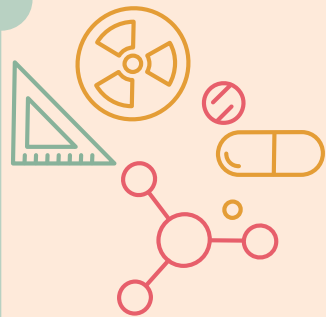




探究與實作 (inquiry and practice courses)

－ 以假設演繹法為架構的課程設計與評量

國教院測驗與評量中心研究教師
中山女高 曹雅萍 Tsao Ya-Ping



內容大綱



01 探究與實作簡介 03 課程模組介紹

02 假設演繹法 04 評量規準



探究與實作簡介





課綱中的探究與實作



目的：

- 以探究自然科學現象的實作體驗過程，落實並提升學生發現問題、認識問題及問題解決，並培養學生提出結論與表達溝通之能力。
- 激發學生對科學的好奇心與主動學習的意願為起點
- 進行主動探索、實驗操作與多元學習，使學生能具備科學核心知識、探究實作與科學論證溝通能力。





課綱中的探究與實作



學習重點：「探究學習內容」和「實作學習內容」兩部分

- 「探究學習內容」：
著重於科學探究歷程，可歸納為四個主要項目：發現問題、規劃與研究、論證與建模、表達與分享。
- 「實作學習內容」為可實際進行操作的科學活動，例如：觀察、測量、資料蒐集與分析、歸納與解釋、論證與作結論等。





課綱中的探究與實作



課程設計與發展指導原則：

- 以問題（議題）導向引導探究；
- 教材應有確實的參考資料。
- 其教材編選應可協同不同科目教師共同安排教學內容，指導學生以主題、議題、跨科概念等進行探究活動，進而培養學生探究能力。



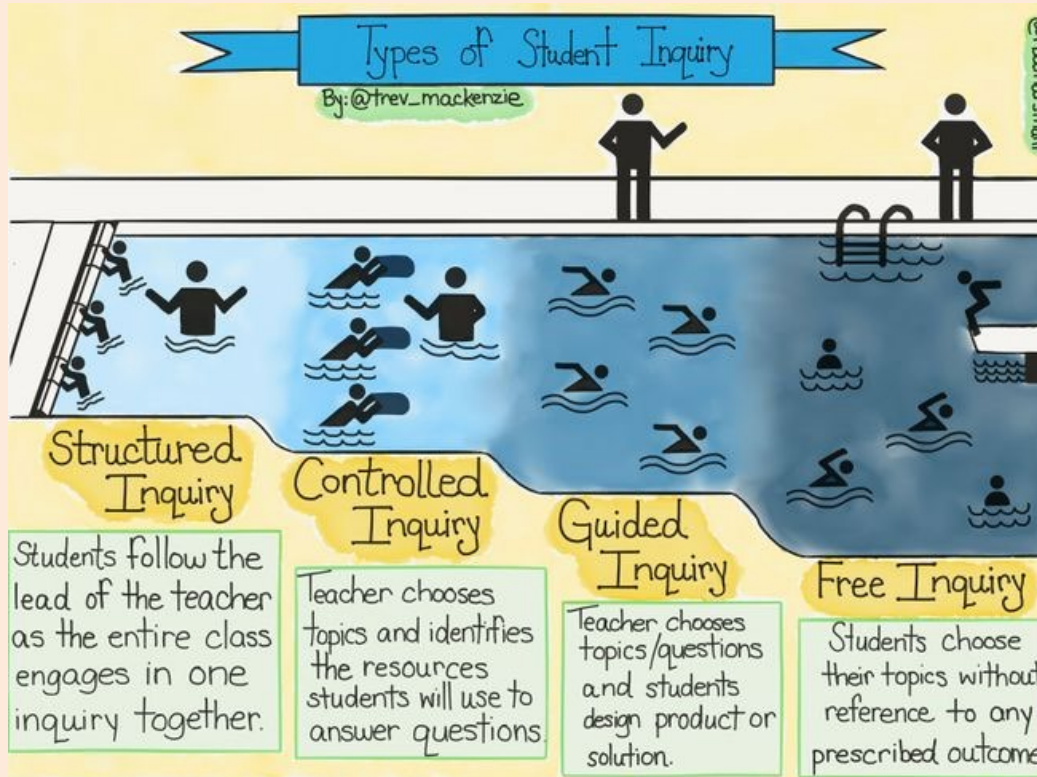


課題	跨科概念 (IN)
自然界的組成與特性	物質與能量 (INa)
	構造與功能 (INb)
	系統與尺度 (INc)
自然界的現象、規律 與作用	改變與穩定 (INd)
	交互作用 (INe)
自然界的永續發展	科學與生活 (INf)
	資源與永續性 (INg)





探究的形式



<https://www.edutopia.org/article/bringing-inquiry-based-learning-into-your-class-trevor-mackenzie>



假設演繹法





科學方法的演進



神意與
超自然力

理性思考
科學態度

實驗與思考
並進

神話

哲學推論

近代實驗發展

解釋

觀察
邏輯推論

實驗(定量)
觀察
邏輯推論





科學方法的演進



笛卡爾：學說是否被接受，需要知道由學說中推演出來的結論(邏輯思考)，是否與經驗事實(實驗)相一致。

若一致，則接受他的學說；反之，則拒斥他的學說。

這種：提出假說→經驗裁決→再接受假說

所體現出來的思想，正是假說演繹法(Hypothetico-deductive-method)的實質內涵，是近代科學方法論史上的一座里程碑。





假設演繹法



- 「假設演繹法」是現代科學研究中常用的一種科學方法，最早由荷蘭物理學家克里斯蒂安·惠更斯（Christianan Huygens，1629-95年）提出，而後經卡爾·亨佩爾（Carl Hempel，1905–1997）的闡釋。
- 其內容為：作出一個假設，從假設中演繹出一個可以使用經驗或證據來檢驗（test）其真假的命題(或述句)，再把此命題與實際經驗的描述作比較。如果該待檢驗的命題是真，就印證（或證實）假設；如果是假，就反證（或否證）假設。





假設演繹法



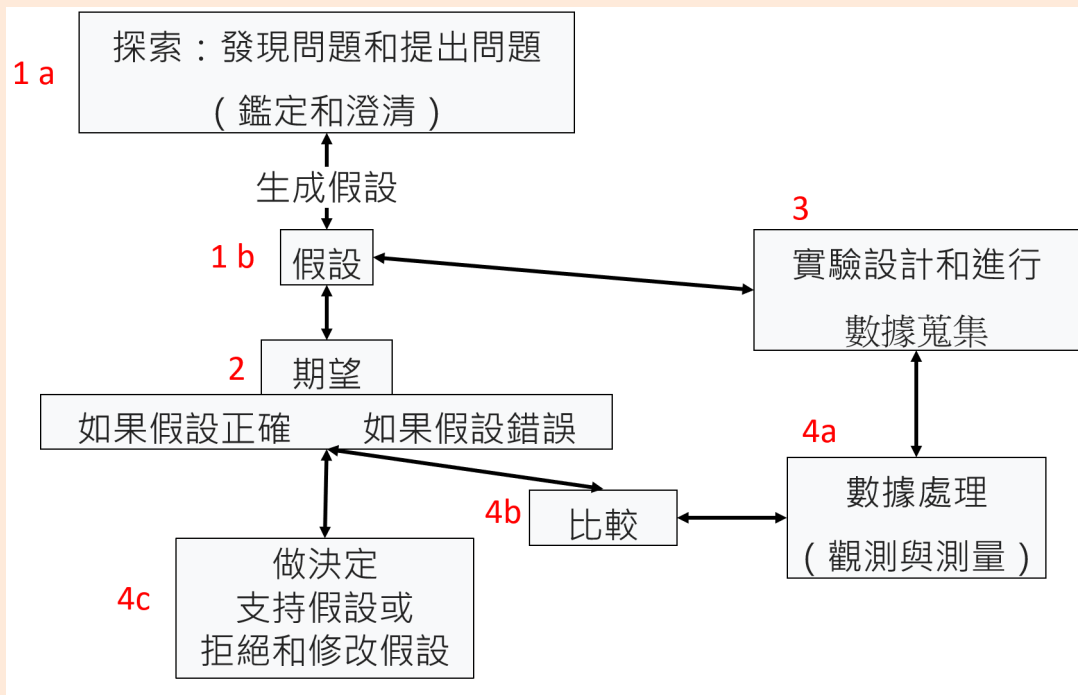
「假設演繹法」：系統化的實驗設計方法：

1. 將複雜的現象合理的單純化，以了解每一個因素對現象的影響。
2. 標準化的實驗推理流程，將歸納或演繹等思考方式形式化、具體化





假設演繹法



Yore D.Larry. (1993). Comment on hypothetico-deductive reasoning skills and concept acquisition. Journal of Research in Science Teaching, 頁 607-611.





假設演繹法



Why ?

- 學習內容：提供學習過程中的具體學習與實作內容
- 假設演繹法：提供科學研究的思考架構





假設演繹法



步驟	假設演繹法(科學思考具象化流程)	探究學習內容
一	探索(Exploration) 並形成假說(Hypothesis)	發現問題
二	預期(Expectation)	發現問題
三	設計實驗、進行實驗、並蒐集數據(Design, Conduct Experiment & Data Collection)	規畫與研究
四	數據處理(Data Treatment)、與預期結果比較 (Comparison)並決定(Decision-Making)	論證與建模

演繹思考

演繹、歸納



課程模組介紹





十二周課程計畫



單元/主題	時間	課程目標
發現問題和提出問題 並形成假設並預測	8小時	有以下四部分： 其一，希望學生可以了解科學研究的整體架構； 其二，學生可以經由觀察或閱讀發現問題； 其三，學生能分辨提出的問題是否可進行探究； 其四，學生能將可探究的問題，轉成實驗假設並預測。
資料處理與數據建模	8小時	介紹不同的圖表，與其適用情況，以利學生於實驗完成後，可以自行處理數據，進而討論並作出結論。
實驗設計	8小時	介紹操縱變因、控制變因與應變變因。並讓學生由實際的實驗中，自行設計實驗、得到數據，並得到實驗的結論。
課程統整	4節	利用上述所學的能力，完成完整的實驗，並做出成果海報或實驗計畫書。





十二周課程計畫



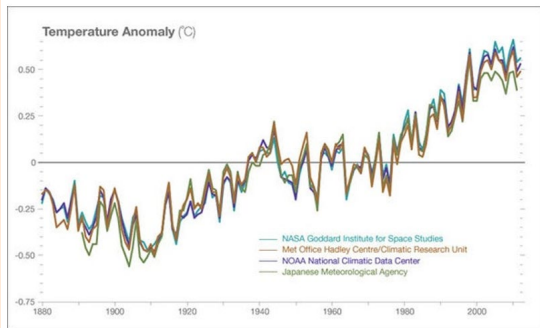
事實與觀點 - 有效閱讀與獨立思考的第一步

事實 - 通常是指某些事情是真實的，並且可以被驗證。

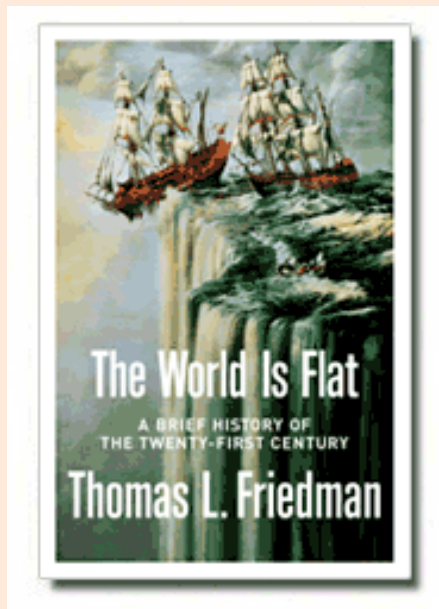
觀點 - 涉及到某人對某事的感受、想法或意見，其他人可能同意或不同意。

氣候變化：事實與意見。

談到氣候變化，可以將“事實”與“觀點”區分開來嗎？



資料來源：美國國家航空航天局，<http://climate.nasa.gov/scientific-consensus/>



Fair use, <https://en.wikipedia.org/w/index.php?curid=4642818>

國家教育研究院

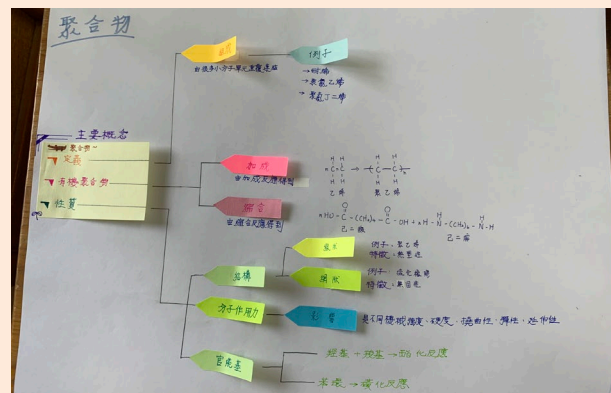
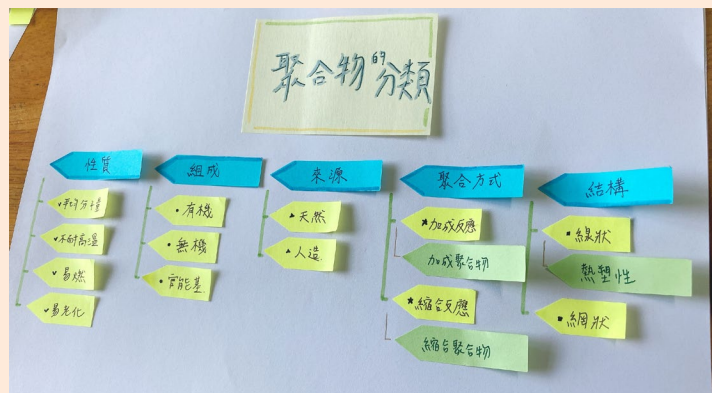




十二周課程計畫



資料閱讀與整理 - 概念構圖實作





十二周課程計畫



形成探究問題 - 資料閱讀、整理與提出探究問題

腐蝕實驗結果

腐蝕程度排名	加酸	不加酸
冰	3	5
熱水	2	2
一般	1	

熱「酸」對保麗龍腐蝕程度影響

腐蝕程度	正常果汁 (3杯)	加酸果汁 (4杯) + 10ml檸檬汁	熱果汁
溫度	20°C	40°C	60°C
果汁	正常果汁	加酸果汁	熱果汁
腐蝕程度	無腐蝕	有腐蝕	有腐蝕

1. 記者的報導中，加熱熱果汁，是「多榨三顆橘子，多加十毫升檸檬汁」目的是「記者想測試「酸」對保麗龍杯的影響」，請問這樣的實驗方法，犯了什麼樣的錯誤？
 實驗中條件增加了果汁濃度(加酸度)，但是為何靠近液面處的保麗龍杯腐蝕程度大於杯底呢？
 這在果汁中會溶出物質且此物質以液態形式存在於液面上方溫度較高並對保麗龍造成腐蝕性破壞。

2. 他做出結論是「實驗結果證實，果汁內含的酸性物質對保麗龍具有強力腐蝕性，一旦加熱更增添腐蝕溶解的情形」，從他的實驗結果中，找出反駁他結論的證據。
 這個實驗並沒有分析果汁內除了酸性物質外還有其他成分，例如果汁中的糖類在榨取過程中會溶於果汁中並對保麗龍杯造成影響。

3. 請根據他的實驗結果提出你的推論：
 我認為，造成保麗龍杯腐蝕的物質，必然是一種推論：濃度比水小，且可溶於水面上層物質(油>水)推論：保麗龍是由聚碳酸酯或聚碳酸酯製成，具有耐酸、耐鹼及絕緣的特性，但它可以溶解於有機溶劑(如丙酮)和一般貯存用油中。即：油性、熱油、鹼類、魚油...推論：既然保麗龍能溶于丙酮鹼酸(非濃酸、強酸)，且具有油性，那酸不是果汁中的酸引起腐蝕推論：柑橘類果皮中含有果膠、油脂(主要是檸檬烯(CoH₁₆))以及近年來清潔用品中之有機溶劑成分，當果膠、檸檬果汁時將果皮油脂帶出，或裝在保麗龍打就會造成內壁溶解，所以造成保麗龍杯溶解的原因並不是果汁的酸度而是果皮中所含的鹼類。

1. 雖然實驗中有限定加酸的容量，但是每顆橘子和每次加入的檸檬汁含酸的濃度不盡相同，所以每次實驗所使用的濃度大小若不相同，且不確定是因為酸度而溶，也有可能是在果汁或檸檬汁中的其他成份濃度提高而使腐蝕情形加重。

2. 推論保麗龍因為飲料中含酸性物質所以腐蝕杯壁，不過在報導中提到腐蝕現象在液面最明顯然後往杯底逐漸減輕，但是H⁺應該在溶液中自由移動，而不會從液面往杯底逐漸減輕的現象，因此這個推論有誤。

3. 我認為，造成保麗龍腐蝕的物質必然是一種需要與空氣中某種氣體反應後才能腐蝕保麗龍的物質，因為它的反應速率與和液面的距離成負相關，所以可能與空氣中的物質有關。

六、找碴

1. 多榨三顆橘子，多加十毫升，可本實驗有2項。

2. 從他的實驗結果可知，「熱果汁」的腐蝕性要比有酸加熱(加水的)果汁還要大，故腐蝕性大小應該不是由加酸加熱程度決定的。

3. 我認為，造成保麗龍杯腐蝕的物質，必然是金橘本身變具有的物質。根據網路資料，保麗龍是以發沉聚苯乙烯(PS)塑膠製成，具有耐酸耐鹼及絕緣的特性。但某些有機溶劑(α指甲油)接觸到保麗龍會使PS溶解。想必金橘也是含有這類物質的吧！柑橘類的水果果皮內都含有酯類，這「酯類」就能夠溶解PS，這才造成顧客拿到飲料發現有嚴重腐蝕現象，那果實是溶解啦！



參考資料：探究實作課程示例「熱橘子汁腐蝕保麗龍杯」





十二周課程計畫



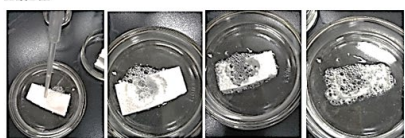
實驗設計與實作 - 針對問題設計實驗

? ▶ 有機溶劑影響
假設：有機溶劑造成保麗龍被腐蝕。
實驗① 1ml 丙酮 1min
② 逆反應 → 凹陷 1.9cm (全被腐蝕)
實驗② 1ml 乙酸乙酯 1min
③ 逆反應 → 凹陷 1.9cm (全被腐蝕)
④ 逆反應 (約隔3秒)

丙酮



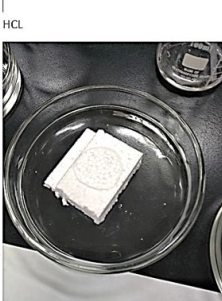
醋酸乙酯



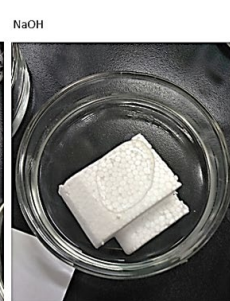
? ▶ 酸鹼影響?
假設：酸造成保麗龍被腐蝕
實驗① 1ml HCl 1min 腐蝕程度(凹陷cm)
② 逆反應 → 凹陷 0cm
實驗② 1ml NaOH 1min 腐蝕程度(凹陷cm)
③ 逆反應 → 凹陷 0cm

實驗設計

HCl



NaOH



• 假設：酸鹼的預置溫度於保麗龍上所腐蝕的程度高低
ml 區區也

• 實驗設計
測試 HCl, NaOH, CH_3COOH 各類酸對於保麗龍的腐蝕作用。
使用 適當滴 1ml 的 HCl, NaOH, CH_3COOH 分別滴至相同重量 (10mg) 的保麗龍上，並觀察實驗結果。

• 使用器具
◦ HCl - 1ml ◦ 培養皿 *3
◦ NaOH - 1ml ◦ 滴管 *3
◦ CH_3COOH - 1ml ◦ 計時器 (以手機代管)
◦ 保麗龍 - 0.1g *3 ◦ 燒杯 *3

• 觀察

保麗龍	滴加1滴時 腐蝕程度(量測腐蝕深度)	滴加2滴時 腐蝕程度(量測腐蝕深度)	變化
+ HCl (1ml)	0.33	0.47	X
+ CH_3COOH (1ml)	0.46	0.47	X
+ NaOH (1ml)	0.47	0.52	X

• 結論
經實驗觀察與發現，三者並未能使保麗龍出現變化，
也就是未能將保麗龍腐蝕，使得假設不成立，
假設不成立的原因可能如下：
1. 假設錯誤，重新假設
2. 操作人員疏忽
3. 觀測時間過短





十二周課程計畫



檢核點：**Guided Inquiry**

反應速率的探討 - 統整所學，探究特定主題

由觀察碘液、鹽酸與丙酮之間的化學反應來進行速率探討

1. 實驗目的
2. 實驗假設
3. 實驗設計與步驟
4. 實驗結果
5. 實驗結論

海報呈現實驗結果





十二周課程計畫



表現任務：Open Inquiry

專題計畫書 - 統整所學，設計自己的研究

計畫書應包含以下部分(規準同上)：

1. 文獻資料蒐集與整理
2. 研究問題
3. 研究目的
4. 研究架構
5. 研究設計與步驟
6. 參考資料格式

計畫書面談口試

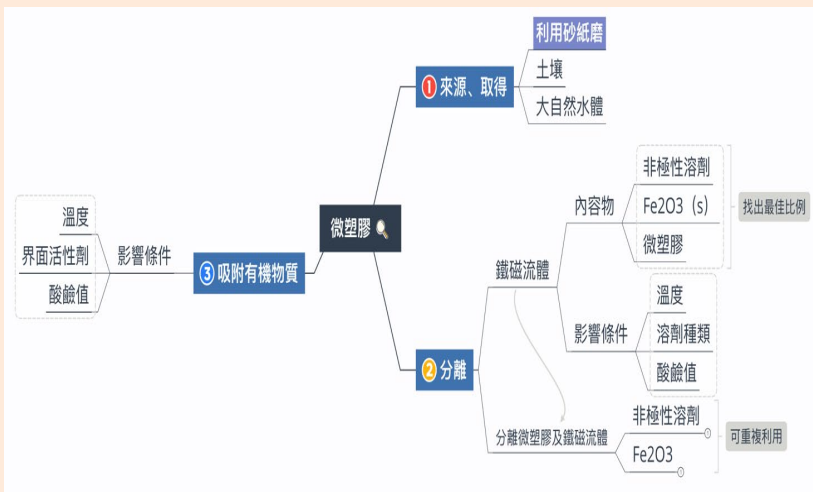




十二周課程計畫



表現任務：Open Inquiry 專題計畫書 - 統整所學，設計自己的研究



一、微塑膠的回收+

根據研究將油與磁鐵礦粉混合後(此處稱為鐵磁流體)，加入含有微塑膠的水中，水中的微塑膠即會被萃取到鐵磁流體中，而使被汙染的水回復乾淨 (Ferreira, 2019)。而根據此原理，我們設計微塑膠的回收實驗如下圖。

但因為不同的微塑膠會有不同的性質，所以適用的溶劑應該會有所不同；且市售的 Fe_2O_3 和製備所得奈米氧化鐵粉 (朱榮聰 & 丁永強, 2010)、不同溫度與 pH 值也可能會改變回收塑膠的效果，所以本實驗計畫預計改變不同的變因探討各種情況下，微塑膠的回收效率，並希望可以找到用量最少，且最綠色環保的回收方式。

(一)→改變不同溶劑(例如：植物油、乙酸乙酯、正己烷和石油醚等)

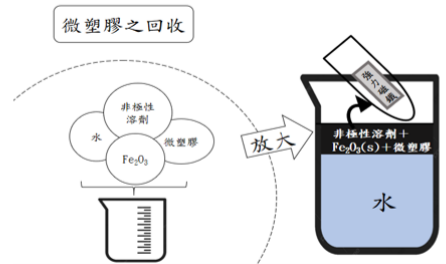
(二)→市售 Fe_2O_3 和奈米氧化鐵粉

(三)→溶劑和氧化鐵粉比例

(四)→改變不同的 pH 值

(五)→改變不同的溫度

(六)→進行實驗的改良使其得以符合我們後續操作之便利性。(如圖一)



評量規準

引導探究實作學習的利器



評量規準



為什麼要有評量規準？評量的目的是什麼？(Why?)

- ◆可以協助老師檢視教學目標是否達成(AOL)
- ◆可以明確提供教與學的回饋(AFL)
- ◆以指標引導學習，培養學生後設分析和評鑑能力(AAL)





評量規準



好的評量規準需要具備那些條件？(What?)

◆規準要對應學習目標(評量目標)

不能只評量學習內容，須兼顧學習表現

◆評量的複雜性不能太高

和評量的時間與需求有關，建議分3-4個等級即可，學生較容易理解學習品質的差異





評量規準

表現等級 (performance level) : 等級的數目會依評分時的時間考量和需求度不同而改變。例如：

一至六等級；A、B、C、D、E 五個等級；

優、良、普通和待加強四個等級或三個等級等。

評量目標	優	普通	待加強
向度甲			
向度乙			
向度丙			





評量規準

好的評量規準需要具備那些條件？(What?)

◆ 規準要對應學習目標(評量目標)

不能只評量學習內容，須兼顧學習表現

◆ 評量的複雜性不能太高

和評量的時間與需求有關，建議分三個等級即可，學生較容易理解學習品質差異

◆ 清楚具體的行為目標

- ◆ 時間掌控的具體標準(如：超過一分鐘、不足兩分鐘)
- ◆ 可以清楚說明作品思路(如：依照什麼步驟安排實驗)
- ◆ 可以清楚說明報告內容(如：報告內容包含6W的向度)





評量規準



評量規準產出方式？(how?)

◆與學生共同產出

以評量即學習的概念，帶領學生一起討論產出
進一步引導學生互評、自評，並可說明原因

(培養分析、評鑑和論證的能力)

◆根據學生的評量結果，修改規準與題目





評量規準



資料閱讀與整理 - 概念構圖實作

評量(教學)目標：

以概念構圖進行知識整理與重建，而對所學知識有真實的理解

評量向度：

篩選重要概念

分辨概念層次並排列

標示聯結關係

舉例說明概念





評量規準

資料閱讀與整理 - 概念構圖實作

評量(教學)目標：以概念構圖進行知識整理與重建，而對所學知識有真實的理解

評量目標	說明	優	普通	待加強
篩選重要概念		可從文章中完整篩選出重要(關鍵)的概念	可從文章中篩選出重要(關鍵)的概念，但不完整	篩選所得的概念，並非重要(關鍵)的概念
分辨概念層次並排列	依抽象度、從屬關係、或反應先後排列概念。能分辨主要概念→一般化概念→概念(專一性)，並安排順序。	80%以上的概念可以正確分辨，並安排層次。	80%~60%的概念可以正確分辨，並安排層次。	可以完整分辨，並安排層次的科學概念，不足 60%。
標示連結關係	標出適當的連接詞以表示概念間的關係	可用正確的連接詞說明 80% 以上概念之間的關係。	可用正確的連接詞說明 80%~60% 概念之間的關係。	可用正確的連接詞說明的概念之間關係，不足 60%。
	可以橫向連結，說明不同概念間的關係。	找到 50%以上的概念間之橫向連結。	找到 50%~30%以上的概念間之橫向連結。	找到的概念間之橫向連結不足 30%。
舉例說明概念	可於每一個概念完整舉例	可列舉 90%以上概念的例子	可列舉 90%~70%概念的例子	可列舉概念的例子低於 70%
	於專一概念下，可加入具體且正確說明概念的例子。	所舉的例子具體，且可完整、正確的說明概念。	所舉的例子雖然正確，但無法完整說明概念。	所舉的例子錯誤。



評量規準



形成探究問題 - 資料閱讀、整理與提出探究問題

評量(教學)目標：

1. 可設計適當表格，呈現實驗結果。
2. 可分辨文章的實驗結果(事實)與個人觀點形成的推論
3. 可以科學概念說明文章中推論的錯誤，並提出可探究的問題

評量向度：

1. 表格設計
2. 事實與觀點推論的辨別
3. 推論能力
4. 提出可探究的問題



參考資料：[探究實作課程示例「熱桔子汁腐蝕保麗龍杯」](#)



評量規準



形成探究問題 - 資料閱讀、整理與提出探究問題

評量目標	說明	優	普通	待加強
表格設計	表格名稱簡短、清楚、具有說明性	表格名稱清楚表達出實驗表格目的	列出表格名稱，但未說明實驗表格目的	未標示表格名稱
	表格標題簡潔清楚，可呈現實驗組別、操縱變因與應變變因	實驗組別、操縱變因與應變變因放置位置清晰，可表達出實驗重點	部分實驗組別、操縱變因與應變變因無法區分，實驗重點稍嫌混亂。	實驗組別、操縱變因與應變變因交錯放置，看不出實驗重點
	內容重點突出但不繁雜，並能看出主要的差異	資料經過精簡，重點明確且經過分類，主要差異一目了然	資料經過精簡，以幫助了解重點，但未做好分類，無法看出主要差異。	將資料完全寫入，並未整理
	表格繪製美觀	可適當使用隔線，清楚顯示出變因與實驗組別；實驗結果標示整齊。	只畫出簡易表格，但未進行處理，以提高表格清晰度	
事實與觀點推論的辨別	可以找出實驗結果事實，與作者推論的部分	可區分 90% 以上的實驗結果(事實)與觀點推論	可區分 89%~60% 以上的實驗結果(事實)與觀點推論	可區分的實驗結果(事實)與觀點推論，不足 60%。
推論能力	可說明作者推論錯誤或矛盾之處，並以科學概念解釋。	可找出上述的觀點推論與實驗結果間的矛盾之處，並以科學概念說明或解釋錯誤或矛盾的原因。	可找出上述的觀點推論與實驗結果間的矛盾之處，但說明並不清楚或是說明過程有錯誤。	可找出上述的觀點推論與實驗結果間的矛盾之處，但未說明或僅覆述實驗結果。
提出可探究的問題	可針對上述文章中的推論錯誤提出探究問題	可根據上述文章錯誤，提出有具體操縱變因的探究問題	可根據上述文章錯誤，提出探究問題，但操縱變因不夠清楚或具體。	根據上述文章錯誤，提出問題，但問題難以探究。





評量規準



實驗設計與實作 - 針對問題設計實驗

評量(教學)目標：

1. 可針對探究問題，擬訂可行的計畫
2. 可設計實驗並蒐集可供驗證假設(或主張)的資料
3. 可針對欲探究的問題，以實驗資料提供適切的回答

評量向度：

1. 擬定研究計畫並說明
2. 設計實驗，並收集研究資料數據
3. 研究結果呈現





評量規準



實驗設計與實作 - 擬定研究計畫並說明

評量目標	說明	優	普通	待加強
擬定研究計畫	1. 能辨明操縱變因、應變變因以及控制變項，設計適當的測試。	可以再不同次的實驗中，說明清楚並將控制變因控制精準並維持一致。	不同次的實驗中，已有設想控制變因須維持不變，但無法完全控制精準並維持一致。	只簡單說明控制變因，但未考慮真正實驗設計時，控制變因是否能維持一致。
		設計多次實驗確認，或求平均值減少誤差。		只進行一次測試，就決定實驗結果
	2. 實驗方法清楚說明、簡要，明確列出儀器/器材、實驗方法和步驟；且能有效統整並利用現有資源及規劃設計工作。	可有效利用現有資源，開發更多的使用方式以設計實驗。	可有效利用現有資源設計實驗，但使用方式較為常見。	只能使用簡單的現有器材，無法充分變化使用。
		列出所需器材與藥品，完整度須達90%以上	只列出89%-80%的器材與藥品	列出的器材與藥品清單完成程度低於79%，
	3. 實驗步驟的撰寫方式可供其他實驗者重複進行操作	實驗步驟的撰寫方式可供其他實驗者重複進行操作	實驗步驟的撰寫方式，須經說明後，才可讓其他實驗者理解並重複操作	實驗步驟的撰寫方式跳躍連貫性差，難以讓其他實驗者重複操作。
	4. 學生於第二論的實驗中，應明確了解自己設計的實驗的優缺點，並提出更改或改進的實驗計畫	可以針對自己實驗的缺點進行修正，並達到原本實驗設計的目標	可以針對自己實驗的缺點進行修正，但修正結果仍未達目標	對實驗進行修正，但並未找到問題癥結點。



評量規準



實驗設計與實作 - 設計實驗，並收集資料並整理

設計實驗，並收集研究資料數據	1. 正確安全的操作器材設備，例如：實驗裝置架設正確性、量筒不可加熱、善用手套、防火毯、準備濕抹布滅火或護目鏡等。	有 90%以上的時間，可正確安全的操作器材設備。	有 89%-80%的時間，可正確安全的操作器材設備。	忽略使用器材的安全性與正確性，正確安全操作的時間低於 79%。
	2. 除了定性的觀察外，可以設計出有效的實驗定量方式。	可以針對探究問題，設計合宜的定量測量方式，且可有效運作	可以針對探究問題，設計定量測量方式，但無法得到較一致的結果。	無法設計定量實驗的方式，僅止於定性的觀察描述
	3. 有系統的收集定性或定量數據並詳實記錄	定性的觀察紀錄，可讓別人複述並理解；定量的觀察紀錄，以表格整理詳實。	定性的觀察紀錄，需經說明後可讓別人理解；定量的觀察紀錄，雖完整，但未整理清楚分類。	觀察紀錄隨手寫下，並未考慮其他實驗者的閱讀所需。
研究結果呈現	1. 可以將數據圖表化或整理分類結果，清楚呈現實驗的趨勢或結果	可選擇正確的圖表形式，呈現數據；或清楚歸納重點並分類標示	可以圖表形式呈現數據，但選擇的方式不夠合適；或是重點歸納分類不夠清晰	僅以敘述的方式羅列重點。
	2. 能針對提出的探究問題回答	能針對提出的探究問題，以實驗所得的資料，具體回答問題，並論證原本的主張。	針對提出的探究問題，進行推論並回應，但過程未詳述清楚。	未針對探究問題真理資料。



評量規準



專題計畫書：標題與參考資料規準(其餘部分同前)

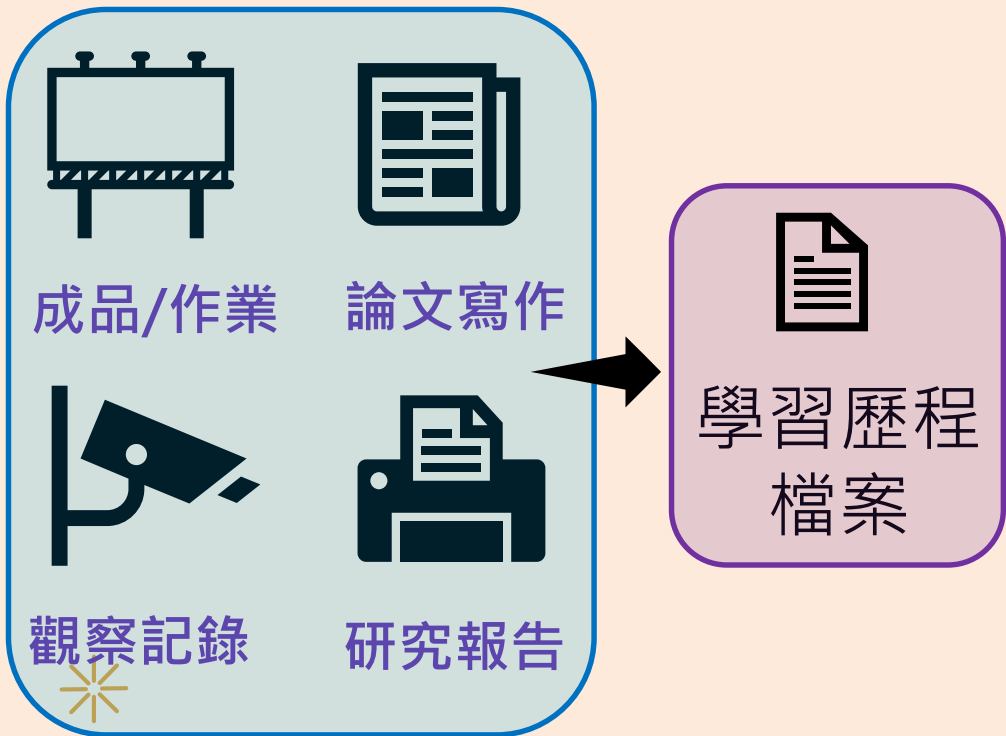
評量目標	說明	優	普通	待加強
標題	能清楚明確指出主題及主要觀點，並且實驗名稱完整通順。	標題能清楚且明確指出主題及主要觀點，並且語意通順。	標題能指出主題及大概的探究方向。	標題只能指出大概的主題。
參考文獻	自行蒐集彙整實驗相關資料，並完整呈現與他人的研究相關的領域資料，作為實驗討論依據。	所蒐集的資料，可對應探究主題所需，並經過適當的整理，可分出適當階層關係。	所蒐集的資料僅有部分和探究主題相關，雖適當整理但層次不夠清晰。	所蒐集的資料未經整理，且較為雜亂。
	能依照 APA 格式列出參考資料來源	至少列出五項參考資料，並符合 APA 格式	至少列出三項參考資料，並符合 APA 格式	不符合 APA 格式引用參考資料



學習歷程檔案呈現



學習歷程檔案呈現



研究法 導論

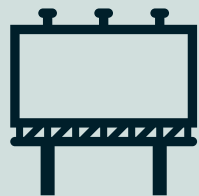
研究法導論這一門課程主要在培養我們基礎研究的能力，經過這一系列的實驗和作業，我學習到由網路進行學術搜尋以及文獻探討，從中獲取有用的資訊，並且加以整理後以適當的圖表呈現，同時我也學習到設計實驗的技巧。

以下為學習本課程之學習歷程：

作業一：資料蒐集及彙整.....	1
作業二：資料彙整.....	5
作業三：問題分析.....	6
作業四：GeoGebra 練習.....	8
作業五：實驗設計.....	10
作業六：實驗設計.....	11
作業七：一維數據分析.....	17
作業八：二維數據分析.....	21
作業九：實驗設計及記錄.....	30
作業十：實驗設計及分析.....	31
作業十一：實驗分析及結論.....	33
作業十二：專題計畫書製作.....	35



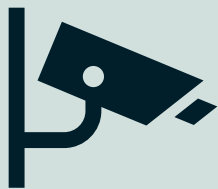
學習歷程檔案呈現



成品/作業



論文寫作



觀察記錄



研究報告



學習歷程
檔案

反應速率的探討

✓ 作品簡述

本作品為一上研究法導論課程中的一個主題之實驗記錄及報告，主要由觀察碘液、鹽酸與丙酮之間的化學反應來進行反應速率的探討。在共三次的實驗中，我與組員挑選不同的操縱變因來操作實驗，並透過反應時間來推算該變因的變化對反應速率的影響。

在這次的實作中，我更加熟悉做實驗時的實驗設計與步驟，並學到了進行研究時的實驗記錄表格的規劃與編排。未來再次實驗時若能加快速度並更精確的操作，能讓紀錄變得更完整，實驗結果的分析也能更加清晰。在實驗數據的小數點處理上也可以去除非有效數字，使表格變得更清晰易懂。

Thanks!

