

2025年【科學探究競賽-這樣教我就懂】

教案設計者：游文綺(桃園市立大溪高級中等學校)、林世穎(國立溪湖高級中學)

課程領域：

■物理 ■化學 □生物 □地球科學 □科技領域 ■自然科學探究與實作

□數學 □其他_____ (可複選)

一、教案題目

「理想」不理想？「升」氣

二、授課時數

600分鐘 (6週，每週2節，每節50分鐘)

三、教案設計理念與動機

理想氣體方程式是高中物理及化學課程中的重要概念，學生在學習這些內容時，時常會需要在評量試題中使用理論去計算氣體壓力、體積、溫度之間的關係，然而這樣的訓練卻使得學生產生氣體在任何情況都能使用理想氣體方程式的迷思。因此本教案設計以「氣泡在水中運動與體積變化」這一生活化現象為主題，透過一系列的探究與實驗活動，幫助學生從現象中建構概念，檢視理想氣體方程式在不同情境下的適用情形，並進一步引導學生深入分析氣泡在水中的上升運動，於過程中經歷「發現問題 → 規劃研究 → 論證建模 → 表達分享」的完整探究歷程，以達到增進學生科學素養之目的。此教案亦可透過在引起動機階段播放的海洋影片，帶領學生一同認識關於SDGs 6：淨水及衛生、SDGs 13：氣候行動、SDGs 14：保育海洋生態等相關議題。

四、教學目標

1. 物理與化學概念整合：運用理想氣體方程式及運動學分析氣泡動態運動的過程。
2. 問題解決與批判性思考：透過比較理論與實驗的異同，訓練學生批判性科學思維。
3. 實驗設計與操作：藉由探究不同變因對氣泡運動的影響，學習如何規劃與執行實驗，並收集與分析數據。
4. 科學數據處理：使學生能利用 Tracker、ImageJ 分析影像，使用 Excel 進行數據分析並作圖。
5. 團隊合作與溝通表達：透過小組實驗與報告發表，提升學生的科學溝通能力。

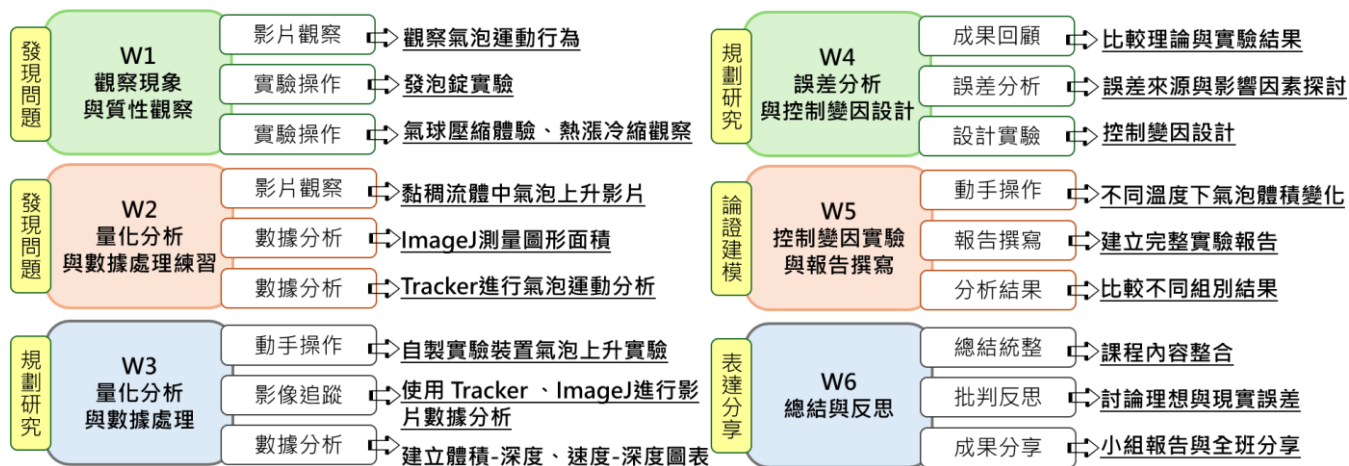
五、教育對象

高一、二 探究與實作課程

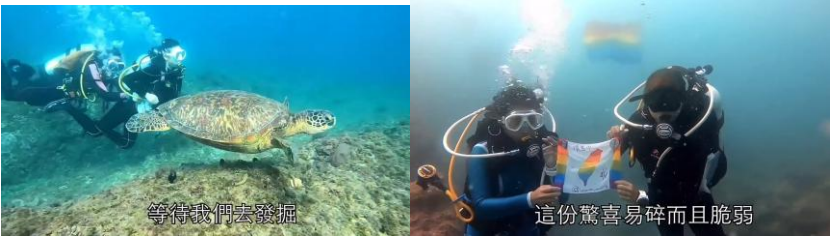
六、課程設計 (方法與步驟)

課程透過科學探究的方式，遵循了科學探究的完整邏輯架構，強調讓學生透過實際觀察、實驗操作、數據分析與討論，理解氣泡在水中運動與理想氣體定律的關係。課程的邏輯架構，從觀察現象、質性描述（現象觀察）到量化驗證實驗與數據處理，再到誤差分析（反思與修正）與控制變因實驗，最後進行統整與反思，形成完整的學習環，期望將「做中學」與「學以致用」的精神落實在課堂中。

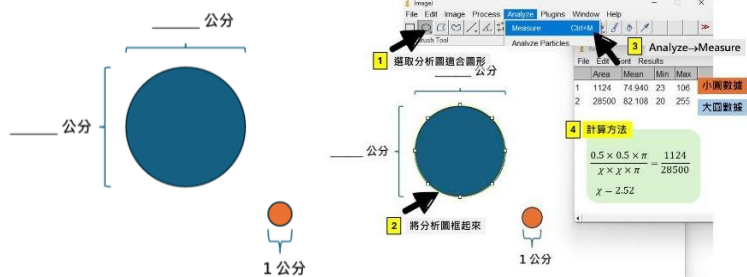
● 六週課程規劃：



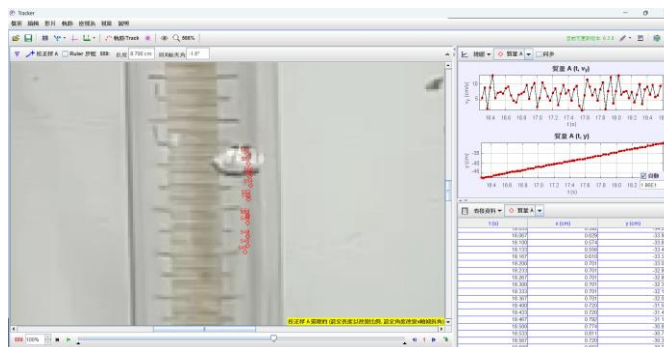
● 各週教學安排：

課程主題	教學設計	教學內容
W1 觀察現象 質性觀察	引起動機	【主題初探】透過影片觀察氣泡在水中的運動行為。 在播放影片前，教師可讓學生猜測氣泡上升體積的變化，連結日常生活經驗，進行互動。 1. 播放潛水過程中氣泡上升的影片引導學生觀察氣泡運動狀態。 (1) https://youtu.be/4AQQk3y3Qg0?t=305(播放：5:05-5:40)  (2) https://youtu.be/oikXFx1eHE0?t=67(播放：1:07-1:27)  2. 教師可視情況選擇演示實驗/動手操作，使用發泡錠觀察 CO₂ 氣泡運動，顯示氣泡從底層上升到水面的過程。 (1) 播放發泡錠新聞影片： https://youtu.be/V3AYXMhqayE?t=25(播放：0:25-0:46) 

		(2) 將清水倒入透明水杯後加入發泡錠，觀察氣泡的形成與運動。 (3) 錄影記錄氣泡從底層上升至水面的過程，包括氣泡的大小、速度等變化。 3. 教師引導學生進行小組討論，可由以下方向切入：氣泡為什麼會上升？氣泡上升過程中，氣泡的大小是否有改變？氣泡的速度有什麼變化？不同大小的氣泡上升速度快慢有何差別？
W2 量化分析 數據處理 練習	質性觀察 (定性描述氣體體積與壓力變化)	【質性觀察】 藉由兩個小實驗讓學生初步體會密閉空間內壓力與氣體體積的關係。 1. 氣球壓縮體驗：請學生將氣球充氣成50元硬幣大小，放入針筒內部，移動推拉桿觀察體積如何變化。 實驗來源：李錡峰、楊水平 (2016) 2. 熱脹冷縮觀察：將氣球套在玻璃瓶口，將玻璃瓶放進熱水、冷水中，觀察氣球膨脹與縮小的情況。 實驗後，教師可連結潛水氣泡影片與發泡錠實驗的內容，請學生思考氣泡與氣球的改變受到何種因素影響？如何受到影響？以及以下問題：氣球變化的原因？氣體體積如何受到壓力與溫度影響？這是否與潛水氣泡的變化類似？相異處在哪裡？這與波以耳定律的關係是什麼？ 【補充說明：與日常生活的關聯】 深海潛水員減壓病、飛機起降時耳朵的不適
	影像數據 處理實作	1. 教導利用電腦軟體Tracker與imageJ進行數據分析 (1) 播放氣泡在黏稠流體中的上升影片： https://www.youtube.com/shorts/aLDxTmGhiAc (2) 教導學生使用ImageJ測量圖形面積，並透過標準照片檢視學生技能熟悉度。



(3) 將影片匯入Tracker進行氣泡運動分析。



(4) 利用Tracker與ImageJ分析前述影片的氣泡運動

2. 教師藉由學習單引導學生記錄並整理觀察結果(可調整影片速度放慢撥放)·包含氣泡的體積變化(是否變大或變小)以及氣泡的運動軌跡(是否筆直上升或呈現其他運動型態)

問題思考

【教師提問→學生觀察與討論】教師引導學生思考影響氣泡運動的因素，如浮力、壓力與體積變化。
教師提問哪些變因會影響氣泡的體積變化，請學生思考影響氣泡大小的因素。教師可藉由學習單引導學生思考：氣泡上升過程中，體積如何變化？影響氣泡體積變化的因素有哪些？這個現象與影片中的潛水氣泡有什麼相似或不同之處？

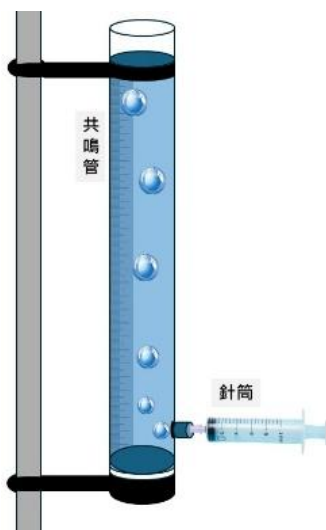
W3

量化分析
數據處理

量化操作
(定量描述氣體體積與壓力變化)

【動手操作】透過量化實驗數據蒐集空間內壓力與氣體體積的關係。結合理想氣體方程式 ($PV = nRT$) 與液壓原理 ($P = P_0 + \rho gh$)，計算並作圖分析。

【實驗裝置圖】



←裝置示意圖

實驗裝置圖



		【實驗原理】 若不考慮表面張力，當氣泡從水底上升到水面的過程中水壓會依 $P = P_0 + \rho gh$ 之關係變小，同時若不考慮氣泡中的氣體逸散與溫度變化，則可依據波以耳定律：$P_1 V_1 = P_2 V_2$，計算氣泡上升過程的體積變化。 【實驗操作注意事項】 1. 可在水中添加膠水或甘油，提高水溶液的黏滯性。因為氣泡在黏滯性較強的液體中，上升過程較穩定、不易散開。 2. 利用針筒控制氣泡初始體積大小。 【探究問題】 1. 透過Tracker測量同一氣泡上升時的速度如何變化？ 2. 透過Imagej作顆粒粒徑分析（詳見阿簡老師yt影片），測量同一氣泡上升時的體積如何變化？ 3. 錄影觀察氣泡上升過程中的形狀有何變化？
	Excel數據處理實作	【數據處理】結合液壓原理（$P = P_0 + \rho gh$）計算作圖分析。 1. 繪製氣泡速度對深度關係圖，並找出其終端速度 2. 繪製氣泡體積對深度關係圖。 3. 紀錄氣泡上升時的形狀變化。(下圖呈現可能的形狀變化。) 【圖九】氣泡在膠水中上升時其附近液體的流動情形 圖片來源：王筱婷、趙貞盈（2006） 【教師提問→學生觀察與討論】 1. 教師透過氣泡速度對深度關係圖、氣泡上升時的形狀變化帶領學生討論氣泡在水溶液中的運動情形。 2. 教師透過氣泡體積對深度關係圖，引導學生討論氣泡在液體中上升時，是否符合僅使用理想氣體方程式的理論預測？ 3. 引導學生討論若不符合理論預測，是否意味著理想氣體定律需要調整或修正？或在現實環境下，還有哪些可能影響因素未納入考量？
W4 誤差分析 控制變因 設計	控制變因 設計實驗	【成果回顧】 教師引導學生回顧前三週的實驗結果，與組內、組外成員互相討論，包括：氣泡在水中上升的體積變化趨勢、質性觀察與量化操作的結果比較，並且討論影響結果的可能誤差來源。

		【設計實驗】 完成上述之後引導進入設計實驗階段：利用與前述實驗相同的實驗裝置與測量工具，引導學生設計「控制變因」實驗，引導學生發想可以改變的變因，例如：釋放氣泡時的大小或深度、液體性質（如：改變加入的膠水比例可改變黏滯性、改變溶解的鹽量可以改變密度）、液體溫度...等。
W5 控制變因 實驗 報告撰寫	水溫、壓力對氣泡體積變化的影響	【動手操作】 舉例：設計一個實驗，探討不同溫度下氣泡體積變化的具體趨勢，並解釋可能的變因。 【數據處理】 以報告形式呈現，包含：實驗步驟、數據分析、圖表及結論。
W6 總結反思	總結回顧	由學生小組以簡報形式分享各組控制變因實驗結果，教師回饋並引導學生回顧過去五週課程內容討論以下問題： 1. 氣泡體積與壓力、溫度變化的關係 2. 實驗結果與理想氣體定律是否完全吻合？ 3. 誤差來源與可能改進的方法 實驗數據與理論對比分析： 1. 整理並展示學生的實驗結果，繪製各組的「應變變因-操縱變因」圖表 2. 比較不同組別間的結果，分析可能造成差異的原因

七、學習評量內容

本課程採多元表現評量，評分標準包括以下幾個面向：

1. 實驗操作參與度：學生在實驗過程中的投入與表現、Google classroom 實驗影像上傳
2. 課堂問答表現：學生在課堂上回答問題的積極度與準確性。
3. 學習單：

[illegible]

4. 分組簡報實驗結果，評分規準如下：
- 評分項目參考依據：(最低分為1分，每滿足下列一個敘述就加1分，最高6分)

	1	2	3	4	5
實驗設計	能有效固定 控制變因	能量化調整 操縱變因	實驗假設有適 當的理論依據	實驗步驟 清楚詳細	實驗裝置 能穩定運作
數據圖表	選擇適當 圖表類型	圖表含數據點 與趨勢線	圖表、坐標軸 名稱適當正確	物理量、單位 皆正確無誤	圖表清晰易讀
口語表達	口齒清晰 音量適切	沒有過多的 口頭禪或停頓	語調有 抑揚頓挫	適當搭配 肢體動作	與聽眾有互動 或眼神接觸
報告呈現	呈現方式 使人易讀好懂	報告條理清晰	具有前後的 連貫與邏輯性	藉由適當的 設計強調重點	簡報與講述的 內容相呼應

參考資料

1. 李錡峰、楊水平 (2016年6月30日) 。微量化學實驗：波以耳定律的微量實驗。臺灣化學教育，第 14 期。
<https://chemed.chemistry.org.tw/微量化學實驗：波以耳定律的微量實驗-/-李錡峰、/>
2. 王筱婷、趙貞盈 (2006) 。氣泡在黏滯性液體中的運動。臺灣2006年國際科展物理科。
<https://www.ntsec.edu.tw/science/detail.aspx?a=90&cat=98&sid=2986>
3. 張祐嘉、范哲維、蘇郁恩 (2006) 。"黏"綿不絕—液體黏滯性對物質沉降影響探討。第56屆全國中小學科展物理科。
<https://www.ntsec.edu.tw/science/detail.aspx?a=21&cat=12947&sid=12973>
4. BlueWorldTV (2020年10月4日) 。Bird Cage Cave Dive! (The longest cave in the world!) [影片] 。YouTube。
<https://youtu.be/4AQQk3y3Qg0>
5. 國立海洋生物博物館 (2021年9月11日) 。[海洋聲影] 離島女子的生活實踐 | 國立海洋生物博物館 [影片] 。YouTube。
<https://youtu.be/oikXFx1eHE0>
6. USTV 非凡電視 (2025年3月1日) 。沒感冒別喝維他命C發泡錠? 藥師示警:高鈉且身體無法吸收 B6.B12能晚上吃! 有助穩定神經與睡眠 | 非凡財經新聞 | 20250301 [影片] 。YouTube。
<https://youtu.be/V3AYXMhqayE>
7. @jmtpi (2012年9月10日) 。Bubbles in a viscous fluid [影片] 。YouTube。
<https://www.youtube.com/shorts/aLDxTmGhiAc>