

2023 年【科學探究競賽-這樣教我就懂】

教師組 教案表單與學習單

| |
|--|
| 教案設計者：徐崇益(國立成功大學師培生) |
| 課程領域： |
| <input checked="" type="checkbox"/> 物理 <input checked="" type="checkbox"/> 化學 <input type="checkbox"/> 生物 <input type="checkbox"/> 地球科學 <input type="checkbox"/> 科技領域 <input checked="" type="checkbox"/> 自然科學探究與實作 <input type="checkbox"/> 數學 <input type="checkbox"/> 其他_____ (可複選) |
| 一、教案題目 |
| 拉瓦節這樣做我也會! |
| 二、授課時數 |
| 3-4 堂課(45 分鐘/堂) (依學生的程度調整學習進度) |
| 三、教案設計理念與動機 |
| <p>“有限資源、無限想像”即為探究實作的素養基礎！家裡廚房也可成為執行創意的實驗室！利用廚房中常見可取得的材料，加上點思考創意與發想，去仿製拉瓦節當時操作實驗進行化學反應前後，所求得“質量守恆”基本的概念意涵。此外，在進行探究實作學習中，除了擁有伙伴互助之外，重要的是必須要有正向思考的樂觀態度以及自主學習的強烈動機。</p> <p>給予有限制的材料混合以及讓其化學反應局限在夾鏈袋中，並依其自製簡易的等臂天平，進行反應前後的秤重差異變化，持續觀察反應的變化以及實驗的再現性。除了熟練探究實作的操作步驟之外，可了解重心平衡、質量守恆原理以及化學反應機制，在寓教娛樂之餘外，也嘗試導引探究實作的學習動機。</p> |
| 四、教學目標 |
| 落實自主學習，強化生活應用層面廣度，讓處處可探究，時時皆可動手實作，跨域跨科發展你的創意想像力 |
| 五、教育對象 |
| 國小(初階)、國中(進階)/線上互動、實體分組 |
| 六、課程設計 (方法與步驟) |
| 發現問題 ；開場序 (20~30mins) 1 誰是拉瓦節？故事闡述或影片導引 ^a 點出探究主題，在有限的資源下，完成質量守恆原理的基本實作探究與科學素養。 2 ChatGPT 與 AI 同行，強化學生自主學習、運算思維能力 Q/A Q1-您知道“拉瓦節”是誰嗎？ A1-很抱歉，我不確定你指的是哪個位置的人或者是哪個節日。如果你能提供更多的上下文 |

或者背景信息，我可以更好地回答你的問題。

Q2-就是那個證明“質量守恆定律”的科學家，您有印象嗎？

A2-我明白了，您可能是在說安托萬·拉瓦錫 (Antoine Lavoisier)。他是 18 世紀法國化學家，被譽為現代化學之父。拉瓦錫和他的妻子瑪麗·瑪麗·安妮·皮爾特·帕茲 (Marie-Anne Pierrette Paulze) 在元素/化合物分類做了貢獻。

Q3-針對拉瓦錫進入質量守恆的反應實驗時，需要準備那些設備與材料呢？

A3-在進行質量守恆試驗時，為了準確地測量反應物和產品的質量，需要準備一些設備和材料。以下是一些可能用到的設備和材料：

(1)分析天平：用於測量反應物和產物的質量，要求更高的準確度。

(2)反應器：用於裝載反應物，讓反應進行器具。

Q4-分析天平需要配備那些基本要素，才有辦法讓實驗順利進行呢？

A4-為了讓分析天平能夠準確地測量物體質量的質量，需要具備以下基本要素：

(1) 穩定性：分析天平應具備足夠的穩定性，以確保在稱量過程中不會因為機械或電子振動而導致質量測量的誤差。

(2) 靈敏度：分析天平的靈敏度越高，就能夠測量到較小的質量變化。因此，對於需要測量小量樣品的實驗，需要選擇有比較高靈敏度的工具

Q5-那針對反應器進行化學反應前後能達到質量守恆時，反應器具備條件要求如何呢？

A5-要保證化學反應前後能達到質量守恆，反應器需要具備以下條件要求：

(1) 密封性：反應器能夠密封，以防止物質損失或外部雜質的的進入密封性好的反應器還還還可以防止

(2) 均衡性：反應器內部應能足夠保護物質

藉助人工智慧工具，問答得宜即點出探究方向重點與訣竅，達到探究實作設計要項以及強化學生自主學習、問問題 Q/A 與檢索能力。圖解說明主題探究實作規畫之心智圖；

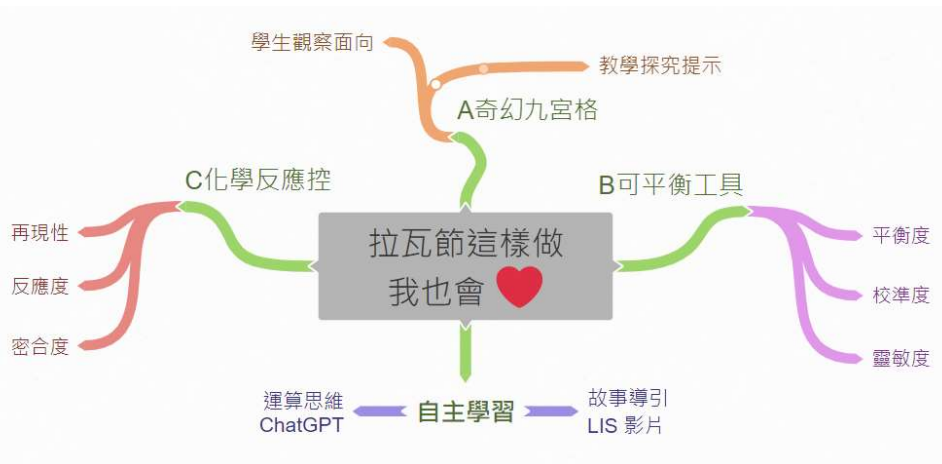


圖 1 主題探究心智圖

事物觀察(學生看見面向多寡，老師因地制宜需提示程度) (15~20mins)

A 奇幻九宮格：讓學生回答九宮格框架數字內涵，能看見中間數字本身與鄰近的數字有何關係呢(試想九宮格四數合併正方形，或者三數字連成直線、橫線與斜線三數關係)?看到什麼就寫什麼 !?或者能想出算式並請在聊天室打上正確數學算式，或者可利用其他方程式去表達也可唷 !!!(例如; $y=mx+c$, $ax+by=c$)。若太難無法理解，寫上“不知道”也是種表達唷!!!



缺了數字是?

5



反向數字與鄰近數字的關係式為什?

$5+7=4+8$ or $5+9=6+8$ or $5+1=4+2$ or $5+3=6+2$
 $5+8+2=5+9+1=5+7+3=5+6+4=15$



中間數字與鄰近數字寫出數學反應式的可能性?

$(x+y)/2=5$, $x,y < 10$, and x,y is positive integer
 (or $y = -x+10$)

圖 2 九宮格樣態，考驗學生觀察的面向與細膩程度，可做其教授探究提示深淺依據^b

我們可藉助學生們進行觀察的面向與理解能力，適度地引導其分享回饋，讓教學者評估探究實作展現時，做為其提示告知學生們之探實比例標的。原則上建議可考量差異化教學原則，忌勿求好心切、讓最終成品均為一模版刻鏤出來。

探究實作歷程(100~130mins)

規畫與研究；開箱文：材料包含有其竹籤:長 2 隻/短 3 截、橡皮筋 6 個、黏土 1 個、長尾夾 2 個、咖啡攪拌棒 2 支、滴管 1 個、No2 號與 No0 號夾鏈袋各 4 個、備註紅與藍色標籤化合物各一包廚房常見物品材料包(線上教學)、此實驗可取得材料、工具全擺放桌上供其選擇所需，並依心智圖對應所具備認可要件(實體教學)



圖 3 線上材料包開箱圖

論證與建模；

B 可平衡工具：一般使用天平，例如上皿天平、等臂天平、彈簧秤、電子天平，得考量平衡、

校準以及靈敏度等相關綜合需求。藉此可讓學生發想如何利用可取得材料，進行簡易可平衡工具的製作。(國小程度依需求調整探究提示，國中以上建議開放多些檢索時間讓其創意發想)

基本參考建議步驟如下表 1；

(表 1)可平衡工具初始設計規劃步驟 1-6°

| | |
|-----------------|--|
| <p>1</p> | <p>2</p> |
| <p>3</p> | <p>4</p> |
| <p>5</p> | <p>6</p> <p>探究實作step by step (A:可平衡工具-調校確認)</p> |

步驟階段 1-4 主支架設計與製作建議方法，每一節點彈力緊度適中，綁緊後再行平衡對等調整，另上方四節可行成一等腰三角形，而中央節點與上方節點所形成直線，將與兩側節點所形成的橫線形成垂直，可將原等腰三角形切分兩個相等形態的直角三角形(RHS)

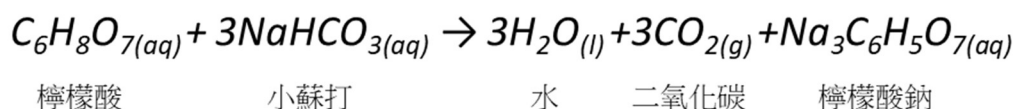
步驟階段 5 另兩長竹籤下方置入黏土，利用橡皮圈增加其摩擦力，而綁置黏土位置與重要皆

影響其平衡與靈敏度，即為初始設計需納入考量點。

步驟階段 6 需得考量平衡度（黃、紅圈處調整）、校準（長尾夾位置）、靈敏度（初始設計其支撐點與重心位置、黏土重量），得請同學們進行自我評估適用性，以及分享製作心得與設計想法。（實體探究：組內共學、組間互學）

C 化學反應控：利用化學反應式推估化學反應時，其反應物投入的最佳劑量比例，並讓其在密閉空間（夾鏈袋）反應進行（產生氣體），可承載的最大值（不爆破 / 硬度高）。讓學生探究對化學反應限量試劑概念！其可變變因有濃度（檸檬酸、小蘇打）、水用量、夾鏈帶 No 號數對應氣體生成空間考量（國小程度依需求調整探究提示，國中以上建議開放多些檢索時間讓其設計規畫）

(1) 化學反應平衡式如下；



藉助化學反應平衡式，即可了解完全反應時其反應物用量莫耳比並可對應生成物之生成量，接續再以分子量推估兩者反應物初始反應得投入質量或體積（密度推估）比值。

(2) 初始測試過程建議事宜；

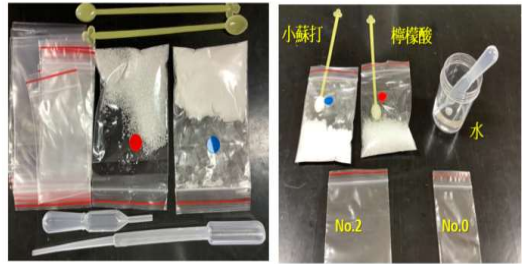


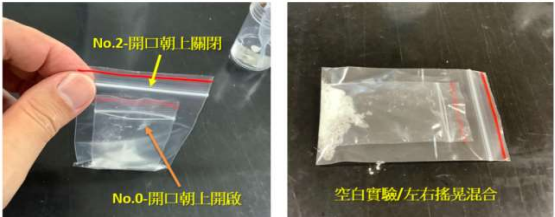




- a. 完全反應重量比約 2:3，即控制學子取用量，準備勺子為布丁勺或者攪咖啡小勺會較佳，原料得需有人管控，不可隨意取用。
- b. 夾鏈袋使用 No2 裝上述兩原料，No0 裝水放入 No2 袋內且不用封口，接續再封口 No 2 後上、下混搖即可，並隨即放入控制箱內，觀察變化!!!
- c. 爆炸與最大承載於一瞬間，我們採限量試劑觀念考量，在 No 2 夾鏈袋承載最多氣體即闖關成功。
- d. 為達安全，控制箱上方需蓋一透明壓克力片，避免爆炸飛濺液噴到.....以及學員混合後在一秒內，儘快放入控制箱內觀察為佳。一次一個進行較佳.....，請先做好事前演練模擬。（老師可做一利用錐形瓶、導管、汽球裝置來演示）

基本參考建議步驟如下表 2；首先得先進行化學反應之空白實驗，此即為

步驟階段 1-5 首先材料與器材準備妥善後，利用咖啡匙做為稱量基準，進行小蘇打與檸檬酸投入量至 No.2 夾鏈袋，以及取水適量投入至 No.0 夾鏈袋。接續將 No.0 夾鏈袋（開口朝上開啟）輕放入於 No.2 夾鏈袋內（開口朝上關閉），然後在外側夾鏈袋確保緊密的情況下，進行充分混合完成反應，觀察其反應後所生成氣體，觀察其夾鏈袋膨脹狀況，來評估整體化學反應機制需求。（限量試劑，漲滿而不爆破為原則）

*安全建議事宜：實驗前帶上眼鏡/護目鏡（保護裝置）或者將混合包放入密林（鍋具）/材料包裝 No.8 夾鏈袋

(表 2)化學反應調掏設計規劃步驟 1-8^d

| | |
|--|---|
| <p>1</p>  <p>小蘇打 檸檬酸 水</p> <p>No.2 No.0</p> | <p>2</p>  <ul style="list-style-type: none"> • 平匙用量/小蘇打:檸檬酸 = 3 : 2 (約略值) • 兩者混入 ● ● → No.2夾鏈袋 |
| <p>3</p>  <ul style="list-style-type: none"> • 用水量~1cc (約略值) → No.0夾鏈袋 | <p>4</p>  <ul style="list-style-type: none"> • 將No.0夾鏈袋(開口朝上開啟)輕放入於No.2夾鏈袋內(開口朝上關閉) |
| <p>5</p>  <p>建議事宜: 實驗前帶上眼鏡/護目鏡(保護裝置) 或者將混合包放入密林(鍋具)/材料包裝No.8夾鏈袋</p> | <p>6</p>  <ul style="list-style-type: none"> • 一側混合、另一側不混合，觀察變化並歷程記錄(接續兩側皆混合再觀察記錄，然後利用竹籤刺破其中一側，但僅讓氣體跑出即可，再觀察其裝置平衡並記錄) |
| <p>7</p>  <ul style="list-style-type: none"> • 一側混合、另一側不混合，觀察變化並歷程記錄(接續兩側皆混合再觀察記錄，然後利用竹籤刺破其中一側，但僅讓氣體跑出即可，再觀察其裝置平衡並記錄) | <p>8</p>  <p>注意事宜: 承載包盡可能利用長尾夾固定並不接觸支柱瓶為原則。(固定後調整長尾夾位置讓其兩側達平衡為宜)</p> |

步驟階段 6 需得考量同學們平匙使用量的再現性，未能平衡即得思考取量再現性、長尾夾位置落點是否確實、靈敏度(與黏土重量比值或者環境外力)，建議同學反覆步驟 1-4 幾次練習，讓其再現性提高！接續再進行步驟階段完成 7，此階段可能誤差值有其夾鏈袋 No2 未確實鎖緊讓氣體外洩、以及靈敏度考量。接續進行步驟階段完成 8，即為空白實驗與再現性的考量。依其同學們的實作與觀察，進行自我評估以及分享回饋 !!!(實體探究：組內共學、組間互學)

表達與分享；

利用廚房可取得材料與工具，進行模拓拉瓦節進行”質量守恆定律”的實驗歷程，讓學生們在進行探究發想時，初始觀測與檢索、工具設計與確實以及反應前後量確保，皆可提昇其實作經驗值與再現性，而若有組內共學自我評估與組間互學的股份回饋下，相信更能激盪出更多創意點子，來對應質量守恆定律的認知精神。

拉瓦節的探究實作



圖 3 探究實作規劃三階段 a 奇幻九宮格觀測 b 可平衡工具製作 c 化學反應控調製，對應質量守恆定律的模拓^f

有限資源、無限想像

最佳機制：使用最少材料(總質量)、收取最多承載量(No2 夾鏈袋最多氣體)

評估效益：架設平衡裝置(仿等臂天平)，將反應前、後的承載包掛至裝置兩端，由平衡觀點看出輕重之分

相關原理：化學反應、質量守恆、重心平衡

修擬建議：平衡裝置靈敏度、承載包重製再現性

七、學習評量內容。

- 1 針對此拉瓦節探究實作課程，主要目的在闡述那一原理呢？而奇幻九宮格、可平衡工具以及化學調控的重點著墨在那一區塊內涵(應用到相關理論基礎)，請簡述說明。
- 2 針對奇幻九宮格的探索中；你能回答相關進程到那一階段呢？請簡明論述它！

- 3 實作而得平衡工具，依天平的基本要素你達標多少呢(例如; 平衡、校準、靈敏度)? 請試著對應位置描述以及數據量化說明!
- 4 在進行化學調控實作中，化合物有一藍色與紅色標點標示，若標點不小心脫落了，你有哪些方法去判讀或辨識，哪一包是小蘇打，哪一包是檸檬酸嗎? 請試著多方角度與思考去說明。
- 5 在進行化學調控實作中，小蘇打與檸檬酸混合產生化學反應，使得 No.2 號夾鏈袋膨脹達到極大化而不爆破，若我們利用咖啡匙平匙用量以 3:2 的約量值進行混合，其這個比值是依據為何求其而得呢?
- 6 在進行探究實作化學調控的過程當中,小蘇打與檸檬酸混合產生化學反應，使得 No.2 號夾鏈袋膨脹達到極大化而不爆破，觀察其水由 No.0 倒置流出與化合物混合時，看見快速反應以及氣體產生，此氣體與現今環境生態與溫室效應有何關係? 而水在此反應中所扮演的角色是?

參考資料

a. (1) LIS 情境科學

【自然系列-化學 | 物質探索 04】

(質量守恆與化學命名法)斷頭台下的金頭腦

<http://gg.gg/conmass>



【自然系列-化學 | 燃燒 02】

(燃燒與氧化理論)燃燒東西軍 II【上】<http://gg.gg/oxidcom>

(2)科技大觀園：革命狂潮與化學家(安東尼·拉瓦錫)

b. 探究實作 1st 階段：奇幻九宮格

<https://fb.watch/dOcT85n0-h/>



c. 探究實作影片參考:(平衡工具)

https://fb.watch/dObJovGI_Y/

d. (1) 探究實作影片參考:(霹靂包調控)

<https://fb.watch/dOcSS-hnhv/>

(2) 科展群傑廳；以『爆』制爆~ 玩具地雷包也



能變成滅火器



e. 來去**玩科學/拉瓦節的探究實作 2022

<https://forms.gle/c1xTwNTQC4avjxA6>

(依此拉瓦節探究實作課程，至**理學院科教中心進行「來去**玩科學」科學展演活動-06252022)

f. 教案簡報相關文獻 <http://gg.gg/teachmetound>