

十二年國民基本教育
自然科學領域教材與教學模組
研發模式與示例研發計畫

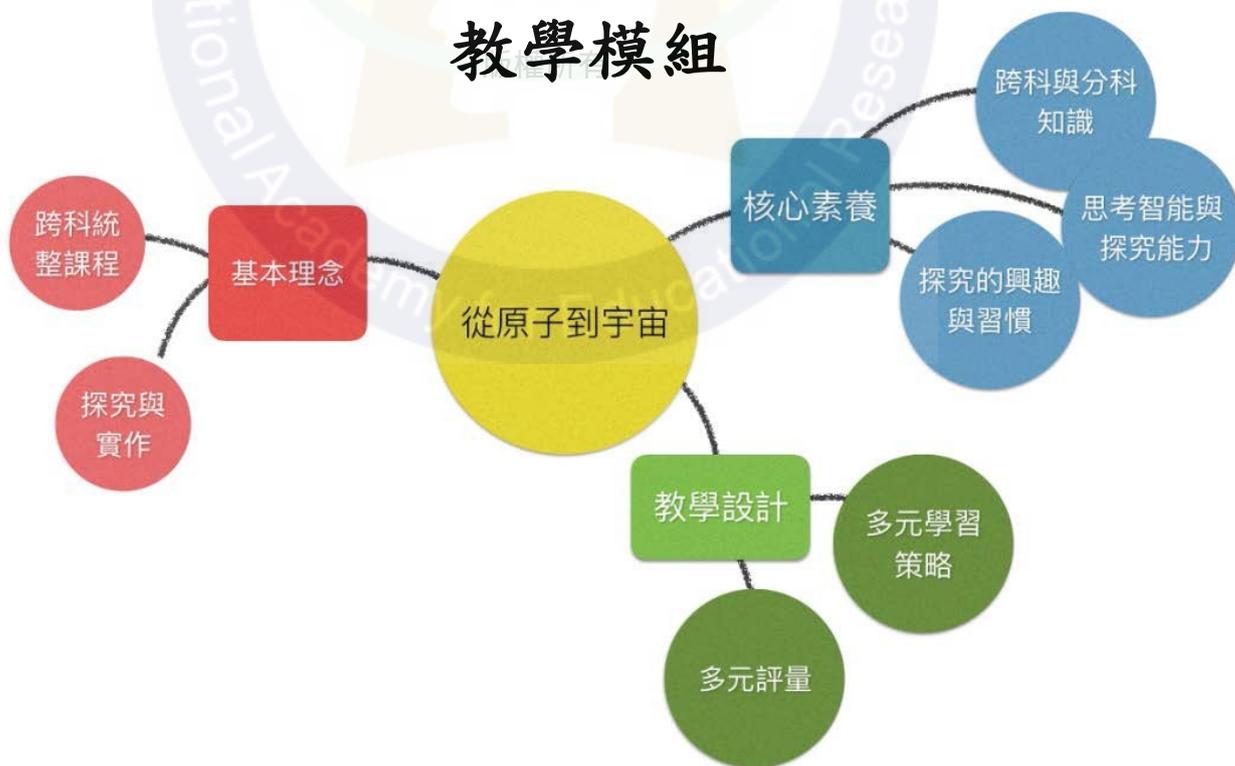
105年成果報告

(五)

國中組課程設計

【從原子到宇宙】

教學模組



委辦單位：教育部國民及學前教育署

承辦單位：國家教育研究院

計畫主持人：國立臺灣師範大學科學教育研究中心張俊彥主任

共同主持人：國立臺中教育大學科學教育與應用學系黃鴻博教授

國家教育研究院黃茂在副研究員

國家教育研究院吳文龍助理研究員

執行期程：105年1月1日～106年3月31日

目次

壹、研發團隊	1
貳、模組名稱:從原子到宇宙教學模組	2
一、模組架構	3
二、模組理念	4
三、使用說明	4
四、教學活動略案	5
五、四格教案	13
參、模組試教	21
一、臺灣黑熊的研究	21
二、太陽系家族	22
三、試教紀錄與心得	25
肆、研發歷程與心得	33
一、研發歷程	33
二、研發心得	34
伍、圖片提供者	35

圖目次

圖1 模組設計架構圖-----1



國中組「從原子到宇宙」課程設計

壹、研發團隊

指導教授

黃茂在 國家教育研究院副研究員

張文華 國立臺灣師範大學教授

教材編撰、試教、修訂

吳月鈴 宜蘭縣立復興國民中學退休教師

鄭志鵬 臺北市立龍山國民中學教師



貳、模組名稱:從原子到宇宙

前言

本模組以跨科概念「尺度」作為核心學習內容；以學生的日常生活作為情境；以科學的思考智能和探究能力作為課程的學習表現。課程設計從認識科學導論開始，引導學生認識科學的研究方法，知道科學在學什麼？科學家在做什麼？知道科學這門學科會探討的範圍包含極小的原子、分子到極大的太陽系、宇宙。

探究與實作的活動包括:用手機顯微鏡放大為小物體、地圖、顯微圖的「比例尺」實測；澱粉變成糖、糖變成二氧化碳、電解水…等，藉由這些探究過程認識「物質是由粒子組成」、「粒子可拆解、合成」的概念，建構「原子是組成物質的基本單位」的微觀概念。另外，從閱讀資料認識太陽系的尺度，並且將太陽系縮小至學校操場可容納的尺度來製作太陽系模型，從實作活動中認識和體驗大尺度的距離概念。



圖1 模組設計架構圖

一、模組架構

模組所包含的子題及內容			
子題一： 科學導論 (2-3 節)	學習 表現	tc-IV-1 po-IV-1、2 pe-IV-1 ah -IV-2 an-IV-1	1. 含 2 節課：第一節「科學研究常用的方法」，第二節「科學在研究什麼？」 2. 主要學習活動包括： (1) 以情境式事件或實例，實作練習解決問題、探究真相的方法。 (2) 閱讀科學家的故事(影片)和研究報告(閱讀資料)，了解科學研究對象包括：「可觀察」和「微觀」、「巨觀」的事物。科學雖分為生物學、理化科學、地球科學，但其實他們是互通而沒有明顯界限的。
	學習 內容	INc-IV-1	
子題二： 微小的世界 (微觀世界) (4-5 節)	學習 表現	pe-IV-2 pa-IV-1 tm-IV-1 ai -IV-2	1. 含 4 節課：第一節「放大小世界」、第二節「比例尺的應用」、第三節「變、變、變」、第四節「原子與分子」。 2. 主要學習活動包括： (1) 使用手機顯微鏡(放大鏡)來觀察並拍攝身邊微小的物品，體驗"微小"的尺度。 (2) 以地圖上的比例尺換算兩地實際距離、利用顯微圖所附比例尺換算細胞的長度、認識微米奈米等單位。 (3) 實作：將米飯切割成細粒再溶成米漿，檢測所含澱粉是否改變，再用唾液將澱粉變為糖並檢測糖的存在；用酵母菌將糖變為二氧化碳。從這些現象觀察建立「分子會轉變成其他分子」的概念。 (4) 實作簡易電解水實驗，了解水可被轉變為氫和氧，再整合第三節的實作結果推論澱粉、糖、水、二氧化碳、氫、氧之間的關係，並以"分子模型"認識原子與分子的關係。 3. 此部分可結合以下次主題進行教學：Bd-IV-2、Da-IV-2、Da-IV-3、Fc-IV-2
	學習 內容	INc-IV-2 INc-IV-3 INc-IV-4 INc-IV-5	
子題三： 遼闊的太空 (巨觀世界) (2-3 節)	學習 表現	pa-IV-1 tm-IV-1 an-IV-1 po-IV-2 ah -IV-2	1. 含 2 節課：第一節「太陽系的尺度」、第二節「操場內的太陽系」 2. 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球直徑，在卡紙(或珍珠板)畫出並星球大小(圓形) (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，並懸掛畫好行星的卡紙。 (4) 將太陽系模型在操場上拉開。 (5) 以恆星間的距離為例說明"光年"是距離單位。 (6) 以 power of ten 影片統整本單元(尺度概念)。
	學習 內容	INc-IV-5 INc-IV-2 INc-IV-3	

二、模組理念

1. 以跨科概念「系統與尺度」連貫課程內容

本模組(從原子到宇宙)是以跨科概念「系統與尺度」中的尺度概念為主軸，去連貫和統整不同學科的概念或現象，形成一個主題或議題，連結的學習內容包括：認識自然界的一般(可視)、巨觀觀微度的現象、知道自然界各種物質、現象都可以從不同尺度去探討、探討不同尺度的現象時會使用各種不同的單位、原子與分子是組成生命世界與物質世界的微觀尺度。也就是透過「尺度」的觀點去認識自然科學的內容，而沒有“學科”的分別，其功能是以「導論」的方式讓學生認識自然科學的通則，也為之後生物科各項生理作用的學習奠定基礎，所以對象設定在七年級。

2 以“探究與實作”為主要學習方式

本模組根據新課綱「素養導向」原則，以學生為主體來規劃學習活動，全部課程採「分組合作學習」模式，學生透過「實作」進行探究。

學習活動包括：網路流言追追追(課內實作及延伸作業)、台灣黑熊的研究報告(閱讀)、使用手機顯微鏡(放大鏡)來拍攝身邊微小的物品、以比例尺換算兩地實際距離、以顯微圖換算實物大小、實作：將米飯切割成細粒再溶成米漿，檢測所含澱粉是否改變，再用唾液將澱粉變為糖並檢測糖的存在；用酵母菌將糖變為二氧化碳、簡易電解水實驗、認識分子式模型圖、研讀太陽系家族資料、實作「操場上太陽系模型」等。

3 以生活經驗、問題解為素材

本模組的素材以貼近學生生活經驗的事物為主；如第一單元從買飲料、麵包發霉來看科學，並用臺灣本土科學家黃美秀研究本土生物台灣黑熊的例子認識科學家的工作；第二單元用顯微鏡觀察的身邊的微小物品，而無法觀察到的分子尺度的變化，如澱粉分解為糖等，也是採用米飯、糖、酵母菌、水...等學生熟悉的事物作為探究材料；第三單元把巨觀的太陽系縮小到學校的操場、體育館等都是符合學生生活經驗的素材。

三、使用說明

1. 本模組建議以整體模組(8-10節)為一單元，在七年級實施，作為國中階段自然科學的導論。

2. 模組中的「教學活動略案」是提供給教師教學時參考，其中左欄「活動流程」是以學生的學習活動為主，簡述學生要做的學習活動，而右欄「策略說明及評量」則是教學及評量策略的說明。另根據「教學活動略案」寫成的四格教案，則是以一節課為單位，簡化呈現該節課的起承轉合流程，兩者可以搭配使用。

3. 主要的教學資源包括：模組架構(含教學活動略案)、各節課的四格教案、各節課的教學簡報、閱讀資料(台灣黑熊的研究. 太陽系家族)、學習單(科學家在做什麼. 太陽系模型)。

4. 教師可以依學生學習情況或學校設備等條件而自行調整部分學習活動的內容或模式(如：太陽系模型可一場地大小選擇不同尺度，也可全班要完成一件或多件作品)。

5. 學習內重除了「系統與尺度」跨科概念外，也融合各科學科概念，如子題二的第三節課「變、變、變」的學習內容和生物科的酵素的作用、消化作用融合；第四節課「原子與分子」和理化科的原子模型可以融合；而子題三遼闊的太空則和地球科學科的地球和太空(Fb)融合。但此模組是以尺度觀點為主，作為之後相關課程的知識基礎，並非取代該學科學習內容。

四、教學活動略案

子題一：科學導論

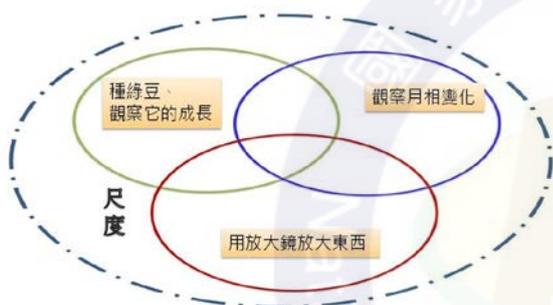
活動流程	策略說明及評量
(子題一)第一節:如何學自然科學?	
<p>1起：為什麼要學科學</p> <p>(1)提問:為什麼要學科學</p> <p>(2)討論:「買飲料」要用到哪些「科學」?</p> <p>(3)整合---生活中解決問題的方法</p> <p>2承：(認識科學本質)</p> <p>(1)你覺得這個主張合理嗎?---以"拜拜水果易腐爛"和"麵包不發霉表示含有防腐劑"為例,讓學生反思自己"認同"某一主張時,是否有注意"證據"的存在或可信度。</p>  <p>3轉(實作---科學方法)</p> <p>(1)以"麵包為何不發霉"為例逐步解析科學方法</p> <p>(2)強調觀察後要察覺問題(能提出 why 問題)</p> <p>(3)練習提出 how 問題</p> <p>(4)根據 how 問題提出假設</p> <p>(5)進行實驗設計(實驗組、對照組)</p> <p>(6)數據與圖表</p> <p>(7)完成科學探究流程圖</p> <p>4合(統整)</p> <p>(1)將科學方法以圖示呈現</p>  <p>(2)提供延伸作業---請選擇一擇網路傳聞</p> <ol style="list-style-type: none">1. 分析傳聞中的主張為何?有無證據?2. 尋找資料, 試著提出你對這個傳聞的新看法或請舉你生活中的例子, 以文字和圖說明運用科學方法來解決問題的過程。 	<p>1起</p> <p>(1)學生想法通常以考試,獲得知識,發明科技產品...為主,此提問是為之後的"科學方法"預留伏筆.</p> <p>(2)讓學生分析自己在解決問題時的思考過程。</p> <p>2承</p> <p>(1)學生多能說出"鬼"不可驗證所以這個主張是"不合理"的.但多數學生認為『不發霉含防腐劑』是對的。</p> <p>(2)此處主要在讓學生體認『科學是可驗證的』。</p> <p>3轉</p> <p>(1)讓學生分辨 why 問題和 how 問題</p> <p>how 問題:指含有可操作(改變)的因素,及可測量的因素,如:是不是因為水分改變所以發霉的情形不同?</p> <p>(2)熟練實驗組對照組的設計</p> <p>從"操作型問題中"確定多個自變項,選一個操作變因來做假設並設計實驗,其餘為控制變因。</p> <p>(3)注意科學方法不是直線、單向的流程,而常因新的發現或與預測不符或實驗困難等而做修正。</p>  <p>4合</p> <p>(1)科學方法並沒有一定的順序和步驟,須反覆修正。</p> <p>(2)延伸作業---老師可提供幾個網路流傳的"事件",讓學生用科學方法來驗證真偽(可設計實驗並利用課餘時間實作或僅做書面實驗設計)。(網路流言:「不肖西瓜商人給西瓜打甜蜜素,胭脂紅...等」、「檸檬汁或柳橙汁會溶解塑膠杯蓋,釋出有毒物質」....</p> 

(子題一)第二節 科學在研究甚麼?

1起:科學在學什麼

- (1)活動:小學自然課你學過哪些東西?
將學生提出的問題寫在黑板上,
- (2)根據學生的"答案"將科學內容初步分類,如:
理化科、生物學、地球科學...
- (3)有些內容不易區分科別,因為它的性質是"跨科"的。

自然科學研究的領域



2承:科學家在做什麼

- (1)以"黑熊媽媽---黃美秀"的故事(影片)呈現科學家研究的方式之一及科學研究的價值
- (2)閱讀---台灣黑熊研究報告改寫而成(閱讀資料)
- (3)學生描繪科學家形象

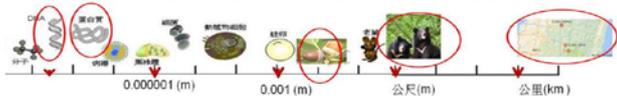
3轉:科學研究的尺度(看得見的與看不見的)(1)

以臺灣黑熊研究的素材(活動範圍.黑熊身高.青剛櫟果實.蛋白質.DNA)的尺度排列(Km~0000000001m),導入科學研究內容的尺度

4合:(科學研究的尺度與跨科)

以臺灣黑熊的研究為例說明:科學不分科...科學研究對象包含各種不同尺度

科學研究的尺度:看得見的與看不見的



科學的研究,除了肉眼可觀察的現象外,還有肉眼不易觀察的尺度*巨觀與微觀).如:
 台灣黑熊---1.2m~1.8m
 青剛櫟果實---1~1.6公分
 DNA---0.000000001公尺
 活動範圍---100平方公里
 生存環境---數百平方公里

1起:科學在學什麼

- (1)連結學生舊經驗
- (2)鼓勵學生依自己想法將學習內容"分科",並提出不易分科的例子(如全球暖化似乎屬於地球科學但因為會影響生物的生存所以也會出現在生物科中)。



2承:科學家在做什麼

- (1)以"黑熊媽媽---黃美秀"為題材一來是本土訴才二來兼顧性別平等。
- (2)研究報告中呈現影片看不到的內容,如臺灣黑熊的DNA定序,青剛櫟營養成份研究等。可多面向呈現科學研究的內容並導入"微觀"的概念。



- (3)「科學家在做的事」,建議的內容包括:科學家的研究工作有哪些?科學家的研究有什麼重要性?你認為"科學家"需要具有哪些能力或特質?

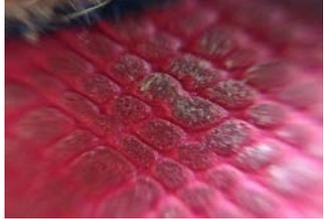
3轉(科學研究的尺度)

- (1)青剛櫟、臺灣黑熊的型態行為...等屬於可觀察的尺度,而活動範圍生存環境氣候變化等屬於巨觀,蛋白質,DNA則屬於微觀。

4合

- (1)研究黑熊的形態、構造、習性、食物、生殖、健康屬於生物科學;以PCR等方法研究DNA、青剛櫟果實的成分屬於生物科學+化學;研究氣候變遷的成因、影響;黑熊的全球分佈屬於生物科學+地球科學。
- (2)另舉實例分析科學研究的不分科及研究對象包含各種不同尺度。

子題二：微小的世界

活動流程	策略說明及評量
(子題二)第一節放大小世界	
<p>1起:你能看到多“小”的東西? (1)活動: 列出你可以看到的5種“小東西”,由大到小排列,並估計大小!</p> <p>2承:(放大的工具) (1)介紹常見的放大工具(放大鏡、手機顯微(放大)鏡、複式顯微鏡) (2)做法---影片 (3)製作自己的手機放大鏡</p> <p>3轉:(用手機顯微鏡拍照) (1)用手機顯微鏡拍照 (2)同學互猜拍的影像為何種物品?</p> <p>4合:(大約有多大?) 請學生設法告訴別人自己所拍攝的“物品”實際大小約為多少?</p>  	<p>1起:你能看到多“小”的東西? (1)學生列出的微小東西包括: IPHONE 厚度、1 元硬幣的厚度、大頭針的“頭”、大頭針的“針”、手上的指紋、頭髮直徑、灰塵、粉筆灰、塵蹣...甚至有學生以為 PM2.5 是一種肉眼可見的小顆粒。 (2)此處只要“估計”而非精確測量,主要是給學生“體驗”自己的估計和事實的差距。</p> <p>2承:(放大的工具) (1)器材:7mm 透鏡-1 個/人,環保黏土 2 塊/組,手機(平板)--1 部/組 (2)做法---影片 (3)手機放大鏡只需一個透鏡(成本約 1.5 元),一小撮黏土,一個動作(用黏土將透鏡黏在手機鏡頭上)即可完成,而且可放大觀察、拍照紀錄,是很方便好用又便宜的輔助觀察工具。</p> <p>3轉:(用手機顯微鏡拍照) (1)用手機顯微鏡拍照,至少 5 種 (2)同學互猜拍的影像為何種物品? 鼓勵學生照片以“清晰”、“放大倍數”大者為佳。 (3)若 e 化設備齊全,可將拍得的照片上傳供全班欣賞。</p> <p>4合:(大約有多大?) (1)請學生設法告訴別人自己所拍攝的“物品”實際大小約為多少? (2)鼓勵補拍足以說明大小的照片(如將有顆度的尺入境、或選擇是當比例尺...等),此處在為比例尺概念埋伏筆。</p> 

(子題二)第二節比例尺的應用

1 起:照片與實物的大小

(1)提供各種顯微照片(無成像圈、有成像圈、有成像圈+放大倍數),引導學生思考這些圖片何者較能給予"實物大小"的參考資料?

「比例尺」的應用



地錢 繡球花
左邊、右邊哪個比較大?

2 承:(比例尺的應用)

- (1)從以物品做為比例尺,到地圖上的比例尺,認識比例尺的類別與使用。
- (2)學生利用比例尺實測地圖上 AB 兩地的實際距離。



3 轉:(認識微米)

- (1)運用比例尺實測圖中最長的細胞其長軸的實際長度(數百 μm)。
- (2)認識 μm (微米)與毫米、米的關係。
- (3)知道"科學記號"的表示法。
- (4)以比例關係體認"10 億分之一"的意義。
- (5)認識奈米與微米、毫米、米的關係。

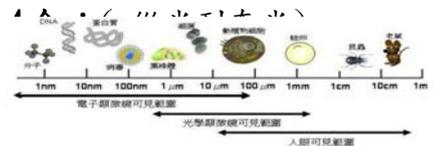


表1 更小的奈米尺度
更小的尺度---奈米

符號	中文	數字	科學記號
Km (kilometer)	千米(公里)	1,000	10^3
m (meter)	米(公尺)	1	10^0
mm (millimeter)	毫米	0.001	10^{-3}
μm (micrometer)	微米	0.000001	10^{-6}
nm (nanometer)	奈米	0.000000001	10^{-9}

1米(m) = 1,000毫米(mm) = 1,000,000微米(μm) = 1,000,000,000奈米(nm)

1奈米(nm)等於1米的10億分之一

1 起:照片與實物的大小

(1)承第一節:利用手機放大鏡照像並沒有成像圈(因手機本身可再放大,而超出視野,使成像圈消失),為免剛接觸"顯微世界"的學生忽略成像圈,所以用一連串的顯微照(無成像圈、有成像圈、有成像圈+)引導學生思考,成像圈、放大倍數的意義。

2 承:(比例尺的應用)

- (1)引進比例尺概念(身邊的物品也可做為比例尺)。
- (2)用不同放大比例的地圖,讓學生推測地圖上的比例尺應代表何種尺度?如:學生對台灣全圖上的比例尺竟然猜測為50公尺,可見學生缺乏"尺度"概念。
- (3)估算常見的兩點(如學校到車站)的距離---這是要測試(或讓學生自己評估)學生的距離感,多數學生的估計值和實際值相差極遠。
- (4)在印出的地圖(A4大小每組一張)上,讓學生利用比例尺實測地圖上 AB 兩地的實際距離。

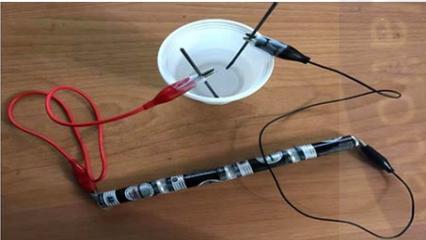
3 轉:(認識微米)

- (1)在印出的洋蔥表皮細胞顯微圖上(A4大小每組一張)上,讓學生利用比例尺實測最長的細胞的長軸(實際長度約數百 μm)、短軸。
- (2)認識 μm (微米)與毫米、米的關係--只要知道微米是毫米的千分之一、毫米是米的千分之一的等級即可。
- (3)知道"科學記號"的表示法,在七年級上學期實施,學生應還沒有"科學記號"概念,所以只要簡介即可。
- (4)"10 億分之一"是很難想像的尺度,所以用「地球若縮小10 億倍」的圖象來協助學生想像。
- (5)認識奈米與微米、毫米、米的關係:這裡只是要建立"奈米"、"微米"等微觀尺度的概念,不強調計算。

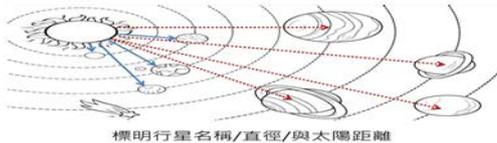
4 合:從米到奈米

這張圖雖是第一單元第二節曾出現過,但第一次出現時,是以0.001米~0.0000001米等方式呈現,現在則以米、毫米、微米等單位表示,可以協助學生統整。

活動流程	策略說明及評量
(子題二)第三節 變、變、變	
<p>1 起:一粒飯可以有多小?</p> <p>(1)一粒飯如何可以切到最小(用刀/用研磨)</p> <p>(2)加水溶解</p> <p>(3)用碘液測米漿(飯+水磨成漿)內是否含澱粉</p> <p>2 承:(澱粉不見了——實驗設計)</p> <p>(1).用"研磨磨到最細",和"用嘴巴咀嚼到最細"兩者結果相同嗎?</p> <p>(2)讓我們來實測看看</p>  <p>(3)結論:唾液可以把澱粉變為糖</p> <p>3 轉:(糖會變成其他物質嗎?)</p> <p>(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喔。</p> <p>(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(產生的二氧化碳充氣)的組。</p> <p>(3)夾鏈袋方便便宜而且易觀察可看到反應情形。</p> <p>4 合:(討論結果)</p> <p>(1)唾液可以使澱粉變成糖</p> <p>(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。</p>	<p>1 起:一粒飯可以有多小?</p> <p>(1)選擇飯作為素材是 1. 貼近學生生活 2. 飯經煮過,澱粉較易溶於水中。</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)用碘液檢驗澱粉是小學已學過的先備知識。</p> <p>2 承:(澱粉不見了)</p> <p>(1)做法: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)5 分鐘內透過透明塑膠袋可以觀察比較實驗組和對照組糯米紙的差別。</p> <p>(3)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。</p> <p>(4)此時在兩袋液體中加入本氏液。</p> <p>(5)將兩袋丟進熱水杯(飲水機熱水約 90°C)。</p> <p>(6)紀錄反映結果。</p> <p>3 轉:(糖會變成其他物質嗎?)</p> <p>(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。</p> <p>(2)透明夾鏈袋以方便觀察裏面的變化。</p> <p>(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成溶液,學生較好取用也可避免浪費。</p> <p>(4)靜置時也可以用手加溫或混合等。</p> <p>(5)可加做"檢定二氧化碳的活動"。</p>  <p>4 合:(討論結果)</p> <p>實驗結果可以推論:</p> <p>(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)</p>

活動流程	策略說明及評量
(子題二) 第四節 原子與分子	
<p>1 起: 提問：水是生活中最常見的物質，他也能變成別的東西嗎？ 說明：水是很穩定的物質，我們可以用"電解"的方式來把水的分子分開。</p> <p>2 承: (1) 示範簡易水電解裝置(杯子中裝鹽水) (2) 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)。 (3) 學生操作水的電解, 觀察並紀錄正負極上的變化。</p>  <p>3. 轉:(找出它們的關係) (1) 利用前面做過的觀察推論出三種 CHO 三種基本粒子並學習其符號。</p> <p>碳(C)、氫(H)、氧(O)：組成物質的基本粒子，稱為元素(原子) 如果以下三個模型代表：氧氣、二氧化碳、水 何者(顏色)是碳(C)？何者是氫(H)？何者氧(O)？如何判斷？</p>  <p>(2) 從葡萄糖分子模型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？ (3) 認識生物體內常見的分(葡萄糖、澱粉、脂質、蛋白質)</p> <p>4 合：(生物體內常見的原子與分子) 統整生物體內常見的分(葡萄糖、澱粉、脂質、蛋白質)及原子(碳、氫、氧)的相關概念。</p>	<p>1 起: (1) 水會被改變成其他物質嗎? 多數學生會答水蒸氣或冰(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。</p> <p>2 承: 水也可以被分得更小嗎 (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。 (裝置如下---杯中裝鹽水)</p> <p>(1) 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。</p> <p>3 轉: (1) 認識元素主要以碳、氫、氧三個元素為主, 並介紹元素符號。 (2) 學生很容易從模型上算出有 3 種原子, 24 個原子, 但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, 以後會學到, 目前需要學到的只有葡萄糖, 二氧化碳, 水, 氧氣 4 種物質的分子式即可。 (3) 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。</p> <p>4 合：(生物體內常見的原子與分子) 在有原子概念後統整生物體內常見的分(葡萄糖、澱粉、脂質、蛋白質)及原子(碳、氫、氧、氮), 而脂質、蛋白質只要知道是組成生物體的大分子即可, 重點強調原子式組成物質的基本單位、可組合或拆解成不同的分子。</p>

子題三：遼闊的太空

活動流程	策略說明及評量																																																																		
(子題三) 第一節太陽系的尺度																																																																			
<p>1 起:舉出身邊之最… 以身邊事物微粒讓學生說出他們認為最大(長、高…深)的生物建築地形…。</p> <p>2 承:認識太陽系 (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、“天文單位”等。 表2 行星與太陽的距離表示方法</p> <table border="1" data-bbox="150 595 826 840"> <thead> <tr> <th>星體</th> <th>水星</th> <th>金星</th> <th>地球</th> <th>火星</th> <th>木星</th> <th>土星</th> <th>天王星</th> <th>海王星</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>與太陽平均距離(km)</td> <td>5791000</td> <td>5791000</td> <td>14959800</td> <td>22794000</td> <td>77841000</td> <td>142670000</td> <td>287100000</td> <td>449820000</td> </tr> <tr> <td>與太陽平均距離(km)(科學記號)</td> <td>5.791×10^7</td> <td>1.0821×10^8</td> <td>1.49598×10^8</td> <td>2.2794×10^8</td> <td>7.7841×10^8</td> <td>1.4267×10^9</td> <td>2.871×10^9</td> <td>4.4982×10^9</td> </tr> <tr> <td>與太陽平均距離(AU)天文單位</td> <td>0.3871</td> <td>0.7233</td> <td>1.0</td> <td>1.52366</td> <td>5.2034</td> <td>9.5371</td> <td>19.1913</td> <td>30.069</td> </tr> </tbody> </table> <p>(2)根據資料判斷以下太陽系模型圖有那些不合理的地方?</p> <p style="text-align: center;">太陽系模型圖</p>  <p style="text-align: center;">這張圖的哪些資訊不合理?</p> <p>3 轉:(太陽系尺度換算) (1)用線上軟體試算 3 組數據 (2)選用一組數據並做紀錄，並說明選用這組數據的原因。 (3)討論星球大小模型誤差的問題。</p> <p>4 合: 依比例畫出太陽與 8 個行星 將星球畫在便利貼紙上，並附上該星球名稱數據，之後貼在造型珍珠板上，以方便懸掛也較易顯示出行星所在的位置。</p>	星體	水星	金星	地球	火星	木星	土星	天王星	海王星	與太陽平均距離(km)	5791000	5791000	14959800	22794000	77841000	142670000	287100000	449820000	與太陽平均距離(km)(科學記號)	5.791×10^7	1.0821×10^8	1.49598×10^8	2.2794×10^8	7.7841×10^8	1.4267×10^9	2.871×10^9	4.4982×10^9	與太陽平均距離(AU)天文單位	0.3871	0.7233	1.0	1.52366	5.2034	9.5371	19.1913	30.069	<p>1 起:舉出身邊之最大… (1)如:最高的生物的高度、最高的建築、最高的山、最深的海溝…等，讓學生從身邊事物開始體驗"巨觀"的尺度。</p> <p>2 承: 認識太陽系 (1)此時學生可能還未學過科學記號、所以只要讓學生知道"次冪"數字的大小所代表的意義即可(如 10 的 3 次方表示 1 後面有 3 個 0 即 1000)。 (2)圖中太陽系模型是星球直徑有按比例縮小，但與行星與太陽的距離並不是按同一比例縮小。</p> <p>3 轉: 太陽系尺度換算 (1)試算 3 組數據主要是讓學生對星球大小與軌道長度有概念。 (2)選用一組數據的考量主要在"軌道長度"，若需幾百公尺，則校園中可能沒有適當場所。計算結果要記錄在學習單中(如下圖)</p> <p style="text-align: center;">太陽系模型換算紀錄表</p> <table border="1" data-bbox="933 1137 1485 1196"> <thead> <tr> <th></th> <th>太陽</th> <th>水星</th> <th>金星</th> <th>地球</th> <th>火星</th> <th>木星</th> <th>土星</th> <th>天王星</th> <th>海王星</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>星球直徑(公分)</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>與太陽距離(米)</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p><small>註:數據自網路搜尋(水、金、地、火)。 將數據自網路搜尋(木、土、天王、海王)後再繼續繪畫成太陽系，所以對本行星距離的畫法是從火星量起，也就是如果太陽到火星的距離是 3，太陽到木星的距離是 5，則真正在模型上要畫的是 2。</small></p>  <p style="text-align: center;">標明行星名稱/直徑/與太陽距離</p> <p style="text-align: center;">太陽系模型</p> <p>(3)討論模型誤差問題:在幾百公尺的軌道中，星球的直徑誤差為不到 0.1 公分，是否可忽略?</p> <p>4 合:(實作) 將星球資料黏貼在 A4 書面紙或珍珠板上是為了讓"行星"較明顯也易懸掛。</p>		太陽	水星	金星	地球	火星	木星	土星	天王星	海王星	星球直徑(公分)										與太陽距離(米)									
星體	水星	金星	地球	火星	木星	土星	天王星	海王星																																																											
與太陽平均距離(km)	5791000	5791000	14959800	22794000	77841000	142670000	287100000	449820000																																																											
與太陽平均距離(km)(科學記號)	5.791×10^7	1.0821×10^8	1.49598×10^8	2.2794×10^8	7.7841×10^8	1.4267×10^9	2.871×10^9	4.4982×10^9																																																											
與太陽平均距離(AU)天文單位	0.3871	0.7233	1.0	1.52366	5.2034	9.5371	19.1913	30.069																																																											
	太陽	水星	金星	地球	火星	木星	土星	天王星	海王星																																																										
星球直徑(公分)																																																																			
與太陽距離(米)																																																																			

(子題三) 第二節 操場上的太陽系

1 起:

分組，帶至操場，說明任務

1. 全班分六組，量測行星軌道半徑距離：

(1) 太陽組 (2) 類地行星組 (3) 木星組 (4) 土星組 (5) 天王星組 (6) 海王星組。

2 承: 實作

(1) 太陽組: 負責當太陽，並拉住行星軌道。其餘組員於其他組完成軌道後進行檢查及照相。

(2) 類地行星組: 在一條線上標出 4 個類地行星，並掛上代表該行星的卡片。

(3) 木星組: 取一條線量出木星與太陽距離，並掛上代表木星的卡片。

(4) 土星組: 取一條線量出土星與太陽距離，並掛上代表土星的卡片

(5) 天王星組: 取一條線量出天王星與太陽距離，並掛上代表天王星的卡片

(6) 海王星組: 取一條線量出海王星與太陽距離，並掛上代表海王星的卡片。



分組量測行星軌道半徑距離

3 轉: 操場上的太陽系: 全班帶至適當場所 (體育館、操場等)。

(1) 各組將線的一端交給太陽組的一個學生, "太陽" 不動, 其他行星則向外散開至線完全拉直 (類木行星組的線距離較長, 可每隔一段距離派一個學生將線舉起)。

(2) 太陽組的其他學生負責檢查個星球大小及距離是否正確。

4 合: (power of ten)

(1) 飛出太陽系

以比鄰星、牛郎、織女星的距離來認識距離單位: 光年。

(2) 以宇宙究竟有多大? 讓學生自己去推估想像。

(3) 以影片 (power of ten) 統整由微觀至巨觀的各種尺度。

1 起:

(1) 這個作法是全班同一尺度, 共同完成一個 "太陽系", 類地行星因為距離較, 短易量測, 且四個行星很密集, 若分開量可能不易看出差異, 所以類地行星四個星的軌道以一條線表示, 在線上適當的位置標出行星即可。而類木行星的距離很遠, 所以每組負責一個即可, 如此分工可縮短操作時間。

2 承: 實作

(1) 材料---

太陽組---1 張珍珠板 (畫太陽)、2-3 部相機或平板 (可照相錄影)

類地行星組---一卷彩帶 (約 100 米)、皮尺 (3m)、直尺 (30CM)、珍珠板、燕尾夾

木星組、土星組、天王星組、海王星組: 每組各 1 卷彩帶 (約 100 米)、皮尺 (5m)、直尺

(30CM)、珍珠板、燕尾夾 (把卡片夾在線上)

(2) 此活動可由學生自己使用線上軟體計算、也可以由老師操作, 學生只記錄數字並討論用哪一組數字、若有些班級數學程度好或每組有足夠的電腦, 載具等也可以用 excell 自行計算。

(3) 量出行星軌道的位置

測量時牽涉工具的選用 (捲尺直尺或其他) 及估計值的使用, 此處只要先給基本概念即可不必要求精準。

3 轉: 操場上的太陽系

(1) 如果時間充足, 可以先查詢當天太陽系每個行星和太陽的相對位置, 讓各組模擬行星位置來站立甚至移動。

(2) 太陽組負責檢核各組是否正確製作模型並拍照留念。



各組模擬行星位置站立或移動

4 合: 飛出太陽系

(1) 最近的一個恆星: 半人馬座, 位於約 40 兆公里處, 約在 4.37 光年處。

(1) 宇宙究竟有多大? 只是用來引發學生思考並非要求正確答案。

五、四格教案

子題一：科學導論，第一節：科學研究的方法

【學習內容】

INc-IV-1 宇宙間事、物的「規模」可以分為「微觀」尺度、和「巨觀」尺度(科學研究對象包含巨觀, 微觀的尺度)

【學習表現】

1. po-IV-1.2 能觀察並察覺問題(如有些麵包不易發霉), 提出可探究問題(是不是受水分、鹽分、防腐等影響)
2. pe-IV-1. 能設計實驗驗證假設(如果麵包在乾燥環境下則不發霉)
3. tr-IV-1、 ah-IV-1、 an-IV-1

【單元理念與特色】

1. 藉由生活中的事件、網路的傳言等, 學習「科學是解決問題、驗證的過程」
3. 實作練習提出 why 問題、how 問題(操作型問題)
2. 實例練習「科學探究方法---從觀察至提出結論」

【單元活動】



【活動準備與器材】

1. 收集各種可供探究的網路流言

【教學流程】

導入議題 (8分鐘)

1. 提問: 為什麼要學科學
2. 討論: 「買飲料」要用到哪些「科學」?
3. 生活中解決問題的方法就是科學方法

※為什麼要學科學??---多數學生會答科學知識、考試、發明新科技產品...等

※「買飲料」目的是導入:「科學是生活化、是解決問題的」的概念。

思考、論證(10分鐘)

1. 認識科學本質
(1) 這個主張合理嗎?---以"拜拜水果易腐爛"和"麵包不發霉表示含有防腐劑"為例, 讓學生思考自己"認同"某一主張時, 是否有注意"證據"的存在或可信度

※1. 將科學方法以圖示呈現

※2 提供延伸作業---請選擇一擇網路傳聞

(1). 分析傳聞中的主張為何? 有無證據?

(2). 尋找資料, 試著提出你對這個傳聞的新看法

討論與解釋(22分鐘)

1. "麵包為何不發霉"為例逐步解析科學方法
(1). 強調觀察後要察覺問題(why 問題)
(2). 練習提出 how 問題
(3). 根據 how 問題提出假設
(4). 進行實驗設計(實驗組、對照組)
(6). 數據與圖表
(7)完成科學探究流程圖

※1. how 問題: 指含有可操作(改變)的因素, 集可測量的因素, 如: 是不是因為水分改變所以發霉的情形不同?

※2. 注意科學方法不是直線、單向的流程, 而常因新的發現或與預測不符或實驗困難等而做修

結論與統整

1. 將科學方法以圖示呈現
2. 提供延伸作業---請選擇一擇網路傳聞
1. 分析傳聞中的主張為何? 有無證據?
2. 尋找資料, 試著提出你對這個傳聞的新看法
3. 請舉你生活中的例子, 以文字和圖說明運用科學方法來解決問題的過程。

※1. 延伸作業---老師可提供幾個網路流傳的"事件", 讓學生用科學方法來驗證真偽(可設計實驗並利用課餘時間實作或僅做書面實驗設計)。

(網路流言: 「不肖西瓜商人給西瓜打甜蜜素」、「檸檬汁或柳橙汁會溶解塑膠杯蓋, 釋出有毒物質」.... 等)

子題一：科學導論，第二節：科學在學什麼？

【學習內容】

INc-IV-1 宇宙間事、物的「規模」可以分為「微觀」尺度、和「巨觀」尺度(科學研究對象包含巨觀,微觀的尺度)

【學習表現】

1. 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(如台灣黑熊活動範圍調查、遺傳基因分析等)。
3. an-IV-3 從影片及閱讀資料，體察到科學家們具有堅毅、嚴謹和講求邏輯的特質，也具有好奇心、求知慾和想像力。

【單元理念與特色】

1. 以台灣本土的生態研究(台灣黑熊)為素材，可啟發關懷環境、生物的情感(環境議題融入)。
3. 以女科學家為主來介紹科學家的工作，可做為性平議題融入。

【教學流程】

導入議題 (10分鐘)

1 科學在學什麼

- (1)活動:小學自然課你學過哪些東西?請學生將提出的問題(寫在便利貼紙上)貼在黑板上。
- (2)根據學生的"答案"將科學內容初步分類,如:理化科、生物學、地球科學...
- (3)有些內容不易區分科別,因為它的性質是"跨科"的。

※1 連結學生舊經驗

※2 鼓勵學生依自己想法將學習內容"分科",並提出跨科的例子(如全球暖化多屬於地球科學但因為會影響生物的生存所以也會出現在生物科中)

思考、論證(10分鐘)

1. 學家在做什麼

- (1)閱讀:"黑熊媽媽黃美秀"的故事([影片](#))(3min)
- (2)閱讀:「[台灣黑熊](#)」,研究報告改寫而成的資料(3min)
- (3)學生描會科學家形象

※1 以"黑熊媽媽黃美秀"為題材,一是本土素材也兼顧性別平等。

※2 研究報告中呈現影片看不到的內容,如台灣黑熊的DNA定序.青剛櫟營養成份等.可多面向呈現科學研究的內容並導入"微觀"的概念。

※3 「科學家在做的事」,建議的內容包括:科學家的研究工作有哪些?科學家的研究有什麼重要性?“科學14家”需要具有哪些能力或特質?

討論與解釋(20分鐘)

1. 科學研究的尺度:看得見的與看不見的)

- (1)以台灣黑熊研究的素材(活動範圍.黑熊身高.青剛櫟果實.蛋白質.DNA)的尺度排列(Km~0000000001m),導入科學研究內容的尺度

※1. (1)青剛櫟.台灣黑熊的型態行為...等屬於可觀察的尺度,而活動範圍生存環境氣候變化等屬於巨觀,蛋白質,DNA則屬於微觀。

※此處尚未引進科學記號或微米等單位,只需有"微小"的概念即可

【單元活動】

1. 閱讀:"黑熊媽媽"影片、"台灣黑熊研究報告"改編教材。
2. 發表:科學家在做什麼?

【活動準備與器材】

1. 影片收集(黑熊媽媽黃美秀)---[連結](#)
2. 改編閱讀資料---台灣黑熊閱讀資料 [連結](#)

科學研究的尺度:看得見的與看不見的



科學的研究:除了肉眼可觀察的現象外,還有肉眼不易觀察的尺度*巨觀與微觀)-如:台灣黑熊---1.2m~1.8m, 青剛櫟果實---1~1.6公分, DNA---0.000000001公尺, 活動範圍---100平方公里, 生存環境---數百平方公里

結論與統整(5分鐘)

1. 以台灣黑熊的研究為例說明:科學不分科...、科學研究對象包含各種不同尺度。

※1 研究黑熊的形態、構造、習性、食物、生殖、健康屬於生物科學;以PCR等方法研究DNA、青剛櫟果實的成分屬於生物科學+化學;研究氣候變遷的成因、影響;黑熊的全球分佈屬於生物科學+地球科學。

※2 另舉實例分析科學研究的不分科及研究對象包含各種不同尺度。

子題二：微小的世界，第一節：放大小世界

【學習內容】

INc-IV-2 對應不同尺度，各有適用的「單位」（以長度單位為例）

INc-IV-3 測量時要選擇適當的尺度(單位)。

INc-IV-4 不同物體間的「尺度」關係可以用「比例」的方式來呈現。

【學習表現】

1. 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。
2. pe-IV-2 能正確安全操作器材儀器、科技設備(手機放大鏡)。能進行客觀的質性觀測或數值量測並詳實記錄。

【單元理念與特色】

1. 自製簡易、便宜、有效的觀察工具(手機放大鏡)

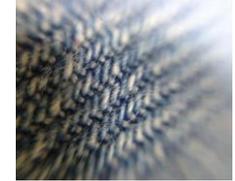
【單元活動】

1. 測量評估 5 種肉眼可見的小物品。
2. 用手機放大鏡進行觀察拍攝微小物品

【活動準備與器材】

器材:7mm 透鏡-1 個/人, 環保黏土 2 塊/組, 手機(平板)--1 部/組

做法---影片



【教學流程】

導入議題 (10 分鐘)

- 1 起: 你能看到多小的東西?
(1) 活動: 列出你可以看到的 5 種“小東西”, 由大到小排列, 並估計大小!

※(1) 學生列出的微小東西包括: 1 元硬幣的厚度、大頭針的“頭”、大頭針的“針”、手上的指紋、頭髮直徑、灰塵、粉筆灰、塵蹣...
(2) 此處只要“估計”而非精確測量, 主要是給學生“體驗”自己的估計和事實的差距。

實作. (15 分鐘)

- 2 承: 實作
(1) 介紹常見的放大工具(放大鏡、手機顯微(放大)鏡、複式顯微鏡)
(2) 製作自己的手機放大鏡

※(1) 手機放大鏡只需一個透鏡(成本約 1.5 元), 一小撮黏土, 一個動作(用黏土將透鏡黏在手機鏡頭上)即可完成, 而且可放大觀察、拍照紀錄, 是很方便好用又便宜的輔助觀察工具。

實作、分享 (15 分鐘)

3. 轉:
(1) 用手機顯微鏡拍照
(2) 同學互猜拍的影像為何種物品?

※(1) 用手機顯微鏡拍照, 至少 5 種
(2) 同學互猜拍的影像為何種物品? 鼓勵學生照片以“清晰”、“放大倍數”大者為佳。
(3) 若 e 化設備齊全, 可將拍得的照片上傳供全班欣賞。

結論與統整(5 分鐘)

4. 合: (大約有多大?)
請學生設法告訴別人自己所拍攝的“物品”實際大小約為多少?

※(1) 請學生設法告訴別人自己所拍攝的“物品”實際大小約為多少?
(2) 鼓勵補拍足以說明大小的照片(如將有顆度的尺入境、或選擇是當比例尺...等), 此處在為比例尺概念埋伏筆。

子題二：微小的世界，第二節：比例尺的應用

【學習內容】

- INc-IV-2 對應不同尺度，各有適用的「單位」(以長度單位為例)
INc-IV-3 測量時要選擇適當的尺度(單位)。
Nc-IV-4 不同物體間的「尺度」關係可以用「比例」的方式來呈現。

【學習表現】

- an-IV-1 察覺到科學的觀察、測量...是否具有正當性是受到社會共同建構的標準所規範。
- tm-IV-1 能從實驗過程、合作討論中理解較複雜的自然界模型....
- pe-IV-2 能正確安全操作適合學習階段的物品、器材儀器... (能用直尺量度地圖或顯微圖的長度，經由比例尺換算出實際長度、或能用 google map 量測兩地距離)。

【單元理念與特色】

- 地圖上的比例尺應用(以身邊的地點為例)
- 強調顯微圖上的成像圈、放大倍數、比例尺的意義

【教學流程】

導入議題 (10 分鐘)

- 1 起: 照片與實物的大小**
(1) 提供各種顯微照片(無成像圈、有成像圈、有成像圈+放大倍數)，引導學生思考這些圖片何者較能給予"實物大小"的參考資料?

※(1)承接第一節:利用手機放大鏡照像並沒有成像圈，引導學生思考，成像圈、放大倍數的意義。

實作.(15 分鐘)

- 2 承:(比例尺的應用)**
(1) 從以物品做為比例尺，到地圖上的比例尺，認識比例尺的類別與使用
(2) 學生利用比例尺實測地圖上 AB 兩地的實際距離。

※(1)引進比例尺概念(身邊的物品也可做為比例尺)(2)用不同放大比例的地圖，讓學生推測地圖上的比例尺應代表何種尺度?
(3)估算常見的兩點(如學校到車站)的距離(4)在印出的地圖(A4 大小每組一張)上，讓學生利用比例尺實測地圖上 AB 兩地的實際距離。

實作、分享 (15 分鐘)

- 3 轉:(認識微米)**
(1) 運用比例尺實測圖中最長的細胞其長軸的實際長度(數百 μm)
(2) 認識 μm (微米)與毫米、米的關係
(3) 知道"科學記號"的表示法
(4) 以比例關係體認"10 億分之一"的意義

※(1)在印出的洋蔥表皮細胞顯微圖上(A4 大小每組一張)上實測(2)認識 μm (微米):只要知道微米是毫米的千分之一、毫米是米的千分之一即可。
(3)知道"科學記號"的表示法:只要簡介即可。
(4)"10 億分之一"是很難想像的尺度，所以用「地球若縮小 10 億倍」的圖象來協助學生想像。
(5)認識奈米與微米、毫米、米的關係--這裡只是要建立"奈米"、"微米"等微觀尺度的概念，不必強調計算。

【單元活動】

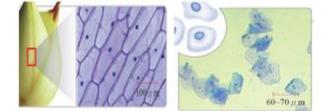
- 認識顯微鏡下的影像
- 用比例尺量測實物距離(地圖、顯微圖)

【活動準備與器材】

- 器材:直尺(30mm)
- 某地地圖(圖片)、洋蔥表皮細胞顯微圖



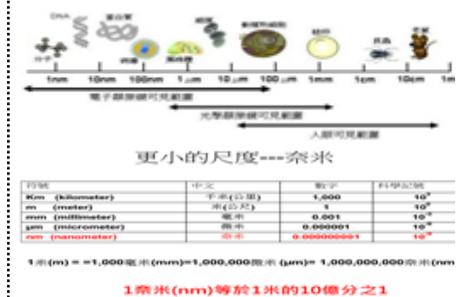
洋蔥表皮細胞(左)



洋蔥表皮細胞(右)

結論與統整(5 分鐘)

- 4 合:(從米到奈米)以圖統整米到奈米的尺度**



※這張圖雖是第一單元第二節曾出現過，但第一次出現時，是以 0.001 米~0.0000001 米等方式呈現，現在則以米、毫米、微米等單位表示，可以協助學生統整。

子題二：微小的世界，第三節：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。

【學習表現】

1. tm-IV-1 能從實驗過程、合作討論中理解較複雜的自然界模型....。
3. pe-IV-2 能正確安全操作適合學習階段的物品、器材儀器...
(能操作唾液對澱粉的作用)。

【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. 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:飯、研鉢、1號、3號夾鏈袋、酵母菌、碘液、本氏液。



【教學流程】

導入議題 (5分鐘)

1起:一粒飯可以有多小?

- (1) 一粒飯如何可以切到最小
(用刀/用果汁機)
- (2) 加水溶解
- (3) 用碘液測米漿(飯+水磨成漿)
內是否含澱粉

※ (1) 選擇飯作為素材是 1. 貼近學生生活 2 飯經煮過, 澱粉較易溶於水中
(2) 切細, 加水溶解都屬於物理變化(但此處不用強調)
(3) 用碘液檢驗澱粉是小學已學過的先備知識。

實作.(15分鐘)

2承:(澱粉不見了-實驗設計)

- 作法一
- (1) 米漿(澱粉液)+唾液+碘液後, 藍黑色漸漸退色(澱粉不見了)
- 作法二
- (1) 做法: 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
 - (2) 5 分鐘內透過透明塑膠袋觀察比較實驗組和對照組糯米紙的差別
 - (3) 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。(4) 此時在兩袋液體中加入本氏液
 - (5) 將兩袋丟進熱水杯(飲水機熱水約 90°C) (6) 紀錄反應結果

※ (1) 做法一: 從藍紫色逐漸消失(至無色), 推論澱粉被改變, 牽涉較多變因。
(2) 作法二: 在不同時間點比較澱粉消失的情形, 是較直覺的做法。
(3) 此活動最好能採引導式的探究, 在活動前先教導應變變因的原理及檢測方式, 再和學生討論可能影響的變因(如方法一中唾液也可能影響碘液顏色), 列出各種自變項後再提出假設(澱粉會被唾液改變嗎?) 進行實驗設計, 再進行實驗, 如此較能培養探究能力。

實作、分享 (15分鐘)

- 3.轉:**(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喔。
(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(產生的二氧化碳充氣)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) 透明夾鏈袋方便觀察裏面的變化
(3) 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) 可加做"檢定二氧化碳的活動"

結論與統整

- 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。

整合、討論實驗結果所代表的意義: 物質是可以拆解轉變的。

子題二：微小的世界，第四節：組成物質的基本單位：原子

【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。

【學習表現】

1. tm-IV-1 能從實驗過程、合作討論中理解較複雜的自然界模型....。
2. pe-IV-2 能正確安全操作適合學習階段的物品、器材儀器... (能設法將米飯切割至最小、能用碘液檢測澱粉、)。
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】

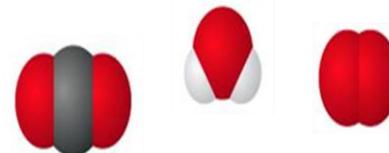
1. 自編簡易電解水實驗
2. 使用實驗、推論等方式理解複雜的原子、分子概念。

【單元活動】

1. 簡易電解水操作

【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



【教學流程】

導入議題 (5 分鐘)

提問：水是生活中最常見的物質，他也能變成別的東西嗎？

實驗操作(15 分鐘)

- (1) 示範簡易水電解裝置(杯子中裝鹽水)
- (2) 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)。
- (3) 學生操作水的電解, 觀察並紀錄正負極上的變化。

結果與討論(10 分鐘)

- (1) 利用前面做過的觀察推論出三種 CHO 三種基本粒子並學習其符號
- (2) 從葡萄糖分子模型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?
- (3) 認識生物體內常見的分子(葡萄糖、澱粉、脂質、蛋白質)

結論與統整(5 分鐘)

4 合：
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) 水會被改變成其他物質嗎? 多數學生會答: 水會改變成水蒸氣或或冰(甚至雲. 雨. 雪. 霧)... 等不同型態。教師可趁此機會複習(補充)粒子概念, 澄清 冰、雨、雲等的本質都是 "水", 只是 "水粒子" 間的距離不同而已。

(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(裝置如下---杯中裝鹽水)。

- (1) 認識元素主要以碳、氫、氧三個元素為主, 並介紹元素符號。
- (2) 此處只要建立「元素符號」和「數字」是分子式的 2 個重點即可, 不必強調分子式的正確寫法
- (3) 目前需要學到的只有葡萄糖, 二氧化碳, 水, 氧氣 4 種物質的分子式即可。

在有原子概念後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、氮)、而脂質、蛋白質只要知道是組成生物體的大分子即可, 重點強調原子式組成物質的基本單位、可組合或拆解成不同的分子。

子題三：遼闊的太空，第一節：太陽系的尺度

【學習內容】

- (1) INc-IV-2 對應不同尺度，各有適用的「單位」(以長度單位為例)，尺度大小可以使用科學記號來表達。
- (2) INc-IV-3 測量時要選擇適當的尺度(單位)。
- (3) 【學習表現】
- (4) 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。
- (5) ah-IV-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。

【單元理念與特色】

- (1) 使用線上軟體代替計算。
- (2) 從實作中體會誤差的不可避免即可接受度。

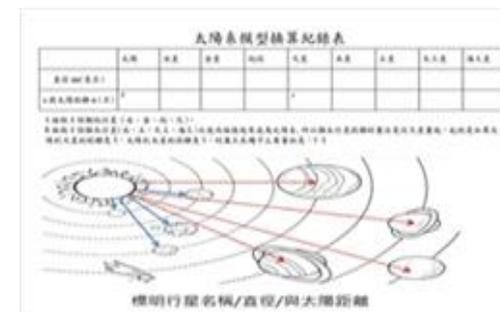
版權所有

【單元活動】

1. 閱讀太陽系恆星行星資料
2. 太陽系縮小模型計算

【活動準備與器材】

1. 模型計算軟體
2. 編輯閱讀資料、學習單。



【教學流程】

導入議題 (5分鐘)

- 1 起:舉出身邊之最…
以身邊事物微粒讓學生說出他們認為最大(長、高…深)的生物建築地形…

實作。(15分鐘)

- 2 承: 認識太陽系
 - (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、“天文單位”等
 - (2) 根據資料判斷以下太陽系模型圖有那些不合理的地方?

星球	水星	金星	地球	火星	木星	土星	天王星	海王星
與太陽平均距離 (km)	5792000	5792000	149598000	227940000	778420000	1429700000	2872000000	4495000000
與太陽平均距離 (km)(科學記號)	5.792 × 10 ⁶	5.792 × 10 ⁶	1.49598 × 10 ⁸	2.2794 × 10 ⁸	7.7842 × 10 ⁸	1.4297 × 10 ⁹	2.872 × 10 ⁹	4.495 × 10 ⁹
與太陽平均距離 (天文單位)	0.3871	0.7233	1.0	1.52366	5.2034	9.5371	19.1913	30.069

- ※ (1)選擇飯作為素材是 1. 貼近學生生活 2 飯經煮過，澱粉較易溶於水中
- (2)切細，加水溶解都屬於物理變化(但此處不用強調)
- (3)用碘液檢驗澱粉是小學已學過的先備知識。

- (1) 此時學生可能還未學過科學記號、所以只要讓學生知道“次幂”數字的大小所代表的意義即可(如 10 的 3 次方表示 1 後面有 3 個 0 即 1000)。
- (2) 圖中太陽系模型是星球直徑有按比例縮小，但與行星與太陽的距離並不是按同一比例縮小。

實作、分享 (15分鐘)

- 3 轉: (太陽系尺度換算)
 - (1) 用線上軟體試算 3 組數據
 - (2) 選用一組數據並做紀錄，並說明選用這組數據的原因。
 - (3) 討論星球大小模型誤差的問題

- ※(1)試算 3 組數據主要是讓學生對星球大小與軌道長度有概念。(2)選用一組數據的考量主要在“軌道長度”，若需幾百公尺，則校園中可能沒有適當場所。計算結果要記錄在學習單中。(3)討論模型誤差問題:在幾百公尺的軌道中，星球的直徑誤差為不到 0.1 公分，是否可忽略?

結論與統整

- 4 合(依比例畫出太陽與行星)
依比例畫出太陽與 8 個行星，將星球畫在便利貼紙上，並附上該星球名稱數據，之後貼在造型珍珠板上，以方便懸掛也較易顯示出行星所在的位置。

- ※將星球資料黏貼在 A4 書面紙或珍珠板上是為了讓“行星”較明顯也易懸掛。

子題三：遼闊的太空，第二節：操場上的太陽系

【學習內容】

(1) INc-IV-1 宇宙間事、物的「規模」可以分為「微觀」尺度、和「巨觀」尺度。

(2) INc-IV-4 不同物體間的「尺度」關係可以用「比例」的方式來呈現。

【學習表現】

(1) 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。

(2) ah-IV-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。

【單元理念與特色】

(1) 星體，行星距離都以同一比例縮小。

(2) 製作大型(軌道長度超過100米)、再校園內展示的立體模型。

【單元活動】

1. 實際測量並製作太陽系模型
2. 從太陽系到宇宙，認識天文單位和光年
3. 觀看 power of ten 影片

【活動準備與器材】

1. 每組材料：30cm 直尺、與 5m 捲尺
彩帶(速膠帶)長度約100M、
便利貼紙、珍珠板、燕尾夾...



製作太陽系模型器材

【教學流程】

導入議題 (5分鐘)

1 起：分組，帶至操場，說明任務

1. 全班分六組，量測行星軌道半徑距離：

- (1)太陽組 (2)類地行星組 (3)木星組 (4)土星組 (5)天王星組 (6)海王星組。

實作。(15分鐘)

2 承：實作

- (1)太陽組：負責當太陽，並拉住行星軌道。其餘組員於其他組完成軌道後 進行檢查及照相
- (2)類地行星組：在一條線上標出4個類地行星並掛上代表該行星的卡片。
- (3)類木星組：取一條線量出(木、土、天王、海王)星與太陽距離，並掛上代表該行星的卡片

實作、分享 (15分鐘)

3. 轉：(操場上的太陽系)

- 全班帶至適當場所(體育館、操場等)
- (1)各組將線的一端交給太陽組的一個學生，”太陽“不動，其他行星則向外散開至線完全拉直(類木行星組的線距離較長，可每隔一段距離派一個學生將線舉起)。

結論與統整(10分鐘)

4. 合：(power of ten)

- (1)飛出太陽系
以比鄰星、牛郎、織女星的距離來認識距離單位：光年。
- (2)以；宇宙究竟有多大？讓學生自己去推估想像。
- (3)以影片(power of ten)統整由微觀至巨觀的各種尺度。

※這個作法是全班同一尺度，共同完成一個”太陽系“，類地行星四個星的軌道以一條線表示，在線上適當的位置標出行星即可。而類木行星的距離很遠，所以每組負責一個即可，如此分工可縮短操作時間

- (1)此活動可由學生自己使用線上軟體計算、也可以由老師操作，學生只記錄數字並討論用哪一組數字、若有些班級數學程度好或每組有足夠的電腦，載具等也可以用 excell 自行計算。(2)量出行星軌道的位置
- (3)測量時牽涉工具的選用(捲尺直尺或其他)及估計值的使用，此處只要先給基本概念即可不必要求精準。

※(1)如果時間充足，可以先查詢當天太陽系每個行星和太陽的相對位置，讓各組模擬行星位置來站立甚至移動。

(2)太陽組負責檢核各組是否正確製作模型並拍照留念

(1)最近的一個恆星：半人馬座以，位於約40兆公里處，約在4.37光年處。

(2)宇宙究竟有多大？只是用來引發學生思考並非要求正確答案。

參、模組試教

一、臺灣黑熊的研究

前言

臺灣黑熊(*Ursus thibetanus formosanus*)是臺灣唯一原產的熊類，屬亞洲黑熊的種群之一。由於近幾十年來自然環境過度開發及人為活動頻繁，使得該物種的分布範圍大幅縮減。

若要成功的保育黑熊，不僅依賴人們對於野生動物經營管理上的認識，包括社會、經濟、行政、組織的因素，更有賴研究及經營管理單位對於熊類生基本物學資訊的累積。

臺灣黑熊的重要研究者(黃美秀、吳煜慧、王穎等)的研究包含：野外的行為和棲地利用等生態習性，以及遺傳基因特性的瞭解 兩部分

一、行為和棲地利用——臺灣黑熊與櫟實之關係

研究者經由捕捉繫放和無線電追蹤等方法，長期監測玉山國家公園內臺灣黑熊等大型哺乳動物的數量、種類，及該區青剛櫟森林的地形、氣候和結果量變動，並探討二者之關係。



櫟實是營養豐富的食物資源，擁有高含量的脂質和碳水化合物，加上容易消化的特性，可視為高度濃縮形式的食物能源。因此，櫟實的生產和動物的覓食行為對大型哺乳動物的繁殖、生存、活動和生長都有直接或間接的重要影響。

二、分子技術於保育遺傳上的運用

臺灣黑熊在野外所需的活動範圍十分廣大，超過100平方公里(km²)。因此個體的活動領域很容易受人為開發造成的棲地破碎化所阻隔，使不同家族黑熊間互相交配的機率降低或完全隔離，黑熊間常出現「近親通婚」，使個體間的遺傳差異降低，所以調查全島各地黑熊族群的遺傳多樣性、親緣關係等，成為擬定有效的保育策略的重要議題。

野外研究黑熊的族群及生態習性的作業十分困難，而且研究時有些捕捉和處理程序對於動物可能具破壞性、不適當或是不被允許。所以目前多藉由採集動物的排遺、毛髮、蛻皮、尿液、精液等樣本獲得到基因(DNA)資訊來分辨個體。

近年來分子技術發展快速，利用聚合酶連鎖反應(PCR，是遺傳學研究技術之一，可使被選取的某一段基因增加，以方便後續的研究)為基礎，發展出用來區分及鑑定不同的物種、族群、個體層次的研究，可提供更準確的遺傳資訊，以利回答多項族群結構問題，並輔助傳統的鑑定方法。

(改寫自:玉山國家公園臺灣黑熊族群生態及遺傳狀況評估研究2012[這裡](#)、黑熊媽媽影片 [這裡](#))

1. [大自然中有一個看不見的尺度](#)—田斯利 (1871~1955)
2. 科學人雜誌 [山林的靈魂：台灣黑熊](#)
3. 科學月刊 第四十三卷第十一期遇熊 • 育熊—[「黑熊媽媽」黃美秀的尋熊記](#)

二、太陽系家族

太陽系是被太陽的引力繫結在一起的系統，繞著太陽運行的天體稱為行星，大型的行星有 8 顆（2006 年在捷克布拉格舉行的第 26 屆國際天文學聯會通過決議，將冥王星降級成矮行星，所以目前太陽系變成八大行星），其餘都是較小的天體。繞著行星運行的天體稱為衛星，如：月球是地球的衛星。

8 顆行星中在內側(靠近太陽)的是 4 顆較小的是：行星，水星、金星、地球和火星，稱為類地行星，主要的成分是岩石和金屬。在外側是 4 顆巨行星，本質上都比類地行星巨大。最大的兩顆是木星和土星。所有的行星都以接近圓形的軌道，躺在幾乎與所謂的黃道一致的平面上繞著太陽運轉。

太陽與八大行星資料表(僅供參考毋須背誦)

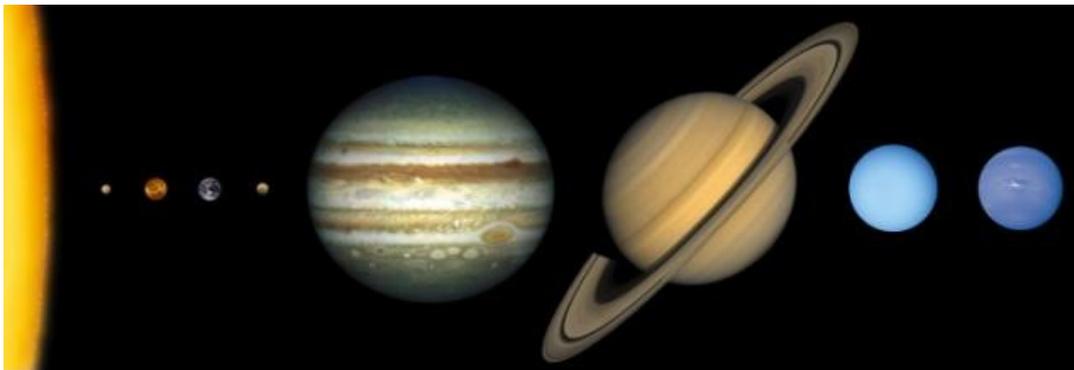
	與太陽距離 (百萬公里)	與太陽距離 (天文單位)AU	赤道半徑 (公里)	體積 (地球=1)	質量 (地球=1)
太陽	0	0	696000	1304000	333400
水星	57.909175	00.3871	2439.7	0.054	0.055
金星	108.20893	00.7233	6051.8	0.88	0.815
地球	149.59789	1.0000	6378.14	1	1
火星	227.93664	1.5237	3397	0.150	0.10744
木星	778.41202	5.2026	71492	1316	317.82
土星	1426.7254	9.5549	60268	763.6	95.16
天王星	2870.9722	19.2184	25559	63.1	14.371
海王星	4498.2529	30.1104	24764	57.7	17.147

※各行星和太陽的距離，因數值很大，所以科學家創造了一個新的單位："天文單位"

(縮寫的標準符號為 AU，也寫成 au、a. u. 或 ua) 來表示，"天文單位"指地球和太陽的絕對距離 149,597,870,700 公尺。

※表中太陽和各行星的質量和體積也是以相對比較的方式表示，即：把地球的體積(或質量)當 1，計算其他星體的體積(或質量)。

太陽系模型



(圖1：太陽系行星相對位置圖，星體距離未依正確比例)

太陽系到底有多大？它大到很難以幾張紙的長度來表達，像圖1，雖然圖中各星球的相對大小是對的，位置的順序也是對的，但行星間的距離並沒有依正確比例，而是縮短很多的，這樣才能將 8 個行星一起放在一張圖內。

如果我們把整個太陽系縮小到原來的 1/ 6,000,000,000 那麼太陽大約是一個籃球那麼大，最遠的海王星會離太陽多遠呢？讓我們試著盡量依正確數據來製做太陽系的模型吧！

太陽系模型做法：

太陽系模型換算表

以太陽直徑=30(mm)和太陽直徑=100 mm 為例

	直徑(1) mm(毫米)	與太陽距離(1) m (米)	直徑(2) mm(毫米)	與太陽距離(2) m (米)
太陽	30	0	100	0
水星	0.1	1.249	0.3	4.163
金星	0.2	2.33	0.8	7.767
地球	0.2	3.223	0.9	10.745
火星	0.1	4.91	0.4	16.368
木星	3	16.771	10.2	55.904
土星	2.5	30.756	8.3	102.214
天王星	1	61.756	3.3	206.214
海王星	0.9	96.987	3.2	323.291

一、按比例換算：

1. 應用的軟體---

http://www.exploratorium.edu/ronh/solar_system/

(太陽系模型換算)

2 依比例換算：

(1)在太陽處輸入數字(如 10mm) ，表示要將太陽縮小到 10 mm 的尺度。

(2)按下“calculate(計算)”，系統即會以此比例進行計算，得到其他行星的大小(直徑)及行星和太陽的距離。

(3)星體直徑(毫米)：這一欄的數字代表各行星在此尺度下的相對直徑(單位毫米)

(4)軌道半徑(米)：這一欄的數字代表各行星與太陽的(平均)距離

3. 或者可以參考表一：這是將太陽以 30 毫米和 100 毫米去計算出來的結果。

二、製作模型

(模型一)

1、決定好太陽直徑(如 30 毫米或 100 毫米)，計算其他行星的直徑及距離太陽的距離。

2、依太陽系模型換算表上的數據，用黏土 (1 份/組)做 8 個行星及太陽；或可由學生自己決定材料如沙粒、彈珠...等來表示各星體(直徑越接近表中的數字越好)

3、選一紙條(如卷軸衛生紙)或繩子代表軌道(其長度必須為 96.87 公尺或 323.291 公尺)

4、拉開紙條(或繩子)，用尺測量出各行星的位置，在紙條或繩子上貼上彩色便利貼紙或綁上彩色帶子，並依序擺上代表行星的黏土、或各種代表行星的球體。

5、各組互相欣賞、檢查太陽系模型。

(模型二)

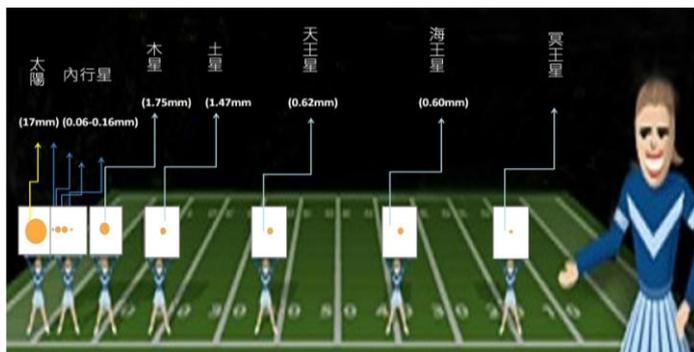
1、決定好太陽直徑(如 30 毫米或 100 毫米)，計算其他行星的直徑及距離太陽的距離。

2、準備長、寬各 30CM 的紙牌，並在上面畫出星體大小。

3、選一場所如學校的步道或走廊等，用尺測量出各行星的位置並作記號。

4、在跑道或走道上的每一行星位置，派一個同學站在該定點並舉起已製作好的行星牌子

5、各組互相欣賞、檢查太陽系模型。



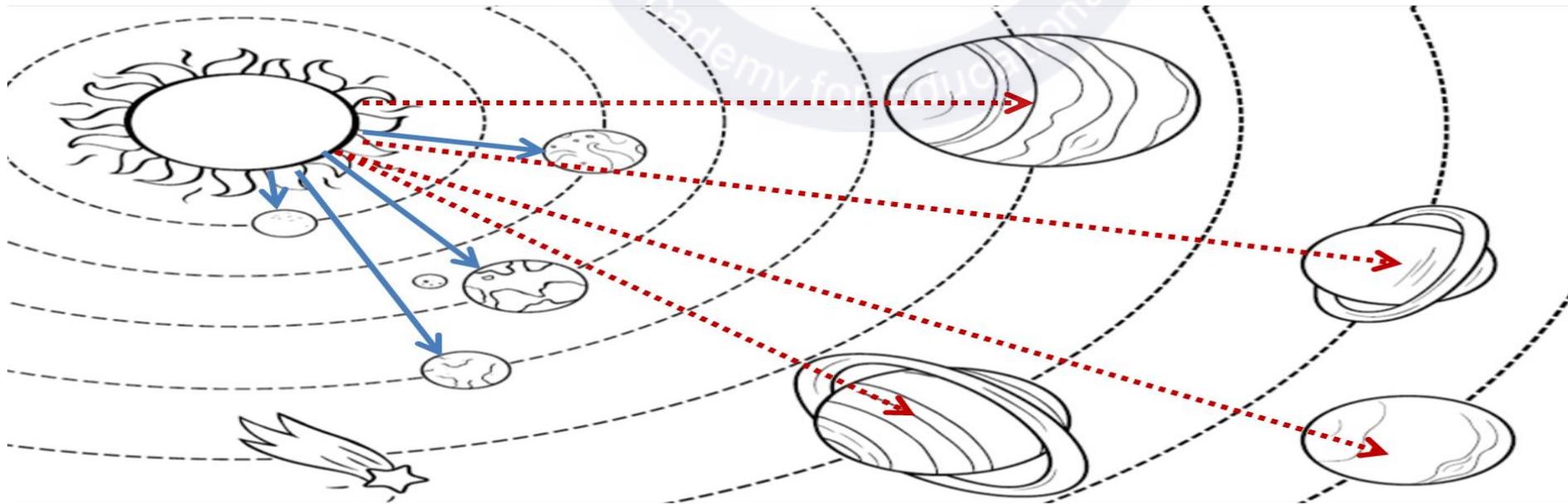
讓我們看看縮小到原來的 1/ 6,000,000,000 的太陽系是什麼景象吧！ ([太陽系 3D 模型](#))

太陽系模型換算記錄表

	太陽	水星	金星	地球	火星	木星	土星	天王星	海王星
直徑 mm(毫米)									
s 與太陽距離 m (米)	0				X				

A 組做 4 個類地行星 (水、金、地、火),

B 組做 4 個類木行星(木、土、天王、海王)之後兩組接起來成為太陽系,所以類木行星距離的量法是從火星量起,也就是如果太陽到火星的距離是 X,太陽到木星的距離是 Y,則真正在繩子上要量的是:Y-X



標明行星名稱/直徑/與太陽距離

三、試教紀錄與心得

此次試教有三種不同的安排

1. 完整課程：主要為壯圍國中科學志工社團學生，學生數14人，上課地點為生物實驗室，課程為隔週2節課，試教日期為9/6、9/20、10/4、10/18 共四次八節。

2、部分課程：10/6借用宜蘭縣復興國中711班"科學閱讀"課時間進行試教，內容為第一子題第二節及第二子題第一節；11/23至壯圍國中借用801試教內容為第第三子題。

3、網路徵求試教者：目前已有幾位老師先行下載資料，預計會考完對9年級學生試教。

以完成的市郊紀錄如下：

(一)子題一試教紀錄

1. 對象：壯圍國中科學志工社學生(14人)
2. 時間：9/6 下午第六節
3. 地點：壯圍國中生物科實驗室
4. 內容：子題一第一節「科學研究常用的方法」

學生反應

1. 由於是此社團第一次上課，學生對同學、老師、課程性質不熟悉，顯得有點害羞，較少互動。
2. 引起動機時，提問：為什麼要學科學、買飲料做決定大概經過哪些步驟，學生大致能以自身經驗回答。
3. 以"拜拜水果易腐爛"和"麵包不發霉表示含有防腐劑"為例，讓學生反思自己"認同"某一主張時，是否有注意"證據"的存在或可信度。學生多能說出"鬼"不可驗證所以這個主張是"不合理"的，但多數學生(幾乎是全部)認為『不發霉含防腐劑』是對的。理由包括：有做實驗阿、麵包應該會發霉，除非加了防腐劑...，也就是學生對「科學要能驗證」較有印象但對事實，證據間的關聯則尚需加強。
4. 以"麵包為何不發霉"為例逐步解析科學方法，學生雖然也可以跟著引導設計出一個變因的實驗，但如果使用現場(1或2節課)可以看出結果的例子，應該能直接實作，完成完整的歷程。(學生進行實驗設計並發表)



試教後調整情形

1. 若此模組設定為七年級導論的概念，則課程時間可能需加入"破冰"活動所需時間(約20分鐘)，以利師生間互相認識。
2. 驗證，論證的能力是要不斷練習的，以後要多增強此類教材。
3. 考慮改用"酵母菌發酵"為例
4. "科學方法"應強調--不是單一方向，而是不斷進行修正，所以修改科學方法的圖示。(修改後的圖)



1. 對象：壯圍國中科學志工社學生(14人)、復興國中 711 班(28 位)
2. 時間：9/6 下午第七節、10/06 第 6.7 節
3. 地點：壯圍國中生物科實驗室、復興國中 711 教室
4. 內容：第二節「科學在研究什麼？」

學生反應

1. 引起動機的活動是讓學生回想國小自然課你學過哪些東西?並非類。學生提出”全球暖化”且將他歸在生物類,理由是---”全球暖化”會對生物造成影響…,確實觸及”跨科概念”;在復興試教時由於”趕進度”省略讓學生自己分類並說明理由的過程…



引起動機

2. 學生在描繪科學家形象時,提出如:很聰明…可以解決很多問題…等看法,老師提問:是因為很聰明所以可以成為科學家,還是因為是科學家所以變聰明?讓他們思考科學家的特質是天生的或後天學習而得…



學生描繪科學家形象

3. 閱讀台灣黑熊研究的資料時,無法掌握每個學生的專注度及閱讀速度和理解度的個別差異!

試教後調整情形

1. 修改進行方式,可簡化國小自然課程學過哪些內容的過程,而把重點放在”讓學生自己分類並說明理由”,較能讓學生覺察”跨科概念”的存在。
2. 若把閱讀資料切割成3組,採”拼圖法”方式閱讀,應可增加專注度及協助所有學生理解資料內容!!
3. 新拍攝的”黑熊森林”可做為取代“黑熊媽媽”的影片。



(二)子題二試教紀錄

1. 對象：壯圍國中科學志工社學生(14人)、復興國中 711 班(28位)
2. 時間：9 /20 下午第六、七節、10/06 第 7 節
3. 地點：壯圍國中生物科實驗室、復興國中 711 教室
4. 內容：子題二第一節放大小世界

學生反應	試教後調整情形
<p>1. 列出你可以看到的 5 種“小東西”這個活動，透過分組合作，可以把學生對尺寸的看法引發出來，多數學生很樂於去“想像”他們認為“微小的東西”，但其“size”的概念很薄弱，比如很多學生認為肉眼可見的最小尺寸是 pm2.5(灰塵)。</p>  <p>學生列出5種可以看到的小東西</p> <p>2. 用手機顯微鏡拍照，對學生是很新的經驗，學生看到放大後的影像都驚呼連連。</p> <p>3. 如何將拍得的照片上傳供全班欣賞，是待克服的問題。</p>	<p>1 學生以手機放大鏡拍攝的”微物”</p>  <p>微物(1)</p>  <p>微物(2)</p>  <p>微物(3)</p>  <p>微物(4)</p> <p>2. 若能配合 E 化設備，以平板拍攝上船就會比較方便互相觀賞。</p>

- 對象：壯圍國中科學志工社學生(14人)
- 時間：10 / 4 下午第六、七節
- 地點：壯圍國中生物科實驗室
- 內容：子題二第二節「比例尺的應用」

學生反應

- 學生已有“以物品當比例尺”的概念，也知道地圖上有比例尺，但無知道“顯微圖”也應該有比例尺。
- 用不同放大比例的地圖，讓學生推測地圖上的比例尺應代表何種尺度？如：學生對台灣全圖上的比例尺竟然猜測為 50 公尺，可見學生缺乏“尺度”概念。
- 以投影圖讓學生估算常見的兩點(如學校到車站)、洋蔥表皮細胞顯微圖上細胞的長軸(實際長度約數百 μm)、短軸，發現多數學生沒有實際“摸到”圖，不好操作…
- 認識奈米與微米、毫米、米的關係或顯微鏡、地圖內食物長度的計算，對學生而言難度頗高。



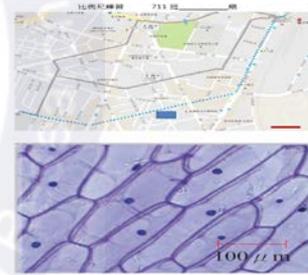
學生推測比例尺代表何種尺度



學生估算常見的兩點

試教後調整情形

- 可以增加各種不同放大比例的地圖讓學生比較“比例尺”的尺度變化，培養“尺度”的概念。
- 「讓學生在投影圖上用比例尺實測地圖上 AB 兩地、或顯微圖內細胞實際長度」的活動，改變為：將地圖、或顯微圖列印成 A4 大小，在圖上測量計算，方便學生實作。
(原來-在投影上測量， 改成-在紙本上測量)



在投影上測量

- 修改為只要能“體認”到相對大小即可，不強調計算，以避免增加挫折感。

更小的尺度---奈米

符號	中文	數字	科學記號
Km (kilometer)	千米(公里)	1,000	10^3
m (meter)	米(公尺)	1	10^0
mm (millimeter)	毫米	0.001	10^{-3}
μm (micrometer)	微米	0.000001	10^{-6}
nm (nanometer)	奈米	0.00000001	10^{-9}

$$1\text{米}(m) = 1,000\text{毫米}(mm) = 1,000,000\text{微米}(\mu\text{m}) = 1,000,000,000\text{奈米}(nm)$$

1奈米(nm)等於1米的10億分之一

- 對象：壯圍國中科學志工社學生(14人)
- 時間：10 /18 下午第六、七節
- 地點：壯圍國中生物科實驗室
- 內容：子題二第三節「**第三節 變、變、變**」

學生反應

1. 「**澱粉不見了**」的做法是將米飯用刀切細再磨成漿，再加唾液，之後以碘液檢驗澱粉是否消失了，實施後發現的問題包括：切和磨的過程頗花時間、需用到較多器材、碘液和澱粉的反應較不穩定，需要的時間也長、無法證明產生的是糖。



將米飯用刀切細

“澱粉”可以被“切”得更小嗎？



哪一瓶不再是澱粉了？什麼因素使澱粉發生改變？

哪一瓶不再是澱粉

2 糖轉變成其他物質(二氧化碳)的實驗原先設計以在氣球內反應的方式進行，但此方法較不易看到氣球內的變化

葡萄糖可以被分得更小嗎？



- 哪一瓶是「糖+酵母菌」？ 哪一瓶是「水+酵母菌」？
- 你認為「酵母菌對糖做了什麼事」

葡萄糖可以被分得更小嗎？

試教後調整情形

1 修改的做法

- (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(2)5 分鐘內透過透明塑膠袋可以觀察比較實驗組和對照組糯米紙的差別(約 10-15 分鐘)。(3)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)紀錄反應結果。



2. 修正為：在透明夾鏈袋內反應，可以看到反應時的變化。



- 對象：壯圍國中科學志工社學生(14人)
- 時間：10 /18 下午第六、七節
- 地點：壯圍國中生物科實驗室
- 內容：子題二第四節「第四節 原子與分子」

學生反應

1. 簡易版「水的電解」操作簡易現象也頗明顯，學生大多能理解，是”建模”的好媒介。

水能被分得更小嗎？



接通導電線路

通電後，炭棒上出現氣泡

通電後，炭棒上出現氣泡

2 這兩張圖是用來幫助學生統整及解釋習得的概念，必須要多一點思考時間或實際操作分子模型來幫助理解。

“它們”有什麼關係？

碳(C)、氫(H)、氧(O)：組成物質的基本粒子，稱為元素(原子)

如果以下三個模型代表：氧氣、二氧化碳、水

何者(顏色)是碳(C)？何者是氫(H)？何者氧(O)？如何判斷？



3 蛋白質和脂質是學習生物體組成時必要的”概念”，所以設計在課程中先出現名詞及簡圖，但畢竟此次模組並未牽涉到這兩類物質，所以顯得有些突兀…

試教後調整情形

- 電解水是否需收集”氫氣”和”氧氣”並驗證呢?應視時間及學生進行實驗的基礎能力而定。
- 建模過程應讓學生以自己的話來解釋現象並套用在其他現象上，此處還需再研究是否有更好的”模式”來引導!
- 蛋白質和脂質的組成可以改成只作延伸思考或學習。

(三)子題三試教紀錄

1. 對象：壯圍國中科學 801 學生(26 人)
2. 時間：11 /23 上午第三、四節
3. 地點：壯圍國中理化科實驗室、體育館
4. 內容：子題三第一節：太陽系的尺度、第二節：操場上的太陽系

學生反應

試教後調整情形

第一節

1. 學生閱讀太陽系資料，認識太陽系各行星的基本資料(大小，位置，與太陽的距離)
2. 知道"天文單位"、"光年"的用法
3. 以三個不同尺度(如太陽直徑=10.5.3 公分)，利用平板及線上軟體計算各行星的直徑及與太陽的距離。
4. 填寫學習單

第二節

1. 到操場(體育館)進行模型的操作
2. 用手機顯微鏡拍照，對學生是很新的經驗，學生看到放大後的影像都驚呼連連。
3. 如何將拍得的照片上傳供全班欣賞，是待克服的問題。



學生閱讀太陽系資料(1)



學生閱讀太陽系資料(2)

第一節

1. 多數學生在閱讀太陽系資料時，沒有困難，能理解。
2. 因為是八年級學生已學過科學記號，所以多能了解使用科學記號來表示大數字，也理解使用"天文單位"、"光年"等單位的好處。
3. 讓學生嘗試不同縮小比例的尺度，之後全班統以太陽直徑=3 公分來製作縮小模型，才能放進操場內。

以三個不同尺度(如太陽直徑=10.5.3 公分)，利用平板及線上軟體計算各行星的直徑及與太陽的距離。

第二節

1. 因下雨，所以場地改到體育館
2. 學生用 5 公尺皮尺要量取約 100 公尺的軌道長度時，發生很多困難，如原先預估學生會用量取一段線(如 10 公尺)之後就用這 10 公尺去當尺量其他的長度…等較簡易的方法，但其實多數學生都採取用尺每 5 公尺量一次的做法所以花了很多時間，又因體育館不夠大，所以只有類地行星組有完成。其他組尚未完成。
3. 思考學生花太多時間在"量長度"這件事上，修改的做法是：全班共同完成一個模型即可，如第一組負責水星、第二組金星…、第八組海王星，每一組只負責量一個行星的大小和距離，可以節省時間，而且全班共同合作完成一個模型也很有意思。



將拍得的照片上傳供全班欣賞、下雨場地改到體育館

肆、研發歷程與心得

(一)研發歷程

因緣際會下我和鄭志鵬老師參與一個課程研發的計畫，主要任務是開發能展現12年國教以素養為導向的模組，「素養」是什麼？我自動簡化成「知識」、「能力」、「態度」，這些對我不算新東西，因為從30多年前入行就知道教學要兼顧「知識」、「情意」、「技能」，而且我在和老師們共備時也一直強調「知識」、「情意」、「技能」(不管用什麼名詞，但本質是相同的)。但這次被賦予一個新的任務：希望是跨科的課程！

科學知識來自對自然現象的探討，應用於解決生活中的問題，無論自然現象或生活中的問題都是不分科的，所以科學不分科這是事實，美國、日本的中小學科學採合科教學這也是事實，但在臺灣不要說合科，即使只是「跨科」都遭到「被判出局」的命運(想起九貫之初膽敢在國一課程融入地科及粒子概念的光復、牛頓、國教院版自然科教科書…)，所以這次又說要跨科，感覺是艱難的任務呢！

但明知應該做而且之前也努力過了，難道就「知難而退」？就再努力一次了！
主題式的跨科

「跨科」是什麼？浮現在腦中的是：找一個主題，用跨科的素材來呈現，如：主題是「熱」，內容包括熱的傳播、熱和溫度…(理化科素材)、生物的熱量來源、體溫調節…(生物科素材)、溫室效應、全球暖化…(地球科學科素材)等。不過，這樣感覺是為跨科而跨科，重點還是在教分科的知識概念啊！只要是以「學科知識概念」為主，就很難開創新局！

原來還有所謂的跨科概念！！

我在這裡要介紹的是「跨科核心概念」，這也是這次我參加這個模組開發計畫才學到的東西，大部分是我們去讀了NGSS的跨科概念內容(這裡)得到的心得，發現——自然科的各分科其實可以由幾個核心概念貫穿，連結的。

美國 NGSS 的「跨科核心概念」包含「模式」、「因果關係」、「尺度、比例和數量關係」、「系統和系統模型」、「能量與物質」、「結構和功能」及「穩定和變化關係」。

美國 NGSS 的跨科概念與十二年國教的跨科概念

在美國 NGSS 的跨科概念中，提到跨科概念的價值是可以提供學生跨學科內容，不同領域相關的聯繫和工具，並且可以豐富他們對實踐應用及核心概念的理解。在 K-12 的課程中，需要有科學、工程及跨科概念三個面向。

在十二年國教自然科領綱的「學習內容中」也提出了「物質與能量」、「構造與功能」、「系統與尺度」、「改變與穩定」、「交互作用」、「科學與生活」、「資源與永續性」幾個跨科概念。我們可以看出，不管是哪一門科學科目，都會觸碰到這些跨科概念。在中小學的課程設計上，希望要提供學生能以較宏觀的視角去看科學。讓學生在學習分科概念的同時，也有能力跨越科目的界線，建立連貫的科學世界觀。

(二)研發心得

本模組是以「尺度」這個跨科概念作為課程的核心，在初期我們探索「尺度」這個跨科概念，在國中階段應該要扮演什麼角色？應該要承載哪些知識和技能的時候。就遇到了不少的困難。在大多數國中課本的設計上，尺度是放在八年級上學期，剛進入理化課的時候，從測量開始學習，然後在測量的過程中引進尺度的概念。尺度僅止於在介紹測量時的單位出現，而不是真的去理解人類認知的宇宙，在時間、空間等概念上，尺度的跨距。所以尺度這個概念其實在目前國中的課程中，是缺少的，我們必須從頭思考這個跨科概念應該要包含哪些內容。

另外要將尺度放在七年級生物課的開始，也必須考慮在現實的課程中，生物課會在最開始講授科學本質與科學方法的課程，以及後續生物課會使用到少量的原子分子觀念。如何連結尺度概念與原本生物課程的序章內容，也是一大挑戰。

有趣的是，如果以長度的 power of ten 來看，從最大的宇宙到最小的普朗克長度，這橫跨的範圍不正是各科學領域研究的範疇。從這個角度切入，去看一個科學家的研究跨的尺度，就能從「科學是什麼」出發連結到尺度的概念。從物質的逐步拆解，從巨觀逐漸進入微觀的過程，也同時能觸碰到原子分子的一點概念性的理解。

另一個困難點是尺度如何「探究與實作」？探究與實作是十二年國教的重點，以往尺度概念的教學，僅止於認知與講述。也就是讓學生去看不同長度尺度的大小，但很少有機會讓學生真的去「實作」看看，所謂不同尺度的感受。有需要為了實作而實作嗎？有些概念以閱讀或講述方式進行，難道學生無法理解嗎？確實，我們發現學生在面對較大的長度或距離時，其實概念很模糊。要他們說出從家裡到學校的距離，是三公里還是三十公里時，往往是分不清楚的。如果沒有親身實地的去走，感受距離的時候，極大和極小的尺度，概念都是模糊的。

於是我們就利用了建立太陽系的模型，作為實作的題材。讓學生經過比例的計算，等比例的縮小了太陽系的天體，並等比例的排出距離。製作出個星體的模型後，實際上到操場上走動，將星體擺設在正確比例的位置上。讓學生在操場上走動，感覺整個太陽系其實相當空曠，將尺度實際上以身體來體會。我們發現，這種方式，比起單純的介紹與講述，給學生的衝擊強的多。

對我們來說，尺度這個跨科概念既熟悉又陌生。過去我們欠缺了以尺度的觀點來看科學的經驗，從分科角度去看尺度的時候，尺度不過是一種工具。但在研發課程的過程中，我們發現如果從尺度的角度出發，可以得到一個宏觀的視野看科學。這應該就是跨科概念珍貴的地方吧。

伍、圖片提供者

圖號	名稱	提供者
圖 1	模組設計架構圖	吳月鈴、鄭志鵬
全冊	手繪圖	吳月鈴、鄭志鵬
全冊	照片	吳月鈴、鄭志鵬

