

課程及教學規劃表：探究與實作課程-自然科學探究與實作課程（生化篇 111 大綱）

課程名稱	中文名稱	(由系統帶入)		
	英文名稱	(由系統帶入)		
授課年段	(由系統帶入)高二上或高二下(上下學期對開)		學分數	2(由系統帶入)
課程七大跨科概念	■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 (可複選)			
課程屬性	跨科目勾選： ■物理 ■化學 ■生物 □地球科學(複選至少 2 科)			
師資來源	□單科 ■跨科協同 (單選)			
學習目標	本學期課程一開始以生活現象的探究與實作:「咖啡牛奶篇」,學習探究與實作的各項探究內容;接著探討探討跨科概念--自然環境與環境保育:「水汙染防治篇」,瞭解與反思人們活動對自然環境的影響,進而提出可行的水汙染防治方案。並達成以下學習目標: 1.發現問題(1):能依據主題內容,觀察現象並蒐集資料。 2.發現問題(2):能對蒐集的資料分析進行討論,提出核心問題。 3.規劃與研究(1):能探究核心問題之成因與結果。 4.規劃與研究(2):能提列各變因、設計實驗並預測結果。 5.規劃與研究(3):能依照實驗設計進行正確操作,設計並記錄研究數據。 6.論證與建模(1):能依據數據資料進行分析、解釋與推論。 7.論證與建模(2):能提出結論、建立模型。 8.表達與分享:能提出完整研究報告(包含評價、回饋及反思)。			
教學大綱	週次	單元/主題	內容綱要	
	1-3	生活現象的探究與實作:咖啡牛奶篇 Part 1: 試做咖啡牛奶 跨科概念:物質與能量、科學與生活	[課程說明] - 說明上課方式、課程主題與內容、評量方式與規準、分組與座位規劃表等 - 簡易說明探究與實作的探究學習內容(發現問題、規劃與研究、論證與建模、表達與分享) [發現問題] - 觀察現象(生活情境引導):觀察咖啡加入牛奶的水溫變化情形,藉以引發探究的動機。(引導學生思考自己或家人喝咖啡的經驗,何種情況下能夠喝到溫度比較高的咖啡,可以讓學生試做實驗,從觀察現象發現可能的影響因素。) - 預測可能影響因素與關係:影響咖啡牛奶最後溫度的因素可能有什麼?變因之間的可能關係是什麼?(讓學生自行思索可能影響最後咖啡牛奶的溫度,可能是加入的時間、加入牛奶的類型等等。) - 形成或訂定問題:探究咖啡牛奶溫度的影響因素與可能關係,提出 Whether、What、Why 及 How 等不同類型的研究問題。(儘量提出 How 的問題,問題中要包含操縱變因與應變變因。) - 蒐集資訊:學習從具效度之參考資料庫找尋可驗證的觀點與可能原理為何?(請學生提供查詢的參考資料來源與網址等) - 提出可驗證的觀點:請學生說明所挑選的影響因素,推測影響實驗結果的原因?(教師此時協助學生判斷何種問題是可驗證,並且想要做的問題是哪一個。)	
	4	Part 2: 咖啡牛奶實驗	[規劃與研究] - 尋找變因或條件:依據上週的實驗,找出影響咖啡降溫的可能原因:寫下研究的實驗假說(或實驗假設),說明挑選的影響因素,是如何影響實驗結果的?(請用肯定句,句子中只能包含一個影響因素,並且定量描述結果。) - 請挑選一個影響因素,並寫下你決定要研究的實驗假說,請學生寫出小組提出的CER 論證模式。(此處可引入初步的CER 論證模式,培養學生論證的能力。) - 依據你的實驗假說,開始設計一個實驗:實驗的變因為何?(包含操縱變因、控制變因及應變變因)	

			● 依據你的實驗假說，開始設計一個實驗：實驗的變因為何？說明要如何測量應變變因？預計做幾組實驗？說明每組實驗的初始條件與實驗設計為何？並完整寫出你的實驗流程。(溫度計怎麼固定？如何判讀溫度計讀數？測量溫度的頻率為何？加入牛奶後是否立刻測量溫度？) ● 設計一個方便記錄你們觀察數據的表格，詳細紀錄實驗結果。(表格中需要包含操縱變因、觀察變因、單位及數字：實驗進行中的每個步驟，都要拍照記錄。)
5-6	Part 3： 實驗數據處理與分析		[論證與建模] 實驗數據處理與分析 ● 依據整理後的資料數據，製作圖表：確認哪一項變因為 X 軸、Y 軸，確認變因單位與範圍，學習使用軟體與繪製圖表，畫出關係圖，計算或分析不同時期的溫度變化量。(引導學生思考如何依據要表達的目的，使用合適的圖，畫出關係圖，計算或分析不同時期的溫度變化量。) ● 解釋和推理：詳細描述測量所觀察的現象，由資料數據的變化趨勢看出其蘊含的意義；討論結論背後可能的因果關係或影響因素，並形成解釋。(描述測量所觀察的現象，如當咖啡溫度與室溫相差越多時，每秒溫度的下降率越多發現實驗結果的異同處，可查詢資料，提出產生異同的可能原因，如牛頓冷卻定律、比熱、蒸散作用、質量不同或牛奶中油脂之影響等。)
7	Part 3： 實驗結果與討論		[論證與建模] 實驗結果與討論 ● 提出結論或解決方案：由探究結果形成結論或論點；針對既有的數據、質性或量化關係、結論等不足之處決定是否有重複實驗或實作之必要？(請同學思考解釋與討論是否能回應研究目的與研究問題) ● 建立模型：以結構或系統的經驗將數據、資料或概念以圖像呈現，以建立質性或量化的模型。(量化模型可由趨勢線中，找出關係式，比較從實驗數據建立的關係式與牛頓冷卻定律關係式的異同，藉此分析不同變因是否對關係式產生不同的影響。)
8	Part 4： 第二層實驗設計&數據分析		[規劃與研究][論證與建模] ● 依據上週的實驗，找出第二次實驗想要探究的變因，如溫度差、蒸散作用、比熱、油脂及質量等，提出第二層實驗的實驗假說。 ● 依據你的實驗假說，重新設計新一輪的實驗(第二層驗證實驗)：實驗的變因為何？說明要如何測量應變變因？預計做幾組實驗？說明每組實驗的初始條件與實驗設計為何？並完整寫出你的實驗流程。(學生宜說明第二層實驗設計與第一次實驗設計之間的關係，藉以訓練學生的邏輯推理與表達能力。) ● 設計一個方便記錄你們觀察數據的表格，詳細紀錄實驗結果。
9-10	Part 4： 兩次實驗結果分析與討論		[論證與建模] ● 提出結論或解決方案：由探究結果形成結論或論點；針對兩次的數據、質性或量化關係等分析，進行兩次實驗結果異同的比較？第二次實驗結果是否能支持或反駁第一次實驗結果？(此處可再次進行的 CER 論證模式，培養學生進階論證的能力。) ● 建立模型：以結構或系統的經驗將數據、資料或概念以圖像呈現，以建立質性或量化的模型；分析小組所建立模型適用的條件與限制，如確認所建立的模型在初溫(溫差)何種範圍內才適用？哪一項變因是如何影響牛頓冷卻定律的關係式？
11-12	Part 5： 製作實驗報告與簡報		[表達與分享] ● 表達與溝通：請各組整理前幾周的資料，完成一份探究與實作的海報/簡報，並準備 8 分鐘為限的口頭發表。(請同學再次檢查，研究問題是否皆已討論，討論是否合宜等) ● 一般完整的報告，須包含研究動機、研究目的、研究問

			題、研究假說、實驗設計、實驗流程、實驗數據與分析、實驗結果與討論、結論、心得等部分。 ● 以上各部分均可在學生前幾週的學習單紀錄中找到對應。
13-14	Part 5： 口頭報告實驗 成果		[表達與分享] ● 合作與討論：在各小組分享的過程中，提出問題與回饋。 (可以配合投影片給予學生一些提示。若老師覺得學生對於這些因素不夠熟悉，可自行設計小組互評單，幫助學生釐清思路。) ● 評價與省思：在聽完各組提供的回饋之後，針對各組的回饋與問題進行回覆，進而反思並修正自己的各階段內容，亦可重新設計新的思考實驗。(在各組發表結束後，老師可以針對各組不同的變因，和學生探討組間的比較) ● 課後心得與反思：反思探究過程所遭遇的問題或困難、如何解決及待解決的問題，亦可重新設計新的思考實驗。(學生亦可說明學習到哪些知識、能力與小組合作的情形等)
15	自然環境與環境保育：水汙染防治篇 Part 1： 探討人類的活動帶給自然環境什麼影響？ 跨科概念:科學與生活、資源與永續性		[發現問題] ● 觀賞影片：「我們的島 穿梭島嶼 20 年:變遷 淡水河」(網址: youtube.com/watch?v=pJcFZSLkelU&feature=emb_title); 「淡水河的悲歌」(網址: youtube.com/watch?v=cEH2EoakMrA); 「活水溯源：擺渡淡水河」(網址: youtube.com/watch?v=GW71xsyJ8TY)，觀察與瞭解淡水河過去數十年間的變化，反思「人類的活動帶給自然環境什麼影響？」 ● 小組進一步查詢與蒐集過去發生過哪些水汙染的事件的相關資料，整理並反思「人類的活動帶給自然環境什麼影響？」，藉以引發探究的動機。 ● 形成或訂定研究問題：提出水汙染的初步的研究問題，嘗試提出 Whether、What、Why 及 How 等不同類型的研究問題。 ● 學生書寫本週的學習心得，做為水汙染防治的研究動機。
16	Part 2： 如何確定水質的好壞？		[發現問題] ● 小組先查詢一種水質檢測的項目，整理該檢測項目的意義，常見檢測方式，檢測數據如何解讀？檢測數據與水質之間的關係？ ● 探討優養化、熱污染等不同類型的污染對水質（濁度、酸鹼度、導電度及溶氧度等）的影響？ ● 學生可能探討問題如下:如何了解學校附近自然環境的水質? 有哪些基本水質可能會影響健康? 何謂優養化、熱污染、水的濁度、酸鹼度、導電度及溶氧度? 不好的水質，這些參數如何變化? 等
17	Part 2： 如何檢驗水質？		[規劃與研究] ● 學習使用檢測工具，檢驗濁度、酸鹼度、導電度及溶氧度等水質檢測項目。 ● 學習採集水樣 ● 檢測採集水樣的濁度、酸鹼度、導電度及溶氧度等，並設計表格說明檢測結果。 ● 以上週探討的初步結果，解釋採集水樣的水質情況為何？
18	Part 3： 自製簡易淨水器		[規劃與研究、建立模型] ● 學生事先蒐集自製簡易淨水器相關資料與觀看製作影片。 ● 學生依照實前的蒐集資料，進行小組討論，規畫出簡易淨水器的設計圖。 ● 學生根據小組設計圖，利用先前的討論，製作一個可攜式的濾水器。 ● 學生利用自製簡易淨水器進行汙水淨化，並檢測淨化前/後的水質。 ● 比較淨水前後酸鹼度、濁度和水體溶氧等水質檢測項目的差異。

		Part 3： 自製簡易淨水器（修改篇） &口頭發表	[建立模型、表達與分享] ● 各組根據上周實驗結果，進一步改善自製簡易淨水器，再比較不同設計的淨水能力。（引導學生注意：一次只改變一項變因，並確實從檢測數據中分析此變因對淨水能力的影響。） ● 各小組展示自製簡易淨水器，比較各組淨水效果，說明設計理念與修改的歷程。 ● 學生聆聽他組報告並提出相關問題或建議。
		Part 4： 以心智圖規劃水汙染研究	[規劃與研究] ● 學生以心智圖規畫水汙染防治（學習 X-mind 軟體）。 ● 根據第 10 週的學習心得，做為水汙染防治的研究動機。 ● 小組討論出待研究的河川(選定某一條河川)與探討的水汙染種類(選定一種即可)。 ● 小組學生就關鍵詞搜尋資料，閱讀並統整相關資料，並根據前幾週探究的初步資料，提出研究目的與研究問題(修改第 10 週提出的初步問題)。 ● 依據研究目的與研究問題提出研究方法與流程。 ● 小組完成心智圖，並上傳 google classroom。
		Part 5： 水汙染防治的數據蒐集、分析與繪製圖表	[論證與建模] ● 從網路、書籍、媒體中蒐集小組所選定的河川與主要的水汙染源並予以量化和質化比較。 ● 根據蒐集的某河川資料數據，製作圖表：確認哪一項變因為 X 軸、Y 軸，確認變因單位與範圍，學習使用軟體與繪製圖表，畫出關係圖，分析不同地點的某種汙染或水質檢測(水樣的濁度、酸鹼度、導電度及溶氧度等)變化量。
		Part 5： 圖表解讀與討論，提出解決方案	[論證與建模] ● 分析出某河川水汙染在不同地點(上游、中游及下游)可能的來源。 ● 小組討論所選定之水汙染防治的可行方法。 請同學試著提出想法，接著尋找證據，提出支持與反駁的論點後，將原有想法修改為可行的水汙染防治方案。
			●
學習評量	1.學習單與實作評量: 25% 2. 口頭發表與平時課堂表現: 25% 3.實驗報告: 25% 4. 水汙染防治海報: 25%		
備註			

(一) 自然科學探究與實作課程

課程名稱	中文名稱	探究與實作 A (物理與地科跨科協同)		
	英文名稱	Nature Science：Inquiry and Practice		
授課年段	高二		學分數	2(由系統帶入)
課程七大跨科概念	■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(可複選)			
課程屬性	跨科目勾選：■物理 化學 生物 ■地球科學(複選至少 2 科)			
師資來源	單科 ■跨科協同(單選)			
學習目標	本學期課程是以生活現象為主題的探究與實作:藉由對生活周遭事物或現象的發生，尋找或設計出最有效的測量探索的器材工具。首先，由生活中的波動現象出發；探討各種產生波動的原因和來源，並去瞭解各種不同類型的波動之原理與機制；接著再以日常生活中常接觸的「用電安全」為出發點，來了解物質間導電性與電阻間的關係與影響，並藉由此活動訓練學生如何去規劃與設計實驗來論證自己的假設。最後探討跨科概念--自然環境與環境保育:「氣候溫度、壓力和濕度的變遷」對環境的影響與改變，瞭解與反思人們活動對自然環境的影響。並達成以下學習目標： 1.發現問題(1)：能依據主題內容，觀察現象並蒐集資料。 2.發現問題(2)：能對蒐集的資料分析進行討論，提出核心問題。 3.規劃與研究(1)：能探究核心問題之成因與結果。 4.規劃與研究(2)：能提列各變因、設計實驗並預測結果。 5.規劃與研究(3)：能依照實驗設計進行正確操作，設計並記錄研究數據。 6.論證與建模(1)：能依據數據資料進行分析、解釋與推論。 7.論證與建模(2)：能提出結論、建立模型。 8.表達與分享：能提出完整研究報告(包含評價、回饋及反思)。			
教學大綱	週次	單元/主題	內容綱要	
	1	生活中的波動現象 Part 1： 練習 TAP 論證架構	[發現問題] ● 練習使用 TAP 論證架構，根據資料來說明自己的主張，寫出合理的論據以及具有普遍性適用的原則來支持自己的論證。 ● 藉由一些生活中的實例，如「學校外套 V.S.羽絨衣」、「水杯透鏡現象」和「蠟燭燃燒現象」，訊連學生去觀察所看見的現象與事實，並試著去呈現說明自己的論點，並以 TAP 論證架構來做科學論述。	
	2	生活中的波動現象 Part 1： 練習 TAP 論證架構	[發現問題] ● 由小時候常見的杯子傳聲筒引起學生興趣，教師提問讓學生思考哪一組傳聲筒的傳聲效果較佳，來引發學生探究動機。 ● 最後藉由 TAP 論證架構，提出可驗證的觀點：具體提出影響傳聲效果的可能原因為何？	
	3	生活中的波動現象 Part 2： 如何設計實驗	[規劃與研究] ● 討論傳聲效果的量化標準為何？要考慮音量、音色、音質等哪些要素？研究要如何定量測量這些標準。 ● 從教師預先準備的幾組傳聲筒中挑選實驗組與對照組，根據自己提出的主要原因，試著寫出實驗預測，並且描述結果。	
	4	生活中的波動現象 Part 2： 如何設計實驗	● 經過幾次實驗比對後，從各組的分享中汲取經驗，預測在這些競爭因素中，哪一個才是主要影響的原因？或者，哪一個才是該組想要討論的主要原因？ ● 依據自己的實驗假設自製傳聲筒，設計一個實驗，說明實驗的變因有哪些？最後設計一個方便記錄觀察數據的表格，詳細紀錄實驗結果。	
	5	生活中的波動	[論證與建模]	

	現象 Part 3： 分析實驗數據 與結果	● 依據整理後的資料數據，解釋和推理影響聲波傳遞的原因，由資料數據的變化趨勢看出其蘊含的意義。試著將資料數據的變化趨勢建立為普世通用的模型，討論是否能遷移至其他的波動，例如電磁波、水波、地震波等。 ● 提出實驗數據的分析方式與技巧，例如：系統與隨機誤差分析，精確度的討論和不確定度的討論分析等維度之探討。 ● 提出建立模型適用的條件與限制。請同學試著提出想法，接著尋找證據，提出支持與反駁的論點後，將原有想法修改為可行的論述。						
6	生活中的波動現象 Part 4： 傳聲筒成果發表	[表達與分享] ● 舉辦辯論會，針對矛盾或不一致的科學問題或議題進行辯論，學習檢討提問或討論的過程是否合乎邏輯，並學習對各類科學資訊進行評估與判斷，審慎檢視其真實性與可信度。						
7	生活中的配(用)電安全的認識 Part 1： 了解電氣線路的原理與構造	[發現問題] ● 觀察現象(生活情境引導):藉由新聞媒體報導的介紹，了解在我們日常生活周遭的不同場合之用電安全漏洞並找出影響「電線走火」的可能原因。 ● 蒐集資訊：電氣線路應具有足夠的絕緣強度、機械強度和導電能力。請同學們學習從具效度之參考資料庫找尋並提出可驗證的觀點：請學生說明所挑選的可能影響因素或原因為何？並以小組討論後與之分享，如何選用與確認正確且安全的配電組裝。						
8	生活中的配(用)電安全的認識 Part 2： 實驗設計	[規劃與研究] ● 請各組同學藉由有效度的資料庫或各項資源，來認識並學習使用「三用電錶」。 ● 根據上次驗證結果與討論，：寫下研究的實驗假設，說明挑選影響此現象因素，以及是如何影響實驗結果的？。 ● 先透過有效度的參考資料庫去了解不同電線的材質與規格之差異性後，再去比較了解各規格的石墨鉛筆內的成分差異，最後思考如何藉由不同規格的石墨鉛筆來表示不同大小的導線電阻。 <table><tr><th>影響因素</th><th>實驗設計方法</th></tr><tr><td>例如：不同種類材質的導線電阻不同</td><td>藉由不同含碳量的碳筆來替代不同材質的電阻</td></tr><tr><td></td><td></td></tr></table>	影響因素	實驗設計方法	例如：不同種類材質的導線電阻不同	藉由不同含碳量的碳筆來替代不同材質的電阻		
影響因素	實驗設計方法							
例如：不同種類材質的導線電阻不同	藉由不同含碳量的碳筆來替代不同材質的電阻							
9	生活中的配(用)電安全的認識 Part 2： 實驗設計	● 依據各組的實驗假設，開始設計一個實驗：實驗的變因為何？說明要如何測量應變變因？預計做幾組實驗？說明每組實驗的初始條件與實驗設計為何？並完整寫出自己的實驗流程。設計一個方便且適宜的數據表格，紀錄所觀察到的實驗結果。 ● 依據整理的資料數據，學習使用軟體與繪製圖表，畫出關係圖，最後學習得出一個結論並分享討論。 ● 設計一個方便記錄並觀察數據的表格，詳細紀錄實驗結果。						
10	生活中的配(用)電安全的認識 Part 3： 繪製圖表與分析實驗結果	[論證與建模] ● 依據整理後的資料數據，製作圖表：確認哪項變因為 X 軸、Y 軸，確認變因單位與範圍，學習使用軟體與繪製圖表，畫出關係圖，計算或分析不同變因的變化量。 ● 解釋和推理：詳細描述測量所觀察的現象，由資料數據的變化趨勢看出其蘊含的意義；討論結論背後可能的因果關係或影響因素，並形成解釋。						
11	生活中的配(用)電安全的認識 Part 3： 繪製圖表與分析實驗結果	[論證與建模] ● 建立模型：以結構或系統的經驗將數據、資料或概念以圖像呈現，以建立質性或量化的模型；分析小組所建立模型適用的條件與限制。 ● 提出結論或解決方案：由探究結果形成結論或論點；針對既有的數據、質性或量化關係、結論等不足之處決定是否有重複實驗或實作之必要？						

	12	生活中的配(用) 電安全的認識 Part 4： 電路安全實驗 成果發表	[表達與分享] ● 表達與溝通：請各組整理前幾周的資料，以 15 頁內實驗結果來呈現成果，每組 8 分鐘報告。 ● 後一組對前一組之報告提出 3 分鐘回饋與建議或疑問 ● 合作與討論：在各小組分享的過程中，提出問題與回饋。 ● 評價與省思：在聽完各組提供的回饋之後，針對各組的回饋與問題進行回覆，進而反思並修正自己的各階段內容。
	13	生活中的天氣 現象 Part 1： 探討氣象預報	[發現問題] ● 由日常生活中的氣象預報引起學生興趣，教師提問讓學生思考控制天氣好壞的因素，以及氣象預報的可行性，引發學生探究動機。 ● 探討雲霧的基本組成與形成原因，提出 Whether、What、Why 及 How 等不同類型的研究問題，例如溫度、氣壓、溼度等是如何影響雲霧形成？在生活環境中要如何觀察這些氣象因子？
	14	生活中的天氣 現象 Part 1： 探討氣象預報	[發現問題] ● 喝水鳥喝水的速度快慢與環境因素有什麼關係？學習從具效度之參考資料庫找尋可驗證的觀點與可能原理。 ● 提出可驗證的觀點：具體提出影響喝水鳥喝水速率的可能原因為何？
	15	生活中的天氣 現象 Part 2： 喝水鳥實驗設計	[規劃與研究] ● 絕熱過程實驗，探討空氣塊體積變化所造成的現象，試著寫出實驗預測，並且描述結果。 ● 影響喝水鳥喝水的速率有哪些可能的因素？在這些競爭因素中，哪一個才是主要影響的原因？
	16	生活中的天氣 現象 Part 2： 喝水鳥實驗設計	[規劃與研究] ● 自製喝水鳥並討論如何評估其效用？喝水鳥的喝水速度與穩定度等。 ● 依據自己的實驗假設，開始設計一個實驗，說明實驗的變因有哪些？並思考要如何去測量應變變因？最後設計一個方便記錄觀察數據的表格，詳細紀錄實驗結果。
	17	生活中的天氣 現象 Part 3： 繪製圖表與分析實驗結果	[論證與建模] ● 依據整理後的資料數據，製作圖表：確認哪項變因為 X 軸、Y 軸，確認變因單位與範圍，學習使用軟體與繪製圖表，畫出關係圖，計算或分析不同時期的溫度變化量。 ● 解釋和推理：詳細描述測量所觀察的現象，由資料數據的變化趨勢看出其蘊含的意義；討論結論背後可能的因果關係或影響因素，並形成解釋。 ● 提出結論或解決方案：由探究結果形成結論或論點；針對既有的數據、質性或量化關係、結論等不足之處決定是否有重複實驗或實作之必要？ ● 建立模型：以結構或系統的經驗將數據、資料或概念以圖像呈現，以建立質性或量化的模型；分析小組 ● 所建立模型適用的條件與限制。請同學試著提出想法，接著尋找證據，提出支持與反駁的論點後，將原有想法修改為可行的論述。
	18	生活中的天氣 現象 Part 4： 喝水鳥實驗成果發表	[表達與分享] ● 表達與溝通：請各組整理前幾周的資料，完成一份探究與實作的海報，並準備 8 分鐘為限的口頭發表。 ● 每位同學發給提問單，自行針對各組海報內容提兩個問題，並且記錄發表組別的回應。 ● 舉辦海報展，將前幾周的學習歷程以海報呈現，邀請其他老師於課餘時間前往，由學生發表研究成果。
學習評量	1.上課學習單:25% 2.實驗報告:25% 3.海報作品: 25% 4.口頭發表與上課平時表現:25%		
備註			