

國家教育研究院

十二年國教自然科學領域教材及教學模組研發模式與示例

研發計畫

106 年研發成果報告

(六)

國中課程設計

「從原子到宇宙-牡蠣體內的小世界」

教學模組



研發團隊：宜蘭縣立復興國中 吳月鈴退休教師

新北市立三峽國中 葉辰楨教師

臺北市立龍山國中 鄭志龍教師

指導教授：國立臺灣師範大學 張文華教授

國家教育研究院 黃茂在副研究員

目 次

壹、模組實踐與設計重點說明	1
一、摘要	1
二、模組課程實踐的變與不變	1
三、模組課程的實踐與反思	8
貳、模組內容	9
一、架構	9
二、教學活動略案	13
三、子題二 2-3 變變變、2-4 原子與分子之教學示例及教案(II)	17
四、子題二 2-3：「微觀世界：變、變、變」四格教案	21
五、子題二 2-4：「微小的世界：原子與分子」四格教案	22
六、附件	
附件一、物質變變變活動-POE 模式教學設計	23
附件二、物質變變變活動 POE 學習單	26

106 年國中組「從原子到宇宙」教學模組 II 的創新與實踐

(葉辰禎、吳月鈴)

壹、模組實踐與設計重點說明

一、摘要

自然領域研發團隊於 105 年度研發「從原子到宇宙」模組第一版，共完成模組的架構與資源（計 8 節課教案、簡報、學習單、閱讀資料等），並與壯圍國中合作，以科學社團學生進行試教，並於試教後進行模組的修改。本年度則改由非原始研發團隊成員教師進行活動內容改寫改與試教，以提供課程設計及施行之不同面向之參考。三峽國中葉老師應邀針對相關概念但不同主題的活動進行撰寫，並於其任教之九年級學生課堂進行試教。本次重新撰寫的第 2 子題微觀世界，包括：(1) 調整素材：原課程以「台灣黑熊的研究」為例，而在改版中則以議題「塑膠微粒對海洋生物（牡蠣）的影響」為主軸貫穿，探討微粒的尺度大小，及對不同系統（家中用水、海洋生態）的影響。(2) 精緻化探究活動：原課程第二子題第三節(變、變、變)的活動中，原只設計一個「從澱粉變成糖」的活動，讓學生現象觀察中建立物質可以轉變，此次試教增加「糖和澱粉何者可以通過腸衣？」的活動，以導入「澱粉可被轉變為較小的糖」的概念，有利於建立粒子由大到小的尺度概念。而在「原子與分子」單元也增加了以積木來操作水分子的拆解的活動，都在建構「物質由粒子組成，粒子可拆解、組合」的概念。「」

二、模組課程實踐的變與不變

模組的實踐可能因授課教師、施教對象、學校資源設備或社區環境等而有所調整，但也有些基本原則、理念是堅持不變的，此次的實踐中，變與不變的內容如下：實施方式及使用的教材等，

(一)、不變

1. 以本土「生態系」為主軸，開展涵蓋各種尺度面向的學習內容。
2. 教學活動依「由巨觀到微觀」的原則逐步發展。
3. 以探究與實作為主要學習方式。

(二)、改變





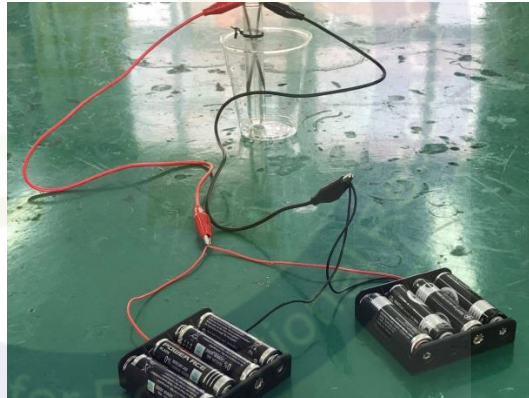

1. 課程對象：原設計以七年級上學期學生為對象，此次試教以九年級下學期學生為對象
2. 教學者：原課程設計者、非該班任課教師，此次由非課程設計者、該班原任課教師授課。
3. 學習活動改變對照表(表一)：
4. 學習活動影像紀錄(表二)

(表一：學習活動改變對照表)

各節名稱及順序	原設計	創新設計
1-1 科學方法	1. 以情境的事件或實例(買飲料/麵包發霉)實際練習解決問題的方法。	1. 以原設計「買飲料」為題，回顧科學方法的步驟。 2. 帶入主題「牡蠣的生存危機」，觀看影片本土生態議題「台灣牡蠣的養殖」(影片)，各組分析造成牡蠣危機可能的原因，以及如何經由設計實驗或收集證據以獲得答案。
1-2 科學家在做什麼？	1. 「黑熊媽媽黃美秀」的故事(影片)：本土議題、女性科學家。 2. 台灣黑熊文本閱讀：涉及的尺度排列包括：活動範圍、黑熊身高、青剛櫟果實、蛋白質、DNA 的尺度。	3. 閱讀科學文本「葡萄牙牡蠣的原鄉在台灣」，探討該研究涉及的尺度排列，包括牡蠣個體、牡蠣粒線體的 DNA 序列、微藻(牡蠣食物)、牡蠣族群分布的區域、葡萄牙牡蠣的遷徙距離
2-1 放大小世界 2-2 比例尺的應用	1. 製作自己的手機放大鏡，拍照生活中物品的微觀影像，並設法呈現「物品」實際大小約為多少？ 1. 2. 以圖統整米到奈米的尺度。	1. 介紹法國科學家進行牡蠣與塑膠微粒的實驗過程，引發「牡蠣體內小世界與塑膠微粒」議題的討論，確認需觀測的對象。 2. 製作自己的手機放大鏡，用以進行牡蠣解剖和洗面乳所含塑膠微粒觀測活動中的拍攝與測量。 3. 拍照、繪圖，以呈現觀測結果，根據這些內容解釋塑膠微粒如何影響牡蠣的生長與生殖。
2-3 變、變、變 2-4 組成物質的基本單位-原子	1. 由「飯粒磨碎、溶解、唾液分解」、「酵母菌分解糖(酵母菌炸彈)」等活動，建構「物質能被拆解為更小」的概念。 2. 觀察並實作電解水活動，體會「水也會被轉變成其他粒子」的概念。 3. 介紹碳、氫、氧、氮元素符號，及生物體內常見的分(葡糖糖、澱粉、脂質、蛋白質)都由碳、氫、氧、氮元素組成。	1. 以前一個活動的觀測結果作為引言，引導學生連結攝取的食物必須被分解成更小的物質才能吸收，而這些養分被利用時，可能會再轉變成其他更小物質。 2. 增加觀察活動：「澱粉和糖哪一個較小(通過腸衣(半透膜)實驗)」協助學生比較澱粉與糖的大小 3. 「水還能變成別的東西嗎？」活動以 POE 進行，引導學生對這三個活動提出先備知識、聚焦觀察並提出科學的解釋。 4. 以紅色、白色的小積木代表氧原子與氫原子，讓學生表徵電解水過程中，分子和原子的變化過程與粒子數關係。
3-1 太陽系的尺度 3-2 操場內的太陽系	1. 使用線上軟體，選擇在操場掩飾的縮小比例。 2. 在操場上展示太陽系模型時，以紙卡上標示太陽及行星的資料來代表各行星。	1. 在操場上展示太陽系模型時，以透明傘上標示太陽及行星的資料，並製作繪製行星圖形與，放在傘頂以代表各行星

(表二：學習活動影像紀錄)

各節名稱及順序	活動照片		
1-1 科學方法 1-2 科學家在做什麼？	<p>(圖 1-1 以牡蠣議題導入探究主題)</p> <p>任務三 辨識科學的證據和推論</p> <ul style="list-style-type: none">▶ 閱讀一篇探討台灣養殖牡蠣的研究報導，嘗試辨認這篇報導中，相關的科學證據與推論。▶ 請指出哪些是科學家蒐集到的科學證據？▶ 而根據這些證據，科學家又做出什麼推論呢？ <p>[閱讀文本]台灣是葡萄牙牡蠣的原產地？ --探討台灣養殖牡蠣的身世之謎</p> 	<p>(圖 1-2 學生進行討論)</p> 	<p>(圖 1-3 學生統整各物體的尺度)</p> 
2-1 放大小世界 2-2 比例尺的應用	<p>(圖 2-1 用手機放大鏡拍攝塑膠微粒(柔珠))</p> 	<p>(圖 2-2 牡蠣的解剖觀察、測量)</p> 	<p>(圖 2-3 學生紀錄牡蠣各部位的尺度)</p>  <p>Diagram labels: 殼高 (Shell height) 9.5cm, 殼寬 (Shell width) 5.5cm, 口器 (Siphon) 1.5mm, 柔珠 (Pearl) 0.5mm, 子孔 (Gill opening) 子孔寬 (Gill opening width).</p>

各節名稱及順序	活動照片		
2-3 變、變、變 2-4 組成物質的基本單位 原子	(圖 2-4 牡蠣的生存與尺度的關係)  <p>牡蠣可以吸收什麼養分？ (銜接的引言)</p> <ul style="list-style-type: none"> • 塑膠微粒可以進入牡蠣體內嗎？ • 牡蠣的細胞可以吸收塑膠微粒所含的物質嗎？ 	(圖 2-5 “用腸衣篩選” 所需材料) 	(圖 2-6 腸衣中灌入澱粉和糖) 
42	(圖 2-7 葡萄糖可通過腸衣，澱粉則否) 	(圖 2-8 學生發現新問題並驗證) 	(圖 2-9 用積木模擬原子) 

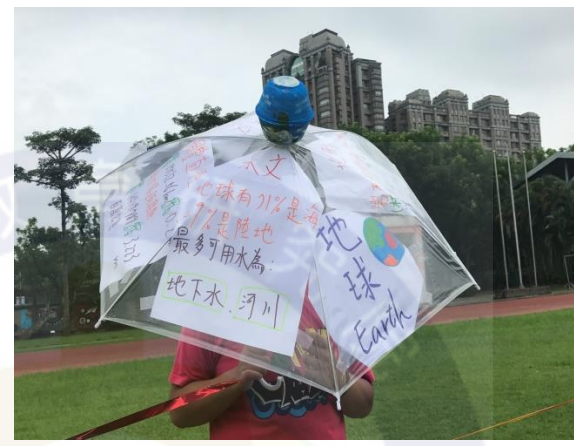
各節名稱及順序	活動照片
---------	------

3-1 太陽系的尺度
3-2 「操場內的太陽系」

(圖 3-1 大小排一排，排對了嗎?)



(圖 3-2 用傘與球呈現星球資料)



(圖 3-3 類地行星)



(圖 3-4 操場上的太陽系空拍圖：每把傘代表一行星)



影片資料連結

- 1.
- 2.

三、模組課程的實踐與反思

(一)本次的試教與修改呈現模組的兩個特色，可提供課程設計及施行者參考：

1. 模組要掌握統整教學的精神：本模組的學習內容以跨科概念 INC 系統與尺度為主，以自然現象、生活情境為題材，引導學生由觀察、實作等過程認識不同尺度，如：「台灣黑熊」或「牡蠣與塑膠微粒」情境中有小至微米、奈米，大至數公里的不同尺度。「操場上的太陽系」則認識天文單位極光年等尺度。

此模組課程設計並非從生物、地科、理化科中選取和尺度相關素材以組裝成一跨科單元，而是從尺度的觀點去看科學研究和自然現象，所以雖然課程中的某一子題、學習活動貌似偏向某一學科的內容：如「台灣黑熊」或「牡蠣與塑膠微粒」較偏向生物科，「電解水」、「原子與分子」看似理化科內容，「操場上的太陽系」偏向地球科學，但都以尺度的概念為出發點及最後的統整。教學者和學習者在不知不覺中忘記了科際的分野，也就是此課程本身就是統整不分科的概念，課程內容與其說是由各色光組合成白光，不如說課程本身就是白光，只是透過菱鏡可以分出不同色光。

2. 模組要表達成一個有彈性，可重新組裝的形式：此次試教在教學對象及教學者方面做了改變，在學習活動方面也做了修改，呈現出模組的特色：模組選用者可以依各地區的教學環境、學生的特性、教學時數等差異而做調整。模組設計者在設計之初若能提供多樣化的組件，對教師選用、修改會更有幫助！

(二)課程實踐後的反思

1. 「尺度」的認知與感覺：在上一年度試教時發現學生對「以冪次的方式呈現尺度及單位」的認知有些困難，當時解讀為七年級學生尚未有「科學記號」概念，需要補充鷹架協助學習。此次以 9 年級學生試教，發現學生能夠順利在數線上排列出各尺度，如 10^3 、 10^{-3} 、 10^6 的相對位置，但對實際物體、距離，如：地球半徑、喜馬拉雅山高度、台灣高鐵長度等，則又出現混亂情形，顯示學生能依據數學習得的科學記號表示方法、單位換算等知識來解答，但對僅憑經驗即可判斷的事物反而出現許多錯誤，這可能是長期以來我們較少以尺度的觀點來設計學習內容，導致學生對尺度缺乏感覺與經驗，所以此次模組正好補足這個缺失。

2. 科學方法的應用：原先的課程設計是以實作一個實驗設計(麵包發不發黴?)來讓學生體驗科學方法，新設計是以牡蠣的生存危機這個議題，讓學生對接收的資訊，提出驗證或找證據的方法，學生提出影響牡蠣生長的因素相當多元，包括環境因子(水汙染的成分、鹽度、水溫…)及生物因子(天敵、生殖力、遺傳、外來種、食物減少…)，並依據因素的性質，提出實驗證據或蒐集趨勢性的資料來尋求答案，應該能增進學生段科學探究方法的認識，也能和接續的課程做很好的連結。總之，科學方法最好能透過實作、融入每一次的課堂中，讓學生有情境、有重複操作機會，才能滾動式增強能力。

貳、模組內容

一、架構

模組各子題的學習目標與學習活動	
<p>子題一： 科學導論 (1-2 節)</p> <p>I.回顧探究 科學的方法</p> <p>II.科學研究 的範圍與尺 度</p>	<p>學習內容及目標</p> <p>1、Bd-IV-3 生態系中，生產者、消費者和分解者共同促成能量的流轉和物質的循環。</p> <p>(1)從真實情境的問題(影片(連結)呈現)與閱讀文本，辨識科學研究涉及的對象與範圍，亦即該科學探究是在何種系統下的關連與互動。</p> <p>2、INc-IV-1、INc-IV-5、INc-IV-6</p> <p>(1).宇宙間事、物的「規模」可以分為「微觀」尺度和「巨觀」尺度。學生能辨識本主題中研究範圍與研究對象分屬何種尺度，例如「瀉湖、牡蠣族群、牡蠣個體」等屬於巨觀尺度；「牡蠣細胞、塑膠微粒、微藻個體、牡蠣的 DNA」等屬於微觀尺度。</p> <p>(2).一個系統中每一部分(次系統)都彼此關聯，例如微藻、牡蠣、蚵螺三者形成食物鏈；而環境因子(例如水質、潮汐、人類航海活動)對系統中的生物因子都會造成影響(Bd-IV-3)。</p> <p>學習表現及目標</p> <p>1、pc-IV-1</p> <p>(1) 透過實例了解「觀察」、「提出問題」、「驗證」和「主張」四個步驟之間的呼應關係，並在新的問題情境中(牡蠣的危機)寫出「觀察」、「提出問題」、「驗證」和「主張」四者的內容，能夠呈現連貫且相互呼應的科學思考智能。</p> <p>2、po-IV-1：</p> <p>(1)藉由閱讀文本了解科學家會由不同角度提出問題，並解決問題。</p> <p>3、pe-IV-1</p> <p>(1)能夠運用科學探究過程的流程，說明如何收集證據以檢測自己的想法是否成立。</p> <p>4、 ai-IV-3</p> <p>(1)體會要解決真實的問題往往涵蓋跨科的科學知識，而科學議題可以運用科學方法分析並尋求解決方法。</p>

		<p>5、an-IV-2 (1)體會涵蓋跨科及跨越較大尺度的科學研究，能夠對所探討的自然現象有更全面的了解。</p> <p>6、ah-IV-1 (1)科學家個人的興趣與觀點會影響他所探究的問題和使用的方法。</p>
	學習活動	<p>◎主要學習活動包括：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 以情境式事件「買飲料」為例，實作練習解決問題、探究真相的方法。 2. 引入本土科學議題「牡蠣危機」，分析可能造成牡蠣危機的可能原因，以及如何經由設計實驗或收集資料作為證據，以獲得答案。 3. 藉由影片和文本閱讀，了解科學研究對象包括「巨觀」和「微觀」的事物。認識巨觀和微觀世界的長度單位，和這些單位之間的比例關係，並學習用適當的尺度表徵所觀察的事物。
<p>子題二： 微觀世界 (4-5 節)</p> <p>I.牡蠣體內 的小世界</p> <p>II.物質變變 變</p>	學習目標	<p>學習內容及目標</p> <p>1、INc-IV-3 (1)宇宙間事、物的「規模」可以分為「微觀」尺度、和「巨觀」尺度，對應不同尺度，各有適用的「單位」(以長度單位為例)，學生能應用適當的尺度大小來表徵事物。)</p> <p>學習表現及目標</p> <p>1、pc-IV-2 (1)在進行科學探究的過程中，能夠選擇適當的尺度單位及表徵方式，有助於科學發現的表達與溝通。</p> <p>2、pe-IV-2 (1)不同尺度下進行的研究，探討的問題層面不同，運用的工具也不同。</p> <p>3、pe-IV-1 (1)具有放大功能的工具，可將微觀世界的現象轉變為可觀察、可測量、可記錄的研究資料。</p> <p>4、ai-IV-3 (1)體會生活中許多事件都牽涉到科學的知識，並可以運用科學的方法去探討。</p> <p>5、ah-IV-1 (1)了解科學的主張必須由科學證據加以支持。</p>

		<p>6、ah-IV-2 (1)體會在解決日常生活的問題過程中，科學面向考量的重要性(例如公共衛生議題，健康，食品安全.....)。</p> <p>6、an-IV-1 (1)體會到運用適當的工具與儀器，有助於拓展科學研究的範圍(朝向更微觀或更廣的時間尺度)。</p>
	學習活動	<p>◎主要學習活動包括:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 製作手機放大鏡，用以進行牡蠣解剖和洗面乳所含塑膠微粒觀測活動中的拍攝與測量。 2. 結合三個修改自現行自然課程中微觀尺度的相關實驗：「唾液的作用」、「物質通過腸衣」和「電解水」，進行 POE 活動，探討微觀世界的物質轉變，並以「分子模型」約略介紹分子與原子的關係。 3. 藉由前述活動，連結「攝食-消化-吸收-利用」之間的關係，學生統整學習所知，判斷是否支持科學家提出的假說，從而了解科學的主張必須由科學證據加以支持。
<p>子題三： 操場上的太陽系 (2-3 節) I.太陽系的尺度 II.操場內的太陽系</p>	學習目標	<p>學習內容及目標</p> <p>1、INc-IV-5、INc-IV-2、INc-IV-3 (1) 從閱讀資料知道行星與太陽的距離的表示方法:科學記號，對應不同尺度，各有適用的「單位」如：天文單位等。 (2) 覺察常見太陽系模型的限制(無法真實呈現的部分)。 (3) 依比例畫出太陽與 8 個行星的平面圖，體認太陽系是很巨大的尺度。 (4) 透過操場上的太陽系模型的實作，，體認太陽系是很巨大的尺度。</p> <p>學習表現及目標 tm-IV-1 an-IV-1 ah -IV-2</p> <p>1、pa-IV-1 (1)將已有的資訊，使用資訊與數學等方法，整理資訊或數據，並以模型示方法。 2、ah-IV-1 (1)對於有關科學發現的報導甚至權威的解釋(如太陽系模型) 能抱持懷疑的態度,評估其推論的證據是否充分且可信賴。 3、tm-IV-1 (1) 能從合作討論、實作中理解自然界模型，並能評估不同模型的優點和限制，進能應用在後續的模型製作。</p>

學習活動

◎主要學習活動包括:

1. 研讀太陽系家族資料。
2. 設定太陽直徑為某一尺度(共試3種尺寸),用線上軟體找出在此比例下各行星星球直徑,將行星資料寫在紙上貼在傘面,並製作一個行星立體球放置傘頂球。
3. 依行星運行軌道半徑的數據(行星與太陽的距離),運用提供的捲尺、直尺(30公分)...在塑膠繩上標出各行星位置。
4. 將太陽系模型在操場上展開(定位太陽位置、拉開代表各行星的軌道半徑的線、打開傘,並就各行星正確位置)。
5. 以恆星間的距離為例說明"光年"是距離單位。



二、教學活動略案

教學主題	跨科議題-系統與尺度	設計者	葉辰楨
教學對象	國中九年級	教學時數	5 節課
子題一 科學導論(I.回顧探究科學的方法 II.科學研究的範圍與尺度)			
活動流程		策略說明及評量	
<p>一、回顧探究科學的方法</p> <ul style="list-style-type: none"> 以原設計之生活事件「買飲料」為題，引導學生回顧科學方法的步驟，並考量是否依據科學的證據來做決策。 <p>二、本土生態議題「牡蠣危機」討論活動</p> <ul style="list-style-type: none"> 以影片「台灣牡蠣的養殖」呈現真實的問題情境，分組討論造成牡蠣危機的可能原因，以及如何經由設計實驗或收集資料作為證據，以獲得答案。 		<ul style="list-style-type: none"> 引導學生討論並舉例生活中會運用的科學方法，並說明他們如何做選擇，學生需思考「科學的考量/其他面向的考量」再回答。 學生應能察覺並理解一些生活周遭的事務或問題，可以用科學方法進行探究，並提出解決的方法；但是在做決定時，可能還有其他方面的因素，會影響我們的決定。 運用「生活中的科學方法」問題解決思考表格，引導小組討論引起牡蠣危機的可能因素，以及如何運用科學方法收集證據，尋求解答。 分組發表時，可針對該組提及研究內容提問，引導學生思考進行這些研究涉及的範圍尺度與時間尺度(涵蓋的系統範圍)；以及相關研究對象之間有哪些交互作用存在(系統與次系統，或次系統之間的關聯性)。 閱讀文本中包含台灣沿岸牡蠣的分布、科學家推測原產台灣的牡蠣遷徙路線圖等參考資料。 學生各自閱讀、標示之後，經過小組討論，希望至少能找到 5 個研究的項目並排序。 	

如何運用科學的方法找到答案	
<p>→觀察</p> <p>相同地區，相同養殖方法</p> <p>牡蠣族群變小</p> <p>牡蠣體型變小</p>	<p>→收集什麼證據？如何收集證據？</p>
<p>→提出問題</p> <p>1.是否因為.....造成牡蠣.....？</p> <p>2. ...</p> <p>3. ...</p>	<p>→主張(結論.決定)</p>

15

三、科學研究的尺度：看得見與看不見的

- ◆ 閱讀文本「葡萄牙牡蠣的原鄉」，找出該研究所涵蓋的研究對象，例如牡蠣個體、牡蠣粒線體的 DNA 序列、微藻(牡蠣食物)、牡蠣族群分布的範圍、以及葡萄牙牡蠣的遷徙距離等。
- ◆ 將找到的項目依據尺度大小排序。

四、巨觀與微觀的尺度表徵

- ◆ 認識巨觀和微觀世界的長度單位，和這些單位之間的比例關係。
- ◆ 聚焦在微觀世界的長度單位(微米/毫米/米) 和比例尺運用。引導學生比較不同的顯微圖片，何者更能協助他人判讀和了解。
- ◆ 預告「解剖牡蠣」實作活動。

- ◆ 以黑板和圖卡呈現比例尺，各組將前一步驟的項目放置在適當尺度。(註：本次試教加入部分項目作為延伸活動。)



- ◆ 提供不同顯微圖片作為對照，包括有無成像圈、是否記錄放大倍率、是否加入參考標的(例如比例尺)，引導學生了解尺度的測量與適當的表徵，有助於記錄、分析與溝通。

活動流程

策略說明及評量

一、呈現問題情境--塑膠微粒對牡蠣的影響

- ◆ 在「水域生態系」這個系統之下，藉由牡蠣與塑膠微粒的關聯性，呈現問題的情境。
- ◆ 小組討論，確認在後續解剖活動中，有哪些需要觀察、測量的項目。

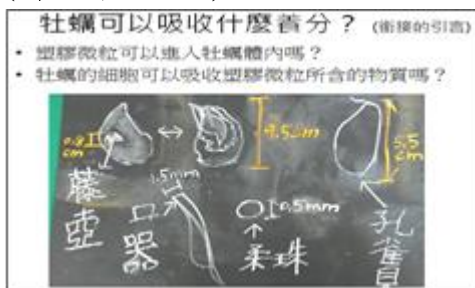
二、「解剖牡蠣」實作活動

- ◆ 提供牡蠣解剖圖，學生可對照牡蠣實體分辨器官，並測量消化道各部位，繪圖記錄影像與尺度。
- ◆ 由市售柔珠產品中分離出塑膠微粒，在統整討論時，可根據這些內容解釋塑膠微粒如何影響牡蠣的生長與生殖。

三、POE 活動「物質變變變」

- ◆ 以牡蠣的觀測結果作為引言，連結「攝食-消化-吸收-利用」之間的關係，進而探討微觀世界的物質轉變。

(圖 引言 PPT)



- ◆ 引導學生思考日常生活中產生的塑膠微粒如何進入水域生態系，以及是否會進入食物鏈。
- ◆ 要探討塑膠微粒是否對牡蠣生存造成威脅，先分析需要觀察並測量的對象有哪些。
- ◆ 指導學生製作自己的手機放大鏡，並提供簡易測微片，用以進行觀測活動中的拍攝與測量。
- ◆ 關注各組是否依據前一階段討論的項目進行拍照、測量、繪圖等活動，以收集足夠的證據進行推論。
- ◆ 引導學生思考攝取的食物必須被分解成更小的物質才能吸收，而這些養分被利用時，可能會再轉變成其他更小物質。
- ◆ POE 活動的特色，是希望引導學生對這三個活動提取先備知識、聚焦在觀察活動上，連結相關的理論並提出科學的解釋。
- ◆ POE 活動實施過程與學習單詳見附件。
- ◆ 由於進行電解水實驗雖可呈現「水可以分解成氫和氧」，但難以傳達「分子是由原子組成」，因此利用以紅色、白色的小積木代表氧原子與氫原子，讓學生表徵電解水過程中，分子和原子的變化過程與粒子數關係。

- 進行「唾液的作用」、「澱粉和葡萄糖能否通過腸衣」及「水的電解」三個 POE 活動，實施過程如下：

1. 預測(prediction)：各組根據問題情境預測可能的結果，並且說明作此預測的理由。
2. 觀察(observation)：進行實作，學生觀察各種現象、記錄，比對自己先前的預測，指出預測與觀察二者相同與不同之處。
3. 解釋(explanation)：針對觀察到的現象，運用已知的概念和科學理論來提出解釋。

- 議題討論：介紹法國科學家對「牡蠣危機」提出的假說，各組提出支持或反對的理由。

註：此討論議題的內容，亦可移至 POE 活動之前說明，學生可以利用實作的結果來做支持或反駁的理由。

四、分享、統整與結論

- 以塑膠微粒進入水中，對水域生態系各種生物因子與環境因子造成的影響為例，傳達與此主題相關的不同研究尺度之下，各系統的範圍與運作。例如，將生物體視為系統，塑膠微粒進入牡蠣體內可能造成的影響；或是將生態系視為系統，塑膠微粒進入生態系造成的影響。



- 法國科學家提出的假說：「海洋中的塑膠微粒濃度使牡蠣食物中微藻比例降低，牡蠣消耗許多能量卻只獲得少量養分，營養不良導致個體較小，且生殖能力下降。」
- 引導學生依據先前學習活動的相關知識與證據，說明自己支持或反對的理由；學生亦可提出其他解釋。

物質變態-POE 活動



	POE 活動(1) 澱粉和糖，哪一個比較小？	POE 活動(2) 哪一個會膨脹？	POE 活動(3) 水還能變成別的東西嗎？
裝置	腸衣袋內：葡萄糖 澱粉液 10ML，量 10ML	A. 糖+澱粉+水 B. 糖+水 C. 澱粉+水	裝置串接電路淨通電
預測結果	澱粉 > 葡萄糖	C	$2H_2O \rightarrow 2H_2 + O_2$
預測理由	澱粉是葡萄糖的聚合物	澱粉質，水會發酵膨脹(麵包子)	變成 氫氣 及 氧氣
觀察紀錄 (盡量詳盡)	腸衣袋放入 40ml 的水，靜置一段時間後取出，澱粉+水+糖，一定加糖液，另一袋不加糖液，澱粉+糖液。	A 有許多小泡泡 B 無反應 C 無明顯反應	通電後玻璃棒表面皆有氣泡 - 產氣泡較多，另一產氣泡較少 玻璃棒靠近 → 氣泡較多 - 玻璃棒 → 氣泡較少
解釋 (理由與證據)	腸衣袋可能讓小分子通過，而大分子不能，加糖液無反應，可知小分子能夠通過，加糖液澱粉發膨脹，可知小分子有糖液體存氣，成澱粉，葡萄糖	B 因為無糖液質，故不膨脹 因為澱粉質無糖液為質物，故不膨脹 因為澱粉質無糖液，故不膨脹 - 故澱粉無糖液不膨脹	水通電後會分解為氫氣、氧氣，直接產生氫氣，正極產生氧氣，正極較近產生成平較快，氫氣氣泡較多 氫氣氣泡較多

而 G4 比較 心糖的濃度會
(糖少) 影響氣泡產生的多寡

- 一個系統(水域生態系)中某一部分的輸出(家庭廢水中的塑膠微粒)，可成為另一部份(牡蠣族群)的輸入。
- 在此系統的變動中，牡蠣族群受到的影響(族群變小/個體變小)導致的回饋機制，除了影響相關生物(蚶螺、微藻數量等...)，甚至可能影響系統整體運作(例如食物網失去平衡，海水自淨能力降低等等)。

三、子題二 2-3 變變變、2-4 原子與分子之教學示例及教案(II)

模組「從原子到宇宙」第二子題第 3 第 4 節教學示例

活動流程	策略說明及評量
(子題二)第三節 變、變、變	
<p>1 起：怎樣變到最小?(操作、體驗)</p> <p>(1)給學生一小片吐司(餅乾)、一個 1 號透明夾鏈袋，提問：如何將這片吐司(餅乾)變到最小顆粒??說明他有多小?</p> <p>(2)當第一步驟後，提示學生：有辦法讓肉眼看不到顆粒嗎?多數學生會想到加水溶解。</p> <p>(3)用碘液測試，驗證麵包(餅乾)屑和麵包水內仍為含澱粉</p> <p>2 承(唾液會使澱粉產生什麼改變??)</p> <p>(1)提問：放進嘴裡咀嚼，會有不同嗎??</p>  <p>(2)唾液會對澱粉做什麼事?</p> <p>(3)讓我們來實測看看(教師示範以本氏液測糖的方法)</p> 	<p>1 起：怎樣變到最小?</p> <p>(1)選擇吐司(餅乾)比飯粒更容易操作；有透明夾鏈袋方便學生在袋中進行物體性的擠、壓、槌、捏。</p> <p>(2)切細,加水溶解都屬於物理變化(但此處不用強調)</p> <p>(3)要求學生說出顆粒大小(含單位)，如 1 毫米。</p> <p>2 承：(唾液會使澱粉產生什麼改變??)</p> <p>(1)多數學生在”起”的階段就會提出：用嘴巴咬啊!此處提問是要引導他們去預測兩者的不同，有些學生能想到，有”唾液”所以應該不同。</p> <p>(2)唾液會對澱粉做什麼事?若學生無法聯想到澱粉變成糖，可以提示：咀嚼白飯後是不是會覺得飯是甜的(也可以準備白飯或白饅頭讓學生驗證)。</p> <p>(3)實測糯米紙+唾液，並以本氏液測糖。</p> <p>做法：</p> <p>(1)用 1 號夾鏈袋、半張糯米紙，加溫開水，實驗組加唾液，對照組不加唾液。</p> <p>(2)觀察：透過透明塑膠袋可以比較實驗組和對照組糯米紙的差別(糯米紙是否被分解)。等看到糯米紙確實被分解後，就可以進行檢測糖的步驟。也可從兩組各取出一滴來加碘液做澱粉測試，直至實驗組出現黃褐色(或變淺紫色約需 10-15 分鐘)，進行糖的測定。</p> <p>(3)此時在兩袋液體中加入本氏液</p> <p>(4)將兩袋丟進熱水杯(飲水機熱水約 90℃)</p> <p>(5)靜置約 3 分鐘(注意)，紀錄反應結果。</p>

(3)結論:引導學生從實驗結果推論：唾液可以把澱粉變為糖。

3. 轉(澱粉和糖粒子誰大?)

(1)以”篩麵粉”引導學生思考區分大小的辦法(用一定孔徑的篩子)

(2)提問：用篩子可以分出澱粉和糖粉嗎??

(3)導入腸衣概念：腸衣具有肉眼看不到的孔，如果可通過腸衣表示粒子比腸衣的孔徑小，無法通過表示粒子比較大。

(4)作法：(影片)

①將一段腸衣(約 15 公分)一端用線打結

②灌入約 10ml 的澱粉液+葡萄糖液

③浸泡在水中(用 2 號透明夾鏈袋裝即可)

④約 15 分鐘後取袋中的水檢驗葡萄糖及澱粉

⑤結果：澱粉無法通過，葡萄糖可以



4. 合(物質的尺度)

(1)在做完前面的變變變之後，教師可整合變化的情形，如：

麵包→麵包屑

(物體大小改變，成分不變，都是澱粉)

麵包屑 →麵粉液

(物體大小、型態改變，成分仍為澱粉)

澱粉液+唾液→糖

(物質型態改變，分子也改變(變小))

(2)預告下節的內容：葡萄糖會變更小嗎?

*注意：(1)唾液的量、水量都取約 2ml 即可，隔水加熱的熱水水溫須保持 80 度以上，較易看出結果(2)讓每個學生都實作加唾液那組，可避免少數人的唾液酵素不足做不出效果，對照組則一組做一個即可。

3. 轉(澱粉和糖粒子誰大?)

(1)唾液+澱粉的例子只能說明澱粉可以變成糖，但無法說明到底是變大了還是變小(分解)，所以加了一個篩選大小的活動。

(2)腸衣在傳統市腸有售(做香腸用的)，方便又不貴，很適合拿來當作滲透膜。

(3)澱粉和糖粉裝在同一腸衣袋比分開裝好，因為各種自變相的條件會更接近。

(4)糖必須是葡萄糖，蔗糖等不易通過且本氏液檢測效果也不好。



(左邊為腸衣)

4. 合(物質的尺度)

(1)這裡牽涉到物理和化學變化，但老師不必特別強調。

(2)可補充說明：麵包是由各種物質製作出來的物體，讓學生分辨物質和物體。

(子題二) 第四節 原子與分子

1 起：葡萄糖會變成別的物质嗎？

(1)葡萄酒是怎麼製成的??是靠酵母菌把糖轉變成酒精等物質、不同的酵母菌可以把糖變成不同的東西喔!如：麵包、饅頭也是糖和酵母菌的作用。

(2)由學生嘗試用糖. 酵母菌. 水（冷、熱），組合出最容易使塑膠袋膨脹（產生的二氧化碳）的組。

(3)利用夾鏈袋取代試管，方便、便宜而且易觀察可看到反應情形。

4. 合(討論結果)

(1)唾液可以使澱粉變成糖 (2) 酵母菌可以使糖變成氣體（二氧化碳），糖、澱粉都可以被變成別的東西，所以可能不是最小的單位。

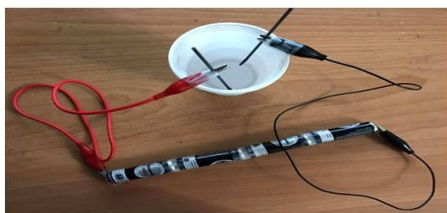
2. 承：水可以變成別的物质嗎？

(1)提問：水是生活中最常見的物质，他也能變成別的東西嗎？說明；水是很穩定的物质，但如果我們加了能量(如電)可以把水的分子分開。

(2)示範簡易水電解裝置(杯子中裝鹽水)

(3)裝置完成，說明通電後，若看到炭棒上有氣體，表示水已被電解成正負極上的氣體（氫和氧）。

(4)學生操作水的電解，觀察並紀錄正負極上的變化。

**1 起：葡萄糖會變成別的物质嗎？**

(1)發酵是學生較熟悉的反應所以從酵母菌和糖的作用導入。

(2)透明夾鏈袋以方便觀察裏面的變化。

(3)由學生自行嘗試會出現四種可能(糖液、水、或酵母粉液+糖液)，所以夾鏈袋最多給予四個即可，糖. 酵母菌由教師預先處理程溶液，學生較好取用也可避免浪費。

(4)靜置時也可以用手加溫或混合等。

(5)注意膨脹情形，必要時要開袋口釋放氣體以免氣體過多，產生”爆炸”現象。

(6)也可加做”檢定二氧化碳的活動”

**2. 承：水可以變成別的物质嗎？**

(1)水會被改變成其他物质嗎?多數學生會達水蒸氣或或冰(甚至雲. 雨. 雪. 霧)... 等不同型態. 可趁此機會澄清冰雨水等的本質都是”水”, 只是”水粒子”間的距離不同而已。

(2)學生缺乏電解的相關知識及操作技能, 所以教師須先示範, 此處電解只是做為”水也會被轉變成其他粒子”的可觀察現象, 不必涉及電解原理.(裝置如下---杯中裝鹽水)。

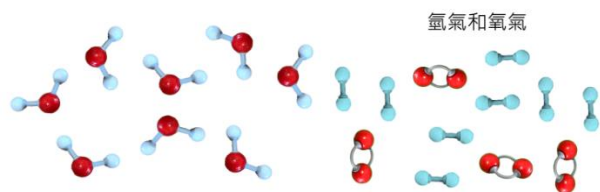
(3)本單元的 3 個實驗(澱粉被分解, 糖被

分解, 水被電解的實驗)都只是要把”看不到的分子變化”轉化為肉眼可觀測的現象, 至於其原理. 反應式等並不是本節重點, 教師可以”背景知識”的方式, 簡單補充即可。

3. 轉：(找出它們的關係…原子與分子)

(1)以分子模型展現水是如何拆成氫和氧，又如何組成氫氣和氧氣。

(2)說明氫(H)和氧(O)的元素符號，及氫氣氧氣，水的分子式。



(3) 組合二氧化碳分子模型

水(H₂O)與二氧化碳(CO₂)



4 合：(生物體內常見的原子與分子)

統整生物體內常見的分子(葡萄糖、澱粉、脂質、蛋白質)及原子(碳、氫、氧)的相關概念。

(1)呈現一個已組合好的葡萄糖分子模型，請學生判斷一個葡萄糖分子共有幾個原子？幾種原子？如果用符號表示可以怎麼寫？

(2)請學生拆解葡萄糖組合出二氧化碳、水

(2)進行小小測驗

①地球上 99% 以上的物質 卻是僅由 約 一打左右的元素所組成：

氫 H，碳 C，氮 N，氧 O，鈉 Na，…。

②『生物』則主要由五種元素所組成：

氧 O，碳 C，氫 H，氮 N，鈣 Ca。

3 轉：

(1)透過模型操作，具體化”分子” ”原子” 等概念，進而認識主要元素：碳、氫、氧三個元素，並介紹元素符號。

(2)目前學到 C、H、O 三個元素符號，學生可以組合出二氧化碳，水，氧氣、氫氣 4 種物質的分子式即可。

4. 合：(生物體內常見的原子與分子)

(1)葡萄糖分子較複雜，此處只是用來把分子具象化，不必強調鍵結、鍊狀、環狀、左旋、右璇等。

(2)由老師(或請 8/9 年級學生)先組好模型，七年級學生只要”觀察” 分子的特徵即可。

(3)學生只要能從模型上算出有 3 種原子，24 個原子即可，寫成分子式時則可能出現各種寫法，老師可以說明：「元素符號」和「數字」是分子式的 2 個重點，但科學界對分子式命名、寫法有公認的規，以後會有專門的章節學到此表示法。

這是葡萄糖「分子模型」



示法。

(4)至於脂質和蛋白質，只要說明脂質是由碳、氫、氧組成，蛋白質是複雜的大型分子即可，不需強調其構造及分子式。

(5)老師可出些簡單的測驗題，讓學生熟悉學過的元素符號及分子式等。

四、子題二2-3：微觀世界：變、變、變

【學習內容】

INc-IV-5 原子與分子是組成生命世界與物質世界的微觀尺度。

1. 從實作觀察中知道澱粉可轉變為糖，糖可轉變為二氧化碳。

【學習表現】

1. tm-IV-1 能從實驗過程、合作討論中，學會用模型(物質(澱粉、葡萄糖)由粒子組成，粒子可拆解、轉變)解釋生活中的現象(唾液對澱粉的作用...)。
3. pe-IV-2 能正確操作唾液對澱粉的作用、糖和澱粉穿越腸衣等活動。

【單元理念與特色】

1. 將"化學反應"視覺化，以「看得到」的現象去推論看不到的分解作用。
2. 使用化學方式探究生物的反應。

【單元活動】

1. 澱粉不見了(唾液對澱粉的作用)
2. 澱粉和糖哪一個能穿過腸衣?
2. 糖會變成其他物質嗎?(酵母菌對糖的作用)

【活動準備與器材】

1. 材料:糯米紙、葡糖糖、酵母菌、腸衣、1號夾鍊袋、碘液、本氏液。

【教學流程】

導入議題 (5分鐘)

1起: 怎樣變到最小?(實作)

(1)給學生一小片吐司(餅乾)，提問：如何將這片吐司(餅乾)變到最小顆粒??說明他有多小?

(2)提示：加水溶解。有辦法讓肉眼看不到顆粒嗎?多數學生會想到加水溶解。

(3)用碘液測試，驗證麵包(餅乾)屑和麵包水內仍為含澱粉。

※(1)選擇吐司(餅乾)比飯粒更容易操作；有透明夾鍊袋方便學生在袋中進行物體性的擠、壓、槌、捏。

(2)切細，加水溶解都屬於物理變化(但此處不用強調)。

(3)要求學生說出顆粒大小(含單位)，如1毫米。

實作。(15分鐘)

2承(唾液會使澱粉產生什麼改變?)

(1)提問：放進嘴裡咀嚼，會有不同嗎??

(2)唾液會對澱粉做什麼事?

(3)實測拓業和澱粉的反應(教師示範以本氏液測糖的方法)。

(3)結論:引導學生從實驗結果推論：唾液可以把澱粉變為糖。

※(1)用1號夾鍊袋、糯米紙，加溫開水，一組加唾液，一組不加。

(2)觀察：透過透明塑膠袋可以比較實驗組和對照組糯米紙的差別(糯米紙是否被分解)。從兩組各取出一滴來加碘液做澱粉測試，直至實驗組出線黃褐色(或變淺紫色)約需10-15分鐘。

(3)此時在兩袋液體中加入本氏液

(4)將兩袋丟進熱水杯(飲水機熱水約90°C)

(5)靜置約3分鐘(注意)，紀錄反應結果。

實作、分享 (15分鐘)

3. 轉(澱粉和糖粒子誰大?)

(1)提問：用篩子可以分出澱粉和糖粉嗎??

(2)導入腸衣概念：腸衣具有肉眼看不到的孔，如果可通過腸衣表示粒子比腸衣的孔徑小，無法通過表示粒子比較大。(3)作法：(請參考影片)

1 將一段腸衣(約15公分)一端用線打結灌入約10ml的澱粉液+葡萄糖液

2 浸泡在水中(用2號透明夾鍊袋裝即可)

3 約15分鐘後取袋中的水檢驗葡萄糖及澱粉

4 結果：澱粉無法通過，葡萄糖可以。

※(1)腸衣在傳統市腸有售(做香腸用的)，方便又不貴，很適合拿來當作滲透膜。

(2)澱粉和糖粉裝在同一腸衣袋比分開裝好，因為各種自變相的條件會更接近。

(3)糖必須是葡萄糖，蔗糖等不易通過且本氏液檢測效果也不好。

(5)可加做"檢定二氧化碳的活動"。

結論與統整

4. 合(討論結果)

(1)在做完前面的變變變之後，教師可整合變化的情形。

(2)預告下節的內容：葡萄糖會變更小嗎?

※麵包→麵包屑→麵粉液(物體大小改變，成分不變，都是澱粉)

澱粉液+唾液→糖

(物質型態改變，分子也改變(變小))

五、子題二 2-4：微小的世界：原子與分子

【學習內容】

INc-IV-5 原子與分子是組成生命世界與物質世界的微觀尺度。

1 從模型認識元素：碳、氫、氧，及常見物質：氫氣、氧氣、二氧化碳、葡萄糖。

【學習表現】

1. tm-IV-1 建立分子式模型，理解從原子到物質的組合、分解模式。
2. pe-IV-1.2 能正確安全操作簡易電解水實驗、能設計並操作發酵作用實驗)。
3. an-IV-1

察覺到科學的觀察、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。

【單元理念與特色】

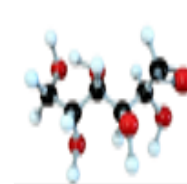
1. 自編簡易電解水實驗

【單元活動】

1. 簡易電解水操作、發酵作用實驗、分子模型組合。

【活動準備與器材】

1. 材料：筆心、4 號電池、雙頭鱷魚夾電線、杯子、酵母菌、糖、1 號夾鏈袋、球棍分子模型。



【教學流程】

導入議題 (5 分鐘)

1 起：葡萄糖會變成別的物质嗎？

- (1) 提問：葡萄酒是怎麼製成的??
- (2) 由學生嘗試用糖、酵母菌、水（冷、熱），組合出最容易使塑膠袋膨脹（產生的二氧化碳）的組。

- (1) 發酵是學生較熟悉的反應所以從酵母菌和糖的作用導入。
- (2) 透明夾鏈袋以方便觀察裏面的變化
- (3) 注意膨脹情形，必要時要開袋口釋放氣體以免氣體過多，產生“爆炸”現象。

實驗操作(15 分鐘)

2 承：水可以變成別的物质嗎？

- (1) 提問：水能變成別的東西嗎？
- (2) 示範簡易水電解裝置
- (3) 說明通電後，若看到炭棒上有氣體，表示水已被電解成正負極上的氣體（氫和氧）。
- (4) 學生操作並紀錄變化。

- (1) 學生缺乏電解的相關知識及操作技能，所以教師須先示範，此處電解只是做為“水也會被轉變成其他粒子”的可觀察現象，不必涉及電解原理(裝置如圖---杯中裝鹽水)。

結果與討論(10 分鐘)

3. 轉：(原子與分子)

- (1) 以分子模型展現水是如何拆成氫和氧，如何組成氫氣和氧氣
- (2) 說明氫(H)和氧(O)的元素符號，及氫氣氧氣，水的分子式
- (3) 組合二氧化碳分子模型

- (1) 透過模型操作，具體化“分子”“原子”等概念，進而認識主要元素：碳、氫、氧三個元素，並介紹元素符號。
- (2) 目前學到 C、H、O 三個元素符號，學生可以組合出二氧化碳，水，氧氣、氧氣 4 種物質的分子式即可。

結論與統整(5 分鐘)

4. 合(整合與應用)

- (1) 統整生物體內常見的分子及原子(碳、氫、氧)的相關概念。
 - (2) 呈現一個已組合好的葡萄糖分子模型，請學生判斷原子數？幾種原子？並拆解組合出二氧化碳。
 - (2) 進行小小測驗
- (1) 本單元的實驗都只是要把“看不到的分子變化”轉化為肉眼可觀測的現象，至於其原理、反應式等並不是本節重點。
 - (2) 葡萄糖分子較複雜，此處只是用來把分子具象化，不必強調鏈結、鍊狀、環狀、左旋、右璇等。

附件

附件一、物質變變變活動-POE 模式教學設計

教學 步驟	《活動一》 唾液的作用	《活動二》 澱粉和葡萄糖能否通過腸衣	《活動三》 水的電解
呈現 問題情境	<p>◎確定學生學習的起點 教師將澱粉水溶液置於溫水中，上課時首先說明課前處理的方式，再展示給學生觀察變化情形，確認學生的觀察結果，並討論原因。</p> <p>◎預測活動之提問 之後，教師展示兩組實驗裝置(澱粉液+唾液/澱粉液+水)，說明二者將在溫水中靜置一段時間，問學生「兩組各會產生什麼變化？」</p>	<p>◎確定學生學習的起點 教師將腸衣繫成袋狀，裝入澱粉液後束緊袋口，置入裝有清水的燒杯中，上課時說明處理的方式，一段時間後檢測腸衣外部的溶液，確認學生的觀察結果，並討論原因。</p> <p>◎預測活動之提問 教師示範將腸衣繫成袋狀，裝入葡萄糖液和澱粉液後束緊袋口，置入裝有清水的燒杯中，問學生：「一段時間後進行檢測，這兩種物質能不能通過腸衣？」</p>	<p>◎確定學生學習的起點 教師展示並說明電解水之簡易實驗裝置，請學生觀察實驗裝置及記錄觀察到的狀況。</p> <p>◎預測活動之提問 詢問同學當此裝置通電之後，可能會觀察到何種現象？這些現象代表什麼意義？</p>
預測 (P)	<p>◎提示語 放置一段時間之後，會發現 A 組.....、B 組.....，這是因為.....</p> <p>◎提示問題舉例： 1.會產生什麼變化嗎？ 2.要怎麼檢驗這種變化？ 3.兩組的變化相同嗎？為什麼？</p>	<p>◎提示語 經過一段時間之後，袋內的.....可能會(或不會).....因為.....</p> <p>◎提示問題舉例： 1.要檢測袋內還是袋外的液體？為什麼？ 2.能夠透過的物質代表什麼意義？</p>	<p>◎提示語 通電之後，可能會看到.....，因為.....</p> <p>◎提示問題舉例： 1.在這個裝置中，觀察到那些現象？ 2.這個實驗裝置，還可以改變哪些變因來觀察是否產生變化？ 3.通電後，水量會改變嗎？</p>
<p>建議： 1.提示問題類似鷹架，有助於學生聚焦，順利做出預測；有些問題可以複習實驗步驟(例如如何檢驗)，以及回顧相關的學科知識。</p>			

	<p>2.提示問題具有設定預測和觀察的廣度，引導學生的思考方向的功能。</p> <p>3.教學者可依據學生對問題情境的了解程度和能否提出預測，來決定提問的時機和內容。</p>
<p>觀察 (O)</p>	<p>◎進行活動：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.各組分工進行器材裝置，觀察並將過程與結果記錄在學習單中。 2.組員之間隨時分享觀察到的現象，並討論相關的科學概念。 3.教師了解學生進行的狀況及過程中的想法，有助於後續討論時引導學生提出科學解釋。教師可到各組提供協助，包括：詢問學生如何裝置器材以及觀察到哪些現象、提示學生做清晰精確的紀錄、詢問學生如何解釋觀察到的現象...等等。 4.若考量時間與器材，由於這些活動是七、八年級的學習範圍，可改為分派六組中每兩組進行一個活動，兩組比對結果並整合發現之後，分享給其他組別。
<p>解釋 (E)</p>	<p>◎小組討論：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.小組成員將實際活動的結果與先前預測加以比較，討論兩者異同與造成此種現象的原因，以獲得小組結論。 2.教師到各組觀察進度，聆聽學生討論及提出的結論，並了解學生在聯結觀察的現象、學科知識以提出解釋時，可能產生哪些偏誤的聯結。 <p>◎全班討論：各組分享發現與討論結果，透過各組解釋的比較，獲得全班的結論。註：本次教學聚焦於引導學生探討物質的微觀轉變，進而作為判斷相關議題的依據，因此不在此階段進行全班討論與統整。</p>
<p>概念整合或 延伸討論</p>	<p>◎議題討論：介紹法國科學家對「牡蠣危機」提出的假說，各組提出支持或反對的理由；亦可鼓勵學生提出自己的假說，並說明引用的依據。</p> <p>◎假說內容：「海洋中的塑膠微粒濃度日漸上升，使得牡蠣攝食中微藻比例降低，牡蠣消耗許多能量卻只獲得少量養分，營養不良導致個體較小，且生殖能力下降。」。</p>

附件二、物質變變活動 POE 學習單

<p>教學活動</p>	<p>《活動一》 唾液的作用</p>	<p>《活動二》 澱粉和葡萄糖能否通過腸衣</p>	<p>《活動三》 水的電解 水還能變成別的東西嗎？</p>
<p>裝置</p>	<p>A：澱粉液 10ml+唾液 B：澱粉液 10ml+水</p>	<p>腸衣袋內： 澱粉液 10ml+葡萄糖液 10ml 燒杯：水 50ml</p>	<p>燒杯內： 水 100ml+少量食鹽 裝置導電電路→通電</p>
<p>預測結果 與 預測理由</p>			
<p>觀察記錄 (含過程 和結果)</p>			
<p>解釋 (說明依 據的理由 與推論)</p>			