得的知識來解釋自己論點的正确性。	自然科學領域核心素養具體內涵	自-J-A1 能應用科學知識、方法與態度於日常生活當中。 自-J-A2 能將所習得的科學知識，連結到自己觀察到的自然現象及實驗數據，學習自我或團體探索證據、回應多元觀點，並能對問題、方法、資訊或數據的可信性抱持合理的懷疑態度或進行檢核，提出問題可能的解決方案。
	學習內容	Ja-IV-3 化學反應中常伴隨沉澱、氣體、顏色及溫度變化等現象。 Jd-IV-5 酸、鹼、鹽類在日常生活中的應用與危險性。		

麵包的科學

如果仔細查看市面上麵包的營養成分表，會發現它們通常含有酵母、小蘇打粉或泡打粉，這些添加是麵包的膨鬆的關鍵。酵母菌經過發酵會產生二氧化碳，讓麵糰膨鬆，小蘇打粉和含有小蘇打粉的泡打粉遇到酸或加熱後也會產生二氧化碳，達到類似效果。

如果在製作過程中只添加小蘇打粉，食材就必須選擇如巧克力、牛奶或優格等酸性物質，以產生反應，生成二氧化碳並在麵糰中形成氣泡。泡打粉主要作用於烘烤的過程中，因為它混合了其他物質形成中性粉末，遇到酸性麵糰時不會立即發生反應，而是在加熱時，其中的小蘇打粉遇熱生成二氧化碳，使麵糰再次膨脹。

在市面上眾多麵包產品中，比斯吉是一種相當經典、添加化學膨鬆劑的速發麵包，製作時若僅添加小蘇打粉，成品較塌、口感較軟；若添加小蘇打粉與泡打粉，成品則相當蓬鬆且口感較酥。

(1) 關於上述文章，下列敘述何者正確？

- (A) 酵母菌發酵的氣體產物與小蘇打粉加熱不同
- (B) 若麵糰中僅添加小蘇打粉，需要添加酸性食材效果較好
- (C) 泡打粉是一種混有小蘇打粉的鹼性粉末
- (D) 小蘇打粉只會於加熱時產生氣體

答：

(2) 有一種傳統小吃是將糖粉加熱熔化後，以木棒沾取少量小蘇打粉快速攪拌糖漿，而使糖漿膨脹成為餅狀，因此稱為極糖。這種製作方式是利用小蘇打粉的何種性質？

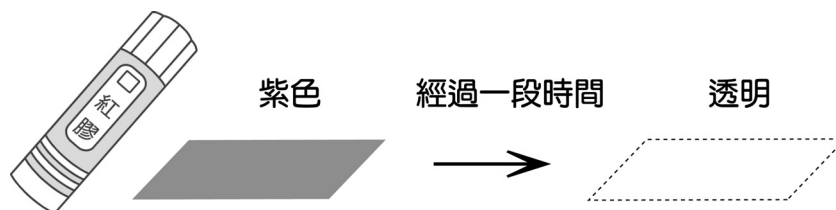
答：

十二年國民基本教育自然科學領域課程綱要

學習重點	學習表現	自然科學領域核心素養具體內涵	
	學習內容		
	tr-IV-1 能將所習得的知識正確的連結到所觀察到的自然現象及實驗數據，並推論出其中的關聯，進而運用習得的知識來解釋自己論點的正确性。 pa-IV-1 能分析歸納、製作圖表、使用資訊與數學等方法，整理資訊或數據。		自-J-A1 能應用科學知識、方法與態度於日常生活當中。 自-J-A2 能將所習得的科學知識，連結到自己觀察到的自然現象及實驗數據，學習自我或團體探索證據、回應多元觀點，並能對問題、方法、資訊或數據的可信性抱持合理的懷疑態度或進行檢核，提出問題可能的解決方案。 自-J-B1 能分析歸納、製作圖表、使用資訊與數學運算等方法，整理自然科學資訊或數據，並利用口語、影像、文字與圖案、繪圖或實物、科學名詞、數學公式、模型，表達探究之過程、發現與成果、價值和限制等。
	Ja-IV-3 化學反應中常伴隨沉澱、氣體、顏色及溫度變化等現象。 Jd-IV-5 酸、鹼、鹽類在日常生活中的應用與危險性。		

變色口紅膠

變色口紅膠的功能和膠水相似，可以黏貼物品，但很特別的是，剛塗抹時會有明顯的顏色，讓人知道哪裡已經有塗過膠，但經過一段時間，塗膠會變成透明無色，就不會影響外觀，避免物品透出不同的顏色。



為什麼口紅膠會變色？其實與額外添加的成分有關，市面上常見的紫色口紅膠，加入了一種稱為鄰甲酚酞的酸鹼指示劑，會因接觸空氣，造成酸鹼值改變而變色。若在塗抹過口紅膠的位置塗上鹽酸，塗抹的地方會立即變成無色；此時若再塗上氫氧化鈉水溶液，塗抹的地方又會恢復為紫色。

(1) 請推測下列何者可能為鄰甲酚酞指示劑？

指示劑	低pH值時的顏色	變色範圍pH值	高pH值時的顏色
(A)	紫色	7.0 ~ 8.2	無色
(B)	無色	3.5 ~ 5.2	紫色
(C)	無色	8.2 ~ 9.8	紫色
(D)	紫色	8.2 ~ 10.0	無色

答：

(2) 根據文中資訊，紫色口紅膠本身的酸鹼性與下列何者相同？

(A)食醋 (B)純水 (C)胃散 (D)牛奶

答：

(3) 紫色口紅膠接觸空氣後，乾掉會變無色，請推測是接觸了空氣中的何種氣體所致？

(A) H_2 (B) N_2 (C) O_2 (D) CO_2

答：

十二年國民基本教育自然科學領域課程綱要

學習重點	學習表現	tr-IV-1 能將所習得的知識正確的連結到所觀察到的自然現象及實驗數據，並推論出其中的關聯，進而運用習得的知識來解釋自己論點的正确性。	自然科學領域核心素養具體內涵	自-J-A1 能應用科學知識、方法與態度於日常生活當中。 自-J-A2 能將所習得的科學知識，連結到自己觀察到的自然現象及實驗數據，學習自我或團體探索證據、回應多元觀點，並能對問題、方法、資訊或數據的可信性抱持合理的懷疑態度或進行檢核，進而解釋因果關係或提出問題可能的解決方案。
	學習內容	Jd-IV-2 酸鹼強度與 pH 值的關係。 Jd-IV-4 水溶液中氫離子與氫氧根離子的關係。		

海洋酸化

近年來極端天氣發生頻率愈來愈高，使我們對氣候變遷有非常深刻的體會，而氣候變遷不只影響人類，也影響其他生物的生存。其中，海洋酸化(ocean acidification)——表層海水酸鹼值降低，就是嚴重影響海洋生物的現象之一。海洋酸化是因人類大量使用化石燃料，導致大氣中的二氧化碳含量增加，其中約 20%~30% 二氧化碳由海洋吸收，溶解後形成碳酸 (H_2CO_3)，部分會解離產生氫離子 (H^+) 及碳酸氫根離子 (HCO_3^-)，氫離子便會使表層海水酸鹼值降低。

海水中酸鹼值的改變會直接、間接影響海洋生物的行為，例如貝類生物的貝殼是由外套膜分泌碳酸鈣所形成，這些生物會從水或食物中攝取酸根離子與鈣離子，在體內合成碳酸鈣。然而海洋酸化會降低海水中的碳酸根離子濃度，造成這些海洋生物無法獲取足夠的原料來結合建構外殼和骨骼，影響生存。

根據研究單位的追蹤與統計資料，自工業革命到現在，海洋的平均酸鹼值已從 8.21 降至 8.10，並持續以每十年約 0.02 單位的速度酸化中。「節能減碳」不該淪為口號，除了減緩全球暖化，更應該是我們維護海洋生態，必須採取的積極行動之一。

(1) 試著以化學反應式來描述「海洋酸化」的過程。

答：二氧化碳溶於海水中：_____

碳酸在海水中的解離：_____

(2) 下列有關「海洋的平均酸鹼值由 8.21 降至 8.10 的過程」之敘述，何者錯誤？

(A) pH 值降低

(B) 海洋的酸鹼值由鹼性變為酸性

(C) 氫離子濃度增加

(D) 氫氧根離子濃度減少

答：

十二年國民基本教育自然科學領域課程綱要

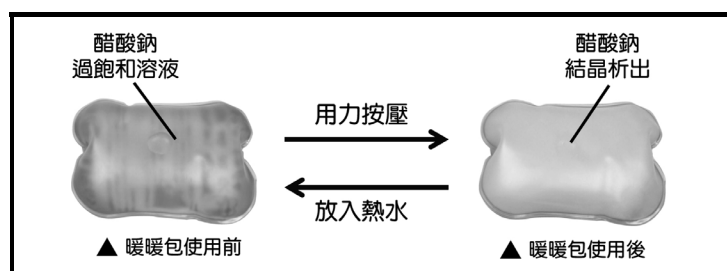
學習重點	學習表現	tr-IV-1 能將所習得的知識正確的連結到所觀察到的自然現象及實驗數據，並推論出其中的關聯，進而運用習得的知識來解釋自己論點的正确性。	自然科學領域核心素養具體內涵 自-J-A1 能應用科學知識、方法與態度於日常生活當中。 自-J-A2 能將所習得的科學知識，連結到自己觀察到的自然現象及實驗數據，學習自我或團體探索證據、回應多元觀點，並能對問題、方法、資訊或數據的可信性抱持合理的懷疑態度或進行檢核，提出問題可能的解決方案。
	學習內容	Je-IV-1 實驗認識化學反應速率及影響反應速率的因素，例如：本性、溫度、濃度、接觸面積及催化劑。 Je-IV-2 可逆反應。 Je-IV-3 化學平衡及溫度、濃度如何影響化學平衡的因素。	

液態暖暖包

天氣冷時，許多人會使用暖暖包來減緩手腳冰冷的狀況，常見的暖暖包為一次性商品，主要成分為鐵粉，拆封後接觸空氣中的氧氣，發生氧化還原反應並產生熱，然而只使用一次便丟棄，很不環保。

另一種為可重複使用的液態暖暖包，主要成分為醋酸鈉溶液。未使用時暖暖包內為透明的「過飽和溶液」，過飽和溶液是指溶液在高溫、高溶解度時溶解大量溶質，當溫度降低、溶解度下降後，多餘的溶質並未結晶析出，而是仍以不穩定的狀態溶解在溶液中。

使用時按壓金屬片，壓力變化促使醋酸鈉溶質在金屬片周圍開始結晶析出，並放出熱，暖暖包內也從原本的透明液體轉為白色固體。放熱結束後，再將暖暖包放到熱水中，使溶質再次溶解，又會從白色固體轉變成透明液體，恢復成過飽和溶液，便可再次使用。



(1) 關於使用後將液態暖暖包放入熱水所發生的變化，下列何者正確？

- (A) 為吸熱變化，溫度升高溶解度會增加
- (B) 為吸熱變化，溫度升高溶解度會減少
- (C) 為放熱變化，溫度降低溶解度會減少
- (D) 為放熱變化，溫度降低溶解度會增加

答：

(2) 試判斷重複使用的液態暖暖包，在下列狀態之反應速率為何？

(請填入 >、< 或 =)

• 還未使用的暖暖包：

醋酸鈉結晶析出速率 () 醋酸鈉結晶溶解速率

• 使用中的暖暖包：

醋酸鈉結晶析出速率 () 醋酸鈉結晶溶解速率

(3) 使用後的液態暖暖包是否為平衡狀態，請說明原因。

答：

十二年國民基本教育自然科學領域課程綱要

學習重點	學習表現	tr-IV-1 能將所習得的知識正確的連結到所觀察到的自然現象及實驗數據，並推論出其中的關聯，進而運用習得的知識來解釋自己論點的正确性。	自然科學領域核心素養具體內涵	自-J-A1 能應用科學知識、方法與態度於日常生活當中。 自-J-C1 從日常學習中，主動關心自然環境相關公共議題，尊重生命。 自-J-C3 透過環境相關議題的學習，能了解全球自然環境具有差異性與互動性，並能發展出自我文化認同與身為地球公民的價值觀。
	學習內容	Ba-IV-3 化學反應中的能量改變常以吸熱或放熱的形式發生。 Je-IV-1 實驗認識化學反應速率及影響反應速率的因素，例如：本性、溫度、濃度、接觸面積及催化劑。 Jd-IV-5 酸、鹼、鹽類在日常生活中的應用與危險性。		

肥料與炸藥——黎巴嫩爆炸

西元2020年8月4日黎巴嫩首都貝魯特 (Beirut) 發生了大爆炸，地點位於貝魯特北側沿海的港口工業區，突如其來的爆炸震撼全城，許多人目擊了爆炸產生的蕈狀雲和橘紅色燃燒煙幕。經調查後，將爆炸源頭指向硝酸銨的不當儲存，導致意外發生，究竟硝酸銨是什麼呢？

硝酸銨是一種用途廣泛的中性鹽類，由硝酸根離子 (NO_3^-) 和銨根離子 (NH_4^+) 所組成。土壤中的氮元素是植物生長的重要養分，硝酸銨易溶於水，能夠在潮溼的土壤中溶解，提供大量的氮元素供植物吸收利用，因此在農業上常用於製造肥料。

硝酸銨在自然界的存量非常少，直到二十世紀初期，德國化學家哈柏發明了哈柏法製備氨氣 (NH_3)，才得以利用氨氣大量製造硝酸銨。在後續的研究中發現硝酸銨遇熱會分解出氧氣，可以促進燃燒及爆炸，因此直到今日，硝酸銨仍為工業用炸藥的必備材料。

由於硝酸銨是重要的農業與工業原料，即便有潛在的危險性，仍然大量生產及使用。為了安全起見，硝酸銨的包裝上多半會特別標示嚴禁煙火或避免高溫，只要注意存放地點及加強安全防護措施，就可避免爆炸的危險。

(1) 關於硝酸銨的敘述下列哪幾項正確？錯誤的選項請寫出正確敘述。

- (甲)溶於水時是放熱反應
- (乙)製作出的肥料可提供大量的氮供植物吸收
- (丙)是一種爆炸物，常用於製作炸藥
- (丁)是一種中性肥料

答：

(2) 依據硝酸銨的特性，在存放時有哪些需要注意的事項？

答：

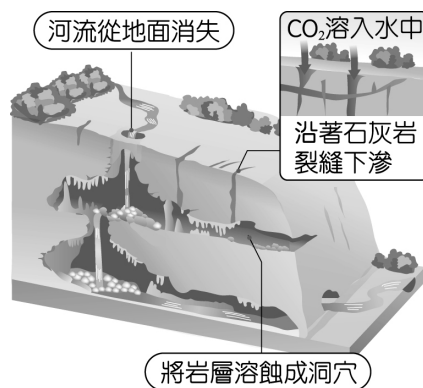
十二年國民基本教育自然科學領域課程綱要

學習重點	學習表現	tr-IV-1 能將所習得的知識正確的連結到所觀察到的自然現象及實驗數據，並推論出其中的關聯，進而運用習得的知識來解釋自己論點的正确性。 pa-IV-1 能分析歸納、製作圖表、使用資訊與數學等方法，整理資訊或數據。	自然科學領域核心素養具體內涵	自-J-A1 能應用科學知識、方法與態度於日常生活當中。 自-J-A2 能將所習得的科學知識，連結到自己觀察到的自然現象及實驗數據，學習自我或團體探索證據、回應多元觀點，並能對問題、方法、資訊或數據的可信性抱持合理的懷疑態度或進行檢核，提出問題可能的解決方案。
	學習內容	Je-IV-2 可逆反應。 Je-IV-3 化學平衡及溫度、濃度如何影響化學平衡的因素。		

地底下有洞

「鐘乳石」為石灰岩洞穴經過漫長時間，於洞穴中形成各種樣貌的碳酸鈣 (CaCO_3) 沉澱物總稱。當流水流經富含石灰岩岩層的地區，會溶解一定量的碳酸鈣，在地面水滲入洞穴時，由於環境中溫度、壓力的變化，造成水分蒸發或二氧化碳逸散，使原先溶於水中的碳酸鈣會漸漸析出，其化學反應式可表示為： $\text{CaCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+} + 2\text{HCO}_3^-$ 。

雨水在降下的過程中，會溶解空氣中的包含二氧化碳等各種物質，當雨水滲入地底，與石灰岩反應，形成富含碳酸鈣等各種礦物質的水，蓄積在洞穴中，經日積月累，逐漸沉澱產生鐘乳石。形成的速率受到溫度、降水量等氣候條件的影響，且重新析出的沉澱物中也包含了當時大氣中的各種組成物質。科學家可以藉由分析形成速率的變化及組成物質的比例，了解古代氣候與環境。因此，鐘乳石可稱是地球氣候的日記本。



- (1) 阿翰的學校已有百年歷史，以大理岩鋪設的司令臺屋頂角落，出現短短的錐狀物，他推測此錐狀物可能是鐘乳石，可以使用什麼方法檢驗呢？

答：

- (2) 請根據石灰岩洞穴的化學反應式 $\text{CaCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+} + 2\text{HCO}_3^-$ ，推論下列敘述何者錯誤？

- (A) 當流水中 CO_2 含量增加時，石灰岩容易被侵蝕形成洞穴
- (B) CO_2 含量增加時，石灰岩洞穴中容易生成鐘乳石
- (C) H_2O 蒸發，有助於鐘乳石生成
- (D) 酸雨會導致反應向右進行

答：

十二年國民基本教育自然科學領域課程綱要

學習重點	學習表現	tr-IV-1 能將所習得的知識正確的連結到所觀察到的自然現象及實驗數據，並推論出其中的關聯，進而運用習得的知識來解釋自己論點的正确性。 an-IV-1 查覺到科學的觀察、測量和方法是否具有正當性，是受到社會共同建構的標準所規範。	自然科學領域核心素養具體內涵	自-J-A1 能應用科學知識、方法與態度於日常生活當中。 自-J-B1 能分析歸納、製作圖表、使用資訊與數學運算等方法，整理自然科學資訊或數據，並利用口語、影像、文字與圖案、繪圖或實物、科學名詞、數學公式、模型，表達探究之過程、發現與成果、價值和限制等。 自-J-C1 從日常學習中，主動關心自然環境相關公共議題，尊重生命。
	學習內容	Jf-IV-2 生活中常見的烷類、醇類、有機酸及酯類。 Jf-IV-3 酯化與皂化反應。 Nc-IV-2 開發任何一種能源都有風險，應依據證據來評估與決策。		

令人窒息的海洋油汙染

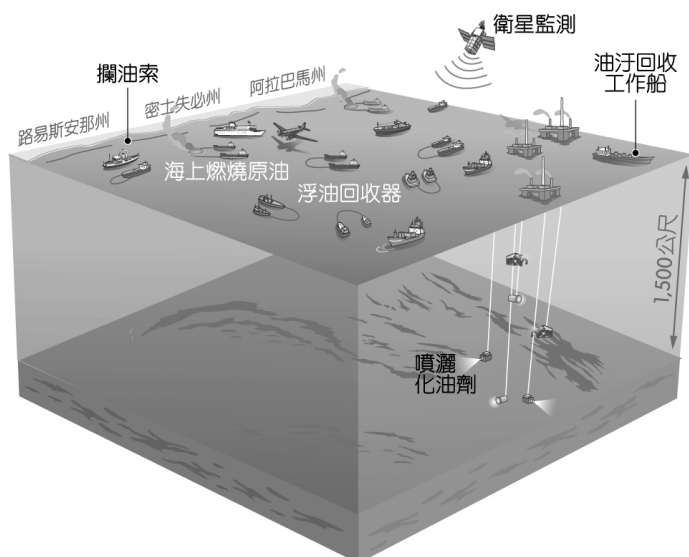
石油是現今最重要的機化合物之一，可以煉製成燃料、塑膠和其他多種化學製品，替生活帶來許多便利性。但石油的原料——原油，在開採與運輸的過程中，容易伴隨著海洋油汙染。

海洋油井洩漏是最嚴重的海洋油汙染，往往造成嚴重生態浩劫，以近年來最嚴重的西元 2010 年墨西哥灣漏油事故為例：4 月 20 日晚間 7 點 45 分，英國石油公司在墨西哥灣的海上鑽油平台——深水地平線（Deepwater Horizon），發生爆炸意外，並於 48 小時後沉沒，事故造成的海底油井破洞，讓大量原油外洩。海底漏油就這樣失控外洩長達 153 天、約 66 萬噸的原油（可供臺灣約 6 萬個家庭使用 1 年）灌入了大海。漏油覆蓋海洋總面積超過 4 萬平方公里（約為臺灣面積的 1.1 倍大），造成 6000 隻以上的鳥類及 1000 隻以上的鯨豚受到影響死亡，其餘海洋生物的死亡無法估算。

處理海上漏油事件除了堵住漏油的源頭外，還必須處理洩漏的油。原油的密度比水小，會漂浮在海面上，處理時會先以攔油索圍住汙染範圍，避免物染擴大，接著再以燃燒法或噴灑油分散劑（化油劑）移除浮油。化油劑是一種界面活性劑，它在水中會包圍油滴，將大面積的浮油分散成小油滴，方便細菌將小油滴進一步分解成二氧化碳和水。

事故發生後的 10 年間，英國石油公司付出超過 890 億美元（約 2 兆 6 千 7 百億臺幣，能建造 44 棟臺北 101 大樓）的賠償及生態復原費用，但再多的金錢也無法挽救對海洋及生態環境的傷害，因此我們必須防患於未然，避免憾事再次發生。

墨西哥灣油汙處理情形



(1) 下列有幾種物質不是有機化合物呢？

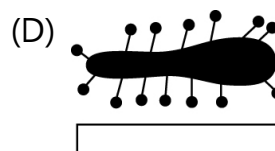
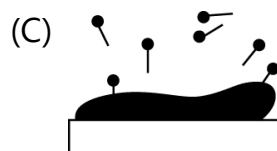
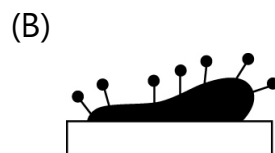
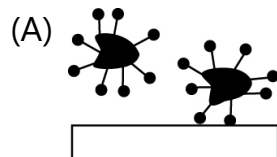
二氧化碳、酒精、碳酸鈣、麵包、尿素、葡萄糖、石油、天然氣、氰化鉀。

答：_____種，分別是：_____

(2) 請舉出海洋油污染的污染來源？

答：

(3) 請以代號正確排列出油分散劑去除油汙的過程。



答：

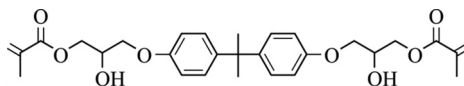
十二年國民基本教育自然科學領域課程綱要

學習重點	學習表現	tr-IV-1 能將所習得的知識正確的連結到所觀察到的自然現象及實驗數據，並推論出其中的關聯，進而運用習得的知識來解釋自己論點的正确性。	自然科學領域核心素養具體內涵	自-J-A1 能應用科學知識、方法與態度於日常生活當中。 自-J-A2 能將所習得的科學知識，連結到自己觀察到的自然現象及實驗數據，學習自我或團體探索證據、回應多元觀點，並能對問題、方法、資訊或數據的可信性抱持合理的懷疑態度或進行檢核，提出問題可能的解決方案。
	學習內容	Mc-IV-3 生活中對各種材料進行加工與運用。 Mc-IV-4 常見人造材料的特性、簡單的製程過程及在生活上的應用。		

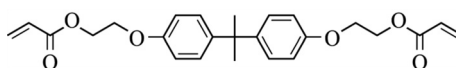
補牙的化學反應

許多人都有蛀牙、補牙的經驗，在補牙的過程中，牙醫師會先將牙齒上的齲齒移除，利用專業技術塞入白白黏黏的塗料，接著照射紫外線，被填入的黏性塗料會固化，牙齒便補好了。

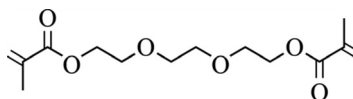
牙醫師最常用於填補的白色塗料為人工合成的複合樹脂，由「引發劑」與「聚合物單體」組成。引發劑受照光或加熱後，會促使聚合物單體發生聚合反應，以下為常見的補牙整合物單體：(連接處皆為碳原子)



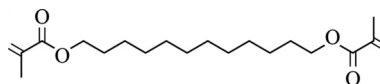
▲ Bis-GMA



▲ EBPDMA



▲ TEGDMA



▲ D₃MA

牙醫師使用複合樹脂填補蛀牙缺口並照射紫外線，牙齒洞中原本黏狀的單體藉由聚合反應，形成更緊密、堅固的網狀聚合物，與牙齒密合，完成補牙的任務。

(1) 補牙的材料單體，是有機化合物還是無機化合物？

答：

(2) 從文章判斷，常見的補牙材料屬於天然聚合物還是合成聚合物？請說明判斷依據。

答：

(3) 當補牙材料照光變硬後，會形成網狀聚合物，請問是屬於熱塑性聚合物還是熱固性聚合物？

答：

十二年國民基本教育自然科學領域課程綱要

學習重點	學習表現	tr-IV-1 能將所習得的知識正確的連結到所觀察到的自然現象及實驗數據，並推論出其中的關聯，進而運用習得的知識來解釋自己論點的正确性。 an-IV-1 查覺到科學的觀察、測量和方法是否具有正當性，是受到社會共同建構的標準所規範。	自然科學領域核心素養具體內涵	自-J-A1 能應用科學知識、方法與態度於日常生活當中。 自-J-A2 能將所習得的科學知識，連結到自己觀察到的自然現象及實驗數據，學習自我或團體探索證據、回應多元觀點，並能對問題、方法、資訊或數據的可信性抱持合理的懷疑態度或進行檢核，提出問題可能的解決方案。 自-J-C1 從日常學習中，主動關心自然環境相關公共議題，尊重生命。
	學習內容	Jf-IV-4 常見的塑膠。 Na-IV-4 資源使用的5R：減量、拒絕、重複使用、回收及再生。 Na-IV-5 各種廢棄物對環境的影響，環境的承載方法。		

塑膠的回收與5R

當你使用塑膠製品的時候，是否會注意到底部或瓶身有一個三角形、裡面標示數字的小圖樣？這個圖樣稱為「塑膠分類回收標誌」，是西元1988年，由美國塑膠工業協會所發展出來的分類編碼方式，臺灣也使用此分類標誌；它代表塑膠製品的成分及性質等，也指引消費者使用後應如何進行回收處理。其中回收比例較高的為1號、2號與5號塑膠。

回收標誌	 PET	 HDPE	 PP
成分	聚對苯二甲酸乙二酯	高密度聚乙烯	聚丙烯
常見製品	寶特瓶	沐浴乳罐、硬飲料瓶	微波容器、瓶蓋

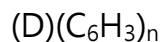
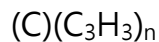
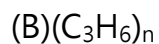
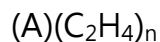
塑膠都是人工合成的聚合物，由許多相同或不同的小分子單體組成，以5號塑膠聚丙烯為例，便是全由「丙烯」這個烯類單體聚合而成。烯類與烴類相似，都是一種只含碳原子與氫原子的化合物，其組成通式為 C_nH_{2n} ，而聚合物的化學式則通常以（單體） $_n$ 表示。

前述三類塑膠製品雖然都可回收，但若與其他類材質複合或本身有髒汙，都會增加作業流程的負擔與成本，回收業者可能因成本考量，反而將這些製品當作一般廢棄物處理。換句話說，民眾原本以為自己的消費都能妥善回收，但事實上仍是繼續增加環境負擔。

因此，以資源使用的5R：減量（Reduce）、拒絕（Refuse）、重複使用（Reuse）、回收（Recycle）及再生（Recovery）等作為來說，源頭減量及拒絕不環保的產品是其中最有效、直接減少廢棄物產生的方式。在臺灣，政府與民間在源頭減量上已經推動許多政策與措施，例如：西元2022年開始實施的「一次用飲料杯限制使用對象及實施方式」政策、商圈提供可循環使用的環保杯、餐具或二手袋，以及商家以無包裝方式販售商品等。然而更重要的是，民眾是否有意識及落實選擇對環境友善的消費方式及產品。

Reduce	Refuse	Reuse	Recycle	Recovery
減少丟棄之垃圾量，例如：物品勿過度包裝、減少塑膠袋的使用等。	拒用無環保觀念產品，例如：塑膠吸管易成為海洋動物的殺手，應減少使用。	重複使用容器或產品，例如：自備環保餐具、環保袋或重複使用塑膠袋。	回收可再利用的材料或物品，例如：舊衣、寶特瓶回收。	將回收材料再製成產品，例如：玻璃可回收做成防火建材。

(1) 已知聚丙烯是由單體——丙烯聚合而成，而有機化合物的命名可從其化學式中的含碳數決定（例如：含碳數=1 對應名稱甲，含碳數=2 對應名稱乙，以此類推），由此推測，下列何者最可能是聚丙烯的化學式？



答：

(2) 什麼情況會增加塑膠製品回收的難度，導致回收業者以一般廢棄物方式處理？

答：

(3) 下列資源使用的 5R 與行為的配對，請勾選出正確者。

☐ 減量 (Reduce)：自備環保杯去買飲料

☐ 拒絕 (Refuse)：不使用一次性產品

☐ 重複使用 (Reuse)：將塑膠袋清潔後作為購物袋

☐ 回收 (Recycle)：將充滿髒汙的一次性廢棄物拿去回收

☐ 再生 (Recovery)：將回收的物品再製成原物料

十二年國民基本教育自然科學領域課程綱要

學習重點	學習表現	ah-IV-2 應用所學到的科學知識與科學探究方法，幫助自己做出最佳的決定。	自然科學領域核心素養具體內涵	自-J-A1 能應用科學知識、方法與態度於日常生活當中。 自-J-A2 能將所習得的科學知識，連結到自己觀察到的自然現象及實驗數據，學習自我或團體探索證據、回應多元觀點，並能對問題、方法、資訊或數據的可信性抱持合理的懷疑態度或進行檢核，提出問題可能的解決方案。
	學習內容	Jf-IV-4 常見的塑膠。 Mc-IV-3 生活中對各種材料進行加工與運用。 Na-IV-4 資源使用的5R：減量、拒絕、重複使用、回收及再生。		

時尚也可以很環保

「時尚產業是世界第二大汙染源！臺灣人每分鐘丟掉 438 件衣服！」如此聳動的新聞標題，內心是不是不禁懷疑哪有這麼誇張的事？然而根據環境部的統計，西元2020年舊衣回收量雖然高達 7.8 萬公噸，但其中約 35% 只能以焚化方式處理，因此舊衣回收只能緩解罪惡感，無法解決根本問題。

一件漂亮衣服從製造到送至我們的手上，歷經的無數關卡，其產生的碳足跡與汙染不容小覷。如何降低碳足跡和對環境的危害，便成了上下游到成衣品牌銷售端共同努力的課題。近十幾年來，全球紡織業廠商致力於轉型，從材料、製造、商業模式等面向建立永續循環的生產和消費結構。以布料的生產來說，開發棉、聚酯纖維之外更環保的來源，如從鳳梨、橘子等農作物製取纖維再透過化學方法加工製造布料；另外還有環保布料——以回收寶特瓶（聚酯材質）再製成的紗線織成的布料，使用回收聚酯能有效減少對石油材料的依賴，達到友善環境的目的。

而身為消費者可以做什麼樣的改變或選擇呢？國外有租衣平臺提出「衣櫥共享」概念，提供衣物租賃服務，提高衣物使用率，讓每個人買更少、穿更多。這股循環共享時尚的風潮也吹向臺灣，目前已有一些平臺提供租借衣服的服務，讓我們可以嘗試不同風格又免於擔心環保問題。亦可從減少非必要購買著手，或者優先選擇使用永續材料、碳足跡透明的衣物，來為我們的環境盡一份心力。

(1) 關於從鳳梨、橘子等農作物製取加工製造出的纖維，下列敘述何者正確？

- (A) 屬於無機物
- (B) 此類織品屬於石化產品的應用
- (C) 屬於人造纖維中的再生纖維
- (D) 此種纖維的製造過程屬於物理變化

答：

(2) 寶特瓶之所以可以回收再利用，是因為它屬於_____聚合物，由小分子以長鏈的方式相互連接而成，加熱時會_____，又稱為_____聚合物。

(3) 環保布料符合資源使用中 5R 的哪一個原則？

- (A) 減量
- (B) 拒絕
- (C) 重複使用
- (D) 再生

答：

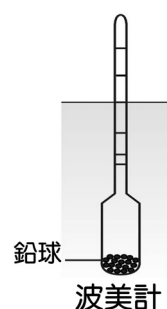
十二年國民基本教育自然科學領域課程綱要

學習重點	學習表現	自然科學領域核心素養具體內涵	
	學習內容		
	tr-IV-1 能將所習得的知識正確的連結到所觀察到的自然現象及實驗數據，並推論出其中的關聯，進而運用習得的知識來解釋自己論點的正确性。 pa-IV-1 能分析歸納、製作圖表、使用資訊與數學等方法，整理資訊或數據。		自-J-A1 能應用科學知識、方法與態度於日常生活當中。 自-J-A2 能將所習得的科學知識，連結到自己觀察到的自然現象及實驗數據，學習自我或團體探索證據、回應多元觀點，並能對問題、方法、資訊或數據的可信性抱持合理的懷疑態度或進行檢核，提出問題可能的解決方案。 自-J-B1 能分析歸納、製作圖表、使用資訊與數學運算等方法，整理自然科學資訊或數據，並利用口語、影像、文字與圖案、繪圖或實物、科學名詞、數學公式、模型，表達探究之過程、發現與成果、價值和限制等。
	Eb-IV-6 物體在靜止液體中所受浮力，等於排開液體的重量。 Ea-IV-1 時間、長度、質量等為基本物理量，經由計算可得到密度、體積等衍伸物理量。		

測量液體濃度的利器——波美計

如果要知道一種液體的密度，可以測量其體積及質量後，經計算得出密度；但若要知道一液體的濃度，必須知道液體所含溶質的質量，否則無法經計算求得濃度。是否有更簡單及方便的方法，可以不用經過計算，就能快速得知液體的密度或濃度呢？

波美計為法國科學家波美所發明，是一種應用浮力原理，拿來快速測定液體密度及濃度的儀器。波美計大致上分為兩種，測量比水密度大的液體使用重計，測量比水密度小的液體則使用輕計。使用波美計時，將其插入欲測量且溫度固定的液體中，注意波美計不能有氣泡附著，也不能碰到容器，在波美計浮起並穩定後，讀取上面的數值，對照表格就能得知待測液體的密度及溶質的濃度。



波美度	與水的相對密度	鹽水重量百分率濃度(%)
0.0	1.000	0.00
2.1	1.015	2.11
4.2	1.030	4.22
6.4	1.046	6.34
8.5	1.062	8.45
10.0	1.074	10.03
12.0	1.094	12.67
14.4	1.110	14.78
16.7	1.130	17.42
18.1	1.143	19.00
60°F時鹽水的波美度、密度及重量百分率濃度對照表		

(1) 波美計為什麼能測量液體的密度？

答：

(2) 為什麼使用波美計時，儀器上不能有氣泡附著？

答：

(3) 阿翰測量 60°F 鹽水濃度時，測得其波美度為 16.7，請問該鹽水的重量百分率濃度為多少？

答：

(4) 承上題，若阿翰使用的波美計重 28.25 公克，則波美計浸於鹽水中的體積為多少？

答：

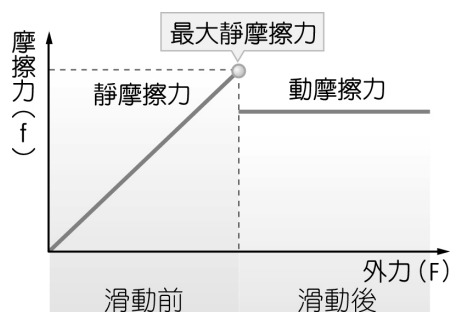
十二年國民基本教育自然科學領域課程綱要

學習重點	學習表現	tr-IV-1 能將所習得的知識正確的連結到所觀察到的自然現象及實驗數據，並推論出其中的關聯，進而運用習得的知識來解釋自己論點的正确性。 pa-IV-1 能分析歸納、製作圖表、使用資訊與數學等方法，整理資訊或數據。	自然科學領域核心素養具體內涵	自-J-A1 能應用科學知識、方法與態度於日常生活當中。 自-J-A2 能將所習得的科學知識，連結到自己觀察到的自然現象及實驗數據，學習自我或團體探索證據、回應多元觀點，並能對問題、方法、資訊或數據的可信性抱持合理的懷疑態度或進行檢核，提出問題可能的解決方案。
	學習內容	Eb-IV-4 摩擦力可分靜摩擦力與動摩擦力。 Eb-IV-5 壓力的定義與帕斯卡原理。		

鞋底玄機

天雨路滑，「小心行走，以免失足」是雨天常聽到的告誡。抬腳與落地，在鞋底與地面接觸時都會產生摩擦力，即常聽到的抓地力。摩擦力可分為最大靜摩擦力與動摩擦力。最大靜摩擦力指阻止鞋子朝任何方向移動的最大力；動摩擦力則指當鞋子產生滑動後，阻止鞋子持續滑動的力。

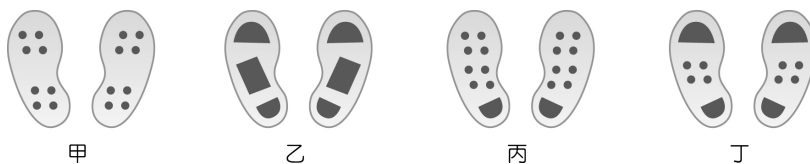
然而摩擦力不是定值，會受到摩擦係數與正向力影響。摩擦係數與兩接觸物體的表面材質有關，例如：鞋底紋路、路面材質等；而正向力則是跟體重、走路動作有關，以上這些因素，使用者能決定的只有鞋底紋路的外型。但不管你的鞋底紋路為何，碰上場地溼滑時，摩擦力均會大幅下降，此時應穿著有良好排水設計的鞋子以及鞋底的紋路不過度磨損，才能保有良好的抓地力，免於跌倒的風險。



(1) 下雨天容易跌倒是什麼原因造成的呢？該如何避開跌倒危機呢？

答：

(2) 下圖為四雙鞋底不同紋路的鞋子，它們的底部面積(包含黑色及灰色部位) 皆相同。若鞋底的黑色部位是表示鞋子著地時，鞋子與地面接觸的部分，且跑者的重量均勻分布在黑色部位上，則跑者穿上哪一雙鞋子時，與鞋子接觸的地面所受的壓力最大？試描述其原因。



答：

十二年國民基本教育自然科學領域課程綱要

學習重點	學習表現	po-IV-1 能從學習活動、日常經驗及科技運用、自然環境、書刊及網路媒體中，進行各種有計畫的觀察，進而能察覺問題。 ah-IV-2 應用所學到的科學知識與科學探究方法，幫助自己做出最佳的決定。	自然科學領域核心素養具體內涵	自-J-A1 能應用科學知識、方法與態度於日常生活當中。 自-J-A3 具備從日常生活經驗中找出問題，並能根據問題特性、資源等因素，善用生活週遭的物品、器材儀器、科技設備及資源，規劃自然科學探究活動。
	學習內容	Ec-IV-1 大氣壓力是因為大氣層中空氣的重量所造成。 Mb-IV-1 生命科學的進步，有助於解決社會中發生的農業、食品、能源、醫藥，以及環境相關的問題。		

潛水夫病

潛水夫病又稱為減壓症，指人體因所在環境的壓力快速降低而造成的疾病。我們在海中向下潛水時，會感受到有一股重量壓迫身體，潛水的深度愈深，這股壓迫感就會愈明顯，這是因為水會產生壓力。

水壓是由水的重量而來，可知潛入水裡愈深，水壓也愈大。當下潛至 10 公尺時，所受水壓約為一個大氣壓力，亦即身體所承受壓力，較地面時增加了一倍。

我們可用汽水來解釋潛水夫病，二氧化碳在一大氣壓下會略溶於水，在高壓的作用下，二氧化碳的溶解量會大幅提升，如同製作汽水；相反的，在溶入大量二氧化碳的液體中進行減壓，溶解度降低，大量的二氧化碳會迅速從液體排出，如同打開汽水的瓶蓋。

當我們潛水達到一定的深度後，隨著水壓增加，人體內的壓力也隨之增加，吸入來自氣瓶內的混合氣體（氮氣、氬氣、壓縮空氣等）會溶解在血液中，時間一久，血液中的氣體濃度會接近飽和。在上浮時，周圍的壓力降低，溶解在體內的多餘氣體釋出，會在組織間隙堆積及血管壁內形成氣泡，阻塞血流，引起相關症狀。所以潛水夫在上浮時，上升速度需緩慢，讓釋出的氣體可以透過呼吸，從肺部安全地離開身體。

(1) 進行深潛活動時，要特別留意安全事項避免發生潛水夫病，下列相關敘述，何者錯誤？

- (A) 深潛結束，上浮的速度愈慢，愈不易發生潛水夫病
 - (B) 若下潛的深度愈深，身體要承受的水壓愈大
 - (C) 上浮的過程中，由於壓力降低，溶在血液中的多餘氣體會釋出
 - (D) 為避免在深海承受水壓太久，上浮速度要快，較能避免發生潛水夫病
- 答：

(2) 有一名學員在水面下三十公尺處做潛水訓練，請試算該人員在水中大約共承受多少個大氣壓力？

答：

國民中學 自然科學 2 下

素養 LEVEL UP

編務指導：陳宛非、鄭威聖
領域主編：張博欽
編輯組長：陳韋民
責任編輯：劉家忻
編輯：王 綸、方惠齡
美編經理：李博勝
美術組長：謝智鵬
美術編輯：彭婷婷

出版／印刷：翰林出版事業股份有限公司

營業總部暨營業所在地：[7][0][2][4][8] 臺南市新樂路 76 號（安平工業區）

電話：(06) 263-1188（代表號）

印刷者：翰林出版事業股份有限公司

客戶服務專線：電話／(06) 263-7923

傳真／(06) 264-5852

信箱／hlservice@hanlin.com.tw

郵政劃撥：31376678 翰林出版事業股份有限公司

法律顧問：北辰律師事務所 蕭雄淋律師、幸秋妙律師

翰林官網：www.worldone.com.tw

翰林數位：hanlindigi.hle.com.tw

勘誤啓事：翰林官網／勘誤啓事

出版日期：民國 110 年 2 月初版，114 年 2 月再版三刷

本書所有著作內容之權利，除翰林擁有著作權之內容外，均依據著作權法規定取得授權，或依法合理使用。如仍有闕漏或資料錯誤，請著作權人撥打客戶服務專線與我們聯繫。

有著作權・請勿侵害

翰林
官網



翰林
書城



國中教科書全國服務中心

北區服務中心：（臺北、基隆、宜蘭、花蓮、金門）

地址：[2][3][5][8][5] 新北市中和區建一路136號9樓

電話／(02) 3234-4718 傳真／(02) 3234-4720

桃竹區服務中心：（桃園、新竹、苗栗）

地址：[3][2][0][6][0] 桃園縣中壢市內定二十街76巷55號

電話／(03) 451-5136 傳真／(03) 451-5305

中區服務中心：（臺中、南投、彰化）

地址：[4][0][8][5][4] 臺中市南屯區東興路一段480號

電話／(04) 2473-8515 傳真／(04) 2472-8505

雲嘉區服務中心：（雲林、嘉義）

地址：[6][0][0][8][5] 嘉義市西區國安二街31號

電話／(05) 281-2656 傳真／(05) 231-2415

南區服務中心：（臺南）

地址：[7][0][2][4][8] 臺南市南區新樂路76號（安平工業區）

電話／(06) 263-7923 傳真／(06) 264-5852

高屏區服務中心：（高雄、屏東、臺東、澎湖）

地址：[8][0][7][9][4] 高雄市三民區民族一路373巷15號

電話／(07) 397-2288 傳真／(07) 397-1199

● 本書如有缺頁、倒裝、嚴重汙損等情形，請接受本公司誠摯的道歉；

並請撥打客戶服務專線告知，我們將迅速為您服務。