

2025 年【科學探究競賽-這樣教我就懂】

教師組 教案格式與學習單

教案設計者：高雄市楠梓區楠陽國民小學簡正一	
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 藝術 (可複選)
一、教案題目	
電蝕藝術家	
二、授課時數	
六堂課 (每堂 40 分鐘)	
三、教案設計理念與動機	
課程結合科學實驗與美術創作兩種導向，採取 STEAM 教學理念，讓學生在動手實作中學習原理並發揮創意。透過電蝕刻 (利用電流加速金屬腐蝕) 的實驗，學生將了解鹽水溶液通電時對金屬的影響，並應用此原理進行藝術創作。在傳統工業或美術中，蝕刻往往需要強酸等腐蝕性藥品或昂貴的雷射設備，但使用 9V 電池搭配鹽水即可安全地在金屬表面進行蝕刻，留下個人化的圖案。這種低成本、低危險的方式不但讓科學實驗更親近生活，也能取代高腐蝕性藥品，符合環境友善的教學理念。 課程設計強調學生親自操作：從認識電的基本原理、觀察鹽水電解現象，到運用電蝕刻技術製作藝術作品，在實踐中激發學生的動手能力與創造力。	
四、教學目標	
了解科學概念： 電流可以通過鹽水溶液，並產生電解作用，加速金屬的腐蝕。學生能解釋簡單的電蝕刻原理，例如金屬原子失去電子變成金屬離子而離開金屬表面，形成蝕刻凹痕。 獲得實驗技能： 學會連接簡易電路 (9V 電池與鱷魚夾導線)，正確操作電解蝕刻裝置。能按照步驟安全地進行實驗，包括配置鹽水溶液、使用棉花棒蘸取電解液進行蝕刻等。 能夠創意表達： 能運用所學原理設計並製作一件電蝕刻金屬作品 (如在鋁箔上蝕刻圖案)。學生將經歷從圖案構思、遮罩設計 (例如使用膠帶貼出圖形) 到實際蝕刻的創作過程，培養美術設計與工藝製作能力。 問題解決與合作： 在實驗中培養嚴謹態度與解決問題的能力，例如觀察電路未通電時排查接線，或調整蝕刻時間以得到清晰圖案。透過小組合作分工，訓練團隊協作和溝通能力。 激發科學學習態度與興趣： 激發對科學實驗的興趣，樂於探究電與化學反應的奧秘；同時培養對藝術創作的信心，感受科學與藝術	

結合的樂趣。

五、教育對象

國小高年級學生（建議五～六年級，約 11–12 歲），班級人數約 20–30 人。學生已具備基礎電路知識（知道電池有正負極、電路需形成迴路）和安全操作常識。

六、課程設計（方法與步驟）

第 1 堂：電的導體與絕緣體（認識電與鹽水）

內容重點：

認識電路與導電材料，了解純水和鹽水的導電差異。

材料準備：

9V 電池、鱷魚夾導線若干、塑膠杯兩個（裝純水與飽和食鹽水）、小燈泡或 LED 與電線（若無可改用電池直接電解觀察氣泡）。

安全注意：

強調 9V 電池電壓低但不能短路電池兩極，以免電池過熱。操作時請學生注意保持雙手乾燥，避免不必要的導電路徑。

引起動機：

教師提問：「水能導電嗎？」請學生分享經驗或看法。教師準備兩杯水，一杯純水、一杯鹽水，讓學生猜測哪杯導電性較強。以此引發對鹽水導電的興趣。

實驗與觀察：

教師讓學生利用簡單電路來測試，分組發給每組一顆 9V 電池和兩條鱷魚夾導線，讓學生親手嘗試上述鹽水導電的小實驗。將 9V 電池與小燈泡串聯，分別將兩導線插入純水杯和鹽水杯，觀察燈泡亮度或電流變化。如果沒有燈泡/電錶，也可直接將 9V 電池兩極接入鹽水中，鼓勵每組描述觀察到的現象，如氣泡的位置、多少等。讓學生觀察有無氣泡產生（鹽水中會有氣泡冒出，而純水幾乎沒有）。透過實驗，學生直觀看到鹽水可以導電而純水不易導電的現象。教師解釋：食鹽溶於水產生帶電的離子，讓水溶液變成導體。

討論與統整：

教師提問：「氣泡從哪根導線冒出？為什麼？」引導學生注意到電池正負極差異：負極導線產生氫氣泡，正極可能產生氧氣或其他氣體（高濃度鹽水下正極可能有氯氣生成，故氣味刺鼻需通風）。說明這是電解作用的產物，水被電流分解。

本堂重點整理：

電需要透過導體形成迴路才能作用，鹽水中的離子使其成為導體並發生電解反應。

第 2 堂：金屬腐蝕與電解原理（電蝕刻原理探究）

內容重點：

了解金屬生鏽或腐蝕的概念，引出電解加速腐蝕的原理，為實際蝕刻做準備。

材料準備：

鋁箔紙若干、小片鐵釘或鐵片、生鏽的鐵釘圖片（或實物）、9V 電池、鱷魚夾導線、食鹽、水、透明玻璃杯、棉花棒。

安全注意：

操作鹽水溶液時避免誤入口，實驗後讓學生洗手。使用電池時注意勿將正負極直接相碰。

經驗連結：

教師展示一枚生了鏽的鐵釘或圖片，詢問：「大家有看過金屬生鏽嗎？知道為什麼會生鏽嗎？」學生可能提到鐵接觸空氣和水會生鏽（腐蝕）。教師解釋腐蝕是金屬與環境中物質發生化學反應的結果，例如鐵生鏽是與氧氣和水作用形成氧化鐵。

實驗與觀察：

將一小條鋁箔浸入鹽水杯中，觀察是否有明顯變化（短時間內可能變化不大）。接著，教師將鋁箔連接電池正極，另一導線從電池負極連接並接觸鹽水中的鋁箔（或負極導線纏繞在棉花棒上蘸鹽水接觸鋁箔）。比較通電與不通電時鋁箔腐蝕情形。預期通電處會較快出現氣泡或顏色改變（可能有淡淡灰黑色氧化層或局部變粗糙）。教師強調：電流加速了金屬原子的流失，讓金屬更快被蝕刻。

討論原理：

說明電解蝕刻的基本原理：當金屬作為電路的陽極（連接電池正極）時，其金屬原子失去電子，變成金屬陽離子進入溶液，金屬表面因此出現凹痕。同時在陰極（負極一側）會有氫氣泡產生。鹽水中的氯離子也會幫助破壞金屬表面的氧化保護膜，加速腐蝕。引導學生了解這就是電蝕刻背後的科學道理。老師可引用生活中電化學應用例子，如電鍍、電解精煉等，讓學生理解這種利用電分解物質的現象並不陌生。

引導創作任務：

問學生：「我們能不能利用這種原理，在金屬上‘畫畫’留下想要的圖案呢？」引導學生思考如何控制蝕刻範圍（期待他們提出用膠帶遮蓋不想蝕刻的部分等想法）。說明接下來的課程將動手利用電流在金屬上刻畫圖案，結合科學與藝術進行創作。

第 3 堂：電蝕刻工具製作與試驗（動手實驗練習）

內容重點：

製作簡易電蝕刻工具，進行小範圍試刻，熟悉操作方法。

材料準備：

9V 電池（數顆，以小組為單位）、電池扣導線（紅黑各一）或鱷魚夾線、鋁箔紙小片若干（每組 2~3 片備用）、棉花棒若干、食鹽水溶液（高濃度鹽水）、膠帶（絕緣膠帶最佳，寬膠帶亦可）、剪刀、紙巾。（每組發放一套材料）

安全注意：

強調佩戴塑膠手套與護目鏡（避免鹽水濺入眼睛）。保持教室通風良好，因通電蝕刻時可能產生少量刺激性氣體（氯氣）。操作時切勿讓電池正負極直接接觸；棉花棒蘸取鹽水時不要滴得滿桌都是，防止導電失控。提醒學生鋁箔紙邊緣較鋒利，小心處理避免割傷。

實驗活動與步驟：

教師示範如何將電池扣或鱷魚夾導線接到 9V 電池上：紅線接正極，黑線接負極。紅線的另一端夾在一

片鋁箔上（這片鋁箔將作為要被蝕刻的金屬）；黑線的另一端則夾住一支棉花棒的棉頭（可將裸露的金屬線纏繞在棉花棒棉花部分，讓導線緊貼棉花但棉頭尖端留白，以免金屬線直接觸碰金屬片）。這樣組裝即可形成簡易電蝕刻筆裝置：棉花棒連著負極，鋁箔片連著正極。請各組學生仿照教師示範連接電路，製作自己的蝕刻工具。教師巡視檢查連接是否正確、牢固。完成後，學生將棉花棒頭部浸入鹽水溶液，使其濕潤但不滴落。然後將濕潤的棉棒頭輕輕按在鋁箔片表面，觀察發生的現象。

教師指導語：

「現在就像拿著畫筆一樣，在鋁箔上畫一筆。」每組可讓不同成員輪流操作，在鋁箔上自由畫幾個線條或符號。

觀察與記錄：

引導學生注意棉花棒接觸處出現氣泡冒出，鋁箔表面會慢慢變暗或出現灰黑色斑痕。同時棉花棒尖端可能會變色（帶有金屬氧化物污跡）。教師提醒學生這些變化說明蝕刻正在發生——金屬正在被腐蝕轉化為離子跑進溶液，所以棉花會染上金屬顏色。

。如果學生聞到刺鼻氣味，立刻停止並遠離片刻（那是氯氣，保持通風即可）。讓各組記錄：畫多久的時間出現明顯痕跡？棉棒顏色有何變化？

分享與反思：

各組展示自己鋁箔上的試刻痕跡，比較哪組的線條較深、哪組較淺，討論可能原因（例如：通電時間長短、棉棒濕潤程度、壓力大小等）。教師引導學生歸納有效的蝕刻方法：適度濕潤的棉棒、穩定接觸金屬表面並慢慢移動，可以得到比較均勻的蝕刻效果。提醒學生如果棉棒變黑或硬化，可以更換新的以保持效果。最後，預告下一堂將設計完整的圖案進行蝕刻創作。

第 4 堂：圖案設計與遮罩準備（藝術創作設計）

內容重點：

發揮創意設計蝕刻圖案，學習使用遮罩技術保護金屬未蝕刻部分。

材料準備：

紙和鉛筆（繪製圖案草稿）、美工刀或剪刀、絕緣膠帶（如電工膠帶）或不透水的貼紙、鋁箔紙（每人一片約 A6 大小，可稍厚質的鋁片更佳）、硬紙板或塑膠片作支撐板、記號筆。

安全注意：

使用剪刀和美工刀時注意安全，教師強調正確拿取和剪切方式，避免發生割傷。學生在粘貼膠帶時若用到美工刀雕刻細部，需有教師指導並佩戴防割手套或由老師代為切割。

欣賞與發想：

教師展示幾個簡單圖案例子（可用投影片或板書畫出，如幾何圖形、英文字母、簡單的卡通圖案等），讓學生了解適合蝕刻的圖案特徵：線條不要過於細小複雜，封閉區域清晰。強調創意發揮：圖案可以是自己的名字縮寫、喜愛的符號、或與課程主題相關的圖形（例如電閃符號、化學符號等）。讓學生先在紙上繪製 1-2 個草稿，互相討論選出滿意的設計。

介紹遮罩方法：

教師詢問：「要如何保護我們不想蝕刻的部分不被腐蝕呢？」引導學生想到用膠帶或防水材料遮蓋。

講解遮罩原理：

膠帶是絕緣的且防水，可貼在金屬上作為保護膜，電蝕刻時貼住的部分因沒有鹽水接觸不會被腐蝕。演示如何用絕緣膠帶貼出圖案：例如貼出字母形狀，或先整面貼滿再用美工刀刻出圖形讓圖案部分露出金屬。這一步需要耐心和巧思。

學生實作：

每位學生領取一片乾淨的鋁箔金屬片，將其平整地固定在一塊硬紙板上（可用膠帶把鋁箔邊緣黏在板子背面，讓金屬表面綁在硬底上，方便操作且避免鋁箔皺折移動）。接著根據自己的設計草圖，用膠帶在鋁箔上貼出所需的圖案遮罩。方法包括：直接剪貼出形狀，或大塊貼覆後刻出圖形。學生可互相協助，確保膠帶緊貼金屬沒有氣泡或縫隙（否則電解液滲入會破壞邊緣）。材料貼好後請舉手給教師檢查，老師逐一確認圖案無誤且貼牢。

預備蝕刻：

圖案遮罩完成的作品可在背面寫上姓名以免混淆，統一收起或擺放在指定區域晾置待用。教師提示下節課即將進行真正的電蝕刻創作，請學生回想前幾堂課的心得，思考等會兒實作時需要注意的要點（如通電時間要均勻、操作時的安全事項等）。

第 5 堂：電蝕刻創作實施 (科學與藝術融合實作)

內容重點：

進行正式的電蝕刻操作，在金屬片上刻畫出設計圖案，完成作品雛形。

材料準備：

第 4 堂已貼好遮罩的鋁箔金屬片（每人一片）、9V 電池若干（每組至少 1 顆，電量充足，最好備用電池以防耗盡）、電池扣導線或鱷魚夾導線若干、食鹽水溶液杯數個、棉花棒多支、紙巾或抹布、清水（沖洗用）、垃圾袋（丟棄用過棉棒）。

安全注意：

再次強調戴手套和護目鏡，保持通風。嚴禁學生將臉湊近聞蝕刻時的氣體，若聞到刺激味道應稍作遠離休息。每組在操作時都應小心避免鹽水濺出，桌面可墊報紙或抹布以防液體擴散。操作過程中老師嚴格監督，確保沒有將電線亂碰導致短路過熱的情況。

分組準備：

將全班按上次分好的小組就位，每組取出自己組的電蝕刻裝置（9V 電池+導線+棉棒）並檢查一遍接線是否穩固。發給每組足量的棉花棒和一杯鹽水。每位學生拿出自己已貼好遮罩的金屬片，夾接到裝置的紅色（正極）鱷魚夾上。（如電池和導線數量不足，可採輪流方式，一次一兩名同學操作，其餘同學在旁協助觀察或拍照記錄）。

實作蝕刻：

學生將黑色（負極）的鱷魚夾夾緊棉棒，蘸取鹽水後開始在金屬片表面塗抹通電。建議以小範圍、輕輕點擦的方式逐步進行：例如先沿著圖案邊緣慢慢移動棉棒點蝕刻，再填塗內部大面積。

每隔一小段時間，可以停下來擦去表面形成的沉積物並重新蘸鹽水，確保蝕刻均勻。當棉花頭顏色變深或變硬時，及時更換棉棒以保持效率。學生大約需要 5~10 分鐘即可蝕刻出明顯的圖案輪廓，較複雜的圖案可花到 15 分鐘以上，教師應注意電池發熱情況並適時讓其休息降溫。

教師指導與支援：

在學生操作過程中，教師巡迴指導。提醒學生確保棉棒只以棉花部分接觸金屬，不要讓裸露的金屬導線碰到金屬片，避免短路。

教師巡堂時，協助進度落後或遇到困難的學生，例如調整他們的手勢使棉棒與金屬表面垂直施力，或者增加鹽水濕潤度。若某組電池耗盡，立即提供更換。教師也可用手機拍下操作過程，特寫棉棒冒氣泡的現象，供稍後全班分享討論。

過程觀察分享：

操作結束後，各組用紙巾將金屬片表面輕輕擦拭乾淨，準備揭開遮罩。一旦確認蝕刻完成，學生小心地撕除膠帶（必要時用牙籤輔助挑起膠帶邊緣），露出未被蝕刻的部分。將作品放入清水中沖洗一下，去除殘留的鹽分和溶解的金屬離子，再擦乾。此時讓學生先不急於評價成敗，而是觀察對比：蝕刻部分與遮罩保護部分的顏色和質感有何不同？未被蝕刻的區域是否仍保持原來的亮度？鼓勵學生描述自己的作品效果，為下一堂課的展示與改進做準備。

第 6 堂：作品完成與成果發表（總結與評量）

內容重點：

完成作品的美化處理，展示分享創作成果，回顧科學原理並評量學習收穫。

材料準備：

上節課學生的蝕刻作品、細砂紙或拋光布（可選，用於打磨作品邊緣和表面）、卡紙或厚紙板（作品裝裱）、雙面膠或膠水、美工刀、彩筆（標記姓名或裝飾用）。另準備投影設備（展示實驗照片或讓學生講解時使用）。學習單（涵蓋本課重點問題）。

安全注意：

使用美工刀裝裱時注意手部安全。不建議學生徒手直接摸蝕刻後較粗糙的金屬表面，以免被劃傷，處理時可戴上手套。

作品磨砂與裝飾：

蝕刻完成的鋁箔作品如果邊緣有毛刺或表面氧化膜，教師可示範用細砂紙輕輕打磨邊緣和表面，使圖案更清晰、邊緣不割手。發給每人一張卡紙讓學生將自己的鋁箔片貼附在卡紙上當作展示板（可用雙面膠固定背面四邊）。學生可在卡紙上寫上作品名稱或簡短說明，增加藝術表現力。

成果展示：

透過展覽與發表會。將所有作品貼在黑板或展示牆上，依次請每位學生上台簡短介紹自己的作品創意和觀察到的蝕刻效果。例如：「我的圖案是小狗，蝕刻後發現未蝕刻部分還是亮亮的，蝕刻部分變得粗糙且暗沉，這證明電流確實把那部分的金屬吃掉了一層。」教師可以給予積極的反饋，如稱讚創意或提問。教師也可分享之前拍攝的實驗過程照片，加深同學對整個過程的印象。

知識回顧：

在展示後，教師與學生一起回顧本單元所學。透過提問引導，例如：「為什麼一定要鹽水才能蝕刻，純水不行？」「電蝕刻時，正極和負極各發生了什麼？」請學生回答並互相補充。教師藉機強調關鍵知識點：鹽水中的離子提供導電介質；正極金屬失去電子形成離子（金屬被蝕刻），負極產生氫氣；膠帶作為絕緣遮罩保護了部分金屬免受腐蝕等。

學習單評量：

發下簡短學習單或評量表。學生獨立完成，交由教師評閱。此評量用於了解每位學生對重點原理的掌握程度以及課程反思。

教師總結：

教師總結本課程強調的理念：科學和藝術並非兩條平行線，它們可以像這次電蝕刻活動一樣相互結合，創造出既有創意又蘊含科學原理的作品。肯定學生在過程中的努力和創意，鼓勵他們將此次所學延伸到生活，例如觀察日常金屬物品的腐蝕現象，或將電蝕刻應用到其他材料創作。

七、學習評量內容

過程評量： 教師在每堂課中觀察學生的參與情況與實驗態度。例如，第 1、2 堂課討論時學生的發言積極度，實驗操作時的合作狀況與遵守安全規範情形。第 3、5 堂實作時，教師著重評量學生的**操作技能**（能否正確連接電路、熟練使用蝕刻工具）和**問題解決**（遇到蝕刻效果不佳時有無嘗試調整）。記錄特別用心或創意的組別作為表揚素材。

成果評量： 通過學生最終完成的蝕刻作品進行評量。評分標準包括：圖案創意與美感、蝕刻的清晰度與完整度、作品製作的工整性。強調這不是單純比較美術才能，更看重學生是否將科學原理應用在作品中（如圖案邊緣清晰代表遮罩運用成功，腐蝕充分代表電解時間掌握恰當）。可以設置若干獎項或優秀作品展示，以激勵學生。

口頭與書面評量： 在第 6 堂的展示發表和問答中，評估學生對知識的理解表達。學生能用自己的話解釋電蝕刻的原理現象，表示達到認知目標。最後收集的學習單則作為書面評量，每位學生需要上面回答科學原理問題及撰寫心得。教師批閱學習單以了解個別差異，必要時針對誤解的概念在後續課堂再補充講解。

參考資料

陳孟男等 (2017)，*可攜式積木電解蝕刻教具的設計及應用*，《臺灣化學教育》，19 期
國立科學工藝博物館 6 樓:啟動創新實驗場：展出工研院 34 項創新研發技術，包括可應用於海水淡化的「奈米纖維濾膜技術」

一、觀察與記錄（請根據實驗過程回答）

1. 實驗中，我們將哪兩樣物質混合製成導電液？

☐ 糖+水 ☐ 鹽+水 ☐ 醋+水 ☐ 油+水

正確答案：_____

2. 當我們把棉花棒接上電池、沾鹽水後觸碰鋁箔，會觀察到什麼現象？（可複選）

☐ 冒氣泡 ☐ 出現凹痕 ☐ 鋁箔變亮 ☐ 棉花變色

3. 鋁箔要連接到電池的哪一極，才會被蝕刻？

☐ 正極(+) ☐ 負極(-) ☐ 兩極都可以

二、理解與應用（請寫出你的想法）

4. 為什麼我們要使用膠帶或貼紙貼在鋁箔上做遮罩？

5. 假如你用棉棒畫太久、棉頭變黑變硬，會發生什麼問題？你會怎麼做？

三、創意設計與反思

6. 請畫下你設計的電蝕刻圖案（可以是字母、圖形、圖騰...）

（在下方空格畫圖，也可以加註圖案的意義）

我的電蝕刻創作圖案草圖：

7. 你在這次實驗中最喜歡的部分是什麼？為什麼？

8. 如果下次再做一次，你想改進什麼地方？（操作方式、圖案設計、合作方式等等）

老師評語：