

| 市長序 |

走進礦山，礦區常見的石砌駁坎就在角落，特有的人字形工法記錄昔日建築的智慧。石縫中，繁密冒出的伏石蕨，展現新北市山區蕨類強韌生命力。曾經傲視一方的選煉廠遺址，雄偉的矗立水滴洞的海邊。聚落裡，耆老們正精神奕奕地述說關於黃金礦產的由來。這些人文與歷史的痕跡，我們很欣喜的看到，如今都成為科學知識的篇章。

今年黃金博物館攜手本市教育局國民教育輔導團，借重彼此的專業交流合作，針對青少年與一般民眾推出了《進礦山找科學》一書，透過科普讀物的出版，帶領讀者從不同的面向認識水金九地區。在動手玩創客之餘，了解採選煉礦的科學，激發學子對於探索科學知識的興趣，並進一步了解礦山先民的生活與智慧，從文化跨界到應用科學，別創新格又富有知識性。

本書的發行除了發揚新北市在地的文化內涵、扎根文化資產保存的概念，同時也在教育面推廣科普知識、傳承先民智慧，欣喜見到文化與教育跨界合作的甜美成果，不但是礦山知識傳遞深度的強化也是礦山科學涉獵廣度的拓展。

新北市擁有全國最具活力的博物館群，肩負發展地方文化與知識的重任，期盼透過《進礦山找科學》的發行，讓各界看見水金九礦業遺址的獨特魅力，市府未來也將持續營造並推動組織內的跨局處橫向交流，鼓勵跨界知識的加值應用，為市民朋友們提供更優質的藝文與教育環境。

新北市長



| 局長序 |

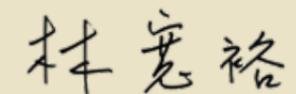
俄國知名的自然地理學家道庫恰耶夫（Vasili Vasilievich Dokuchaev 1846～1903）曾經說過：「自然界是解決科學難題最好的和最客觀的老師。」科學領域包羅萬象，然而萬變不離其宗，所有的科學探索都在追求存在於自然界的真理。也是透過科學的過程與精神，人類逐漸明白宇宙奧秘並掌握規律的知識體系。

水金九礦業遺址，是臺灣知名的金銅礦產區，礦業產製過程與科學原理息息相關，礦山的自然生態也充滿地球科學與生物方面的知識。今年黃金博物館延續與教育局國教輔導團的合作，將原本以礦業主題的科學領域教案，重新編寫為適合青少年閱讀的《進礦山找科學》一書，為讀者提供礦山豐富且多元的面貌。

《進礦山找科學》涉獵領域除了囊括課堂所學物理、化學、生物領域，規劃〈地質篇〉、〈煉金篇〉、〈煉銅篇〉、〈礦坑篇〉、〈植物篇〉之外，也規劃並結合礦山現址場域，納入礦山的人文與社會科學，介紹礦山的史蹟文物。期盼藉由科普專書的發行，增進青少年對於水金九地區特殊歷史脈絡與人文記憶的認識，提高對礦業科學知能的學習興趣，進而引發對於水金九礦業遺址保存的關注。

新北市政府文化局致力於文化資產保存活化，不間斷地透過多元的教育推廣活動，將昔日的生活記憶落實於當代常民生活之中。本局也希望在學子心智啟迪階段，透過學校教師的指導，開始科學與人文思想種子的觸動與萌發。未來本局所屬團隊也將持續積累社會教育之能量，拓展教育推廣範疇，致力於文化與科學教育的播種與深耕。

新北市政府文化局局長



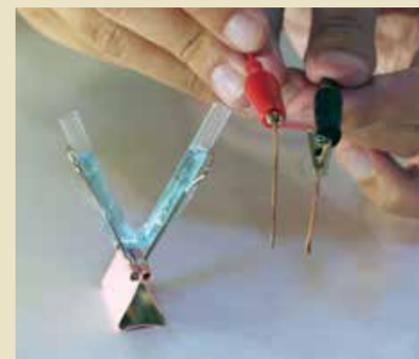


《進礦山找科學》導讀 文化與科學的交融

黃金博物館名列新北市九大藝文場館之一，而「金九線——黃金傳奇之旅」也列為新北市18條藝文路線之一，水金九礦業遺址更是榮登臺灣18處世界遺產潛力點。為將文化與教育結合，新北市國教輔導團中國團自然科學領域輔導小組與黃金博物館，於106年合作設計「黃金博物館——水金九礦業遺址保存與教育推廣計畫——世界遺產教案」，包含「礦坑裡的科學」、「煉銅遺址的未了情」、「我是煉金術師」、「坑道裡的照明」、「礦坑中植物強韌的生命力」、「淘金大解密」等內容，以國中小自然科學學習內容結合當地資源設計教案，並於106年9月於黃金博物館辦理中小學教師研習及教案發表，受到與會教師高度的肯定，期望將新北市特有的自然資源與教學結合，以豐富各景點的知識性，並透過科學教育，讓傳統文化得以延續。

這次將上述教案內容編寫成這本《進礦山找科學》，讓讀者透過淺顯易懂的文字，搭配實作影片，進一步瞭解科學原理與水金九礦業遺址的關聯性。從〈煉金篇〉「金在石上不見影，弄破磨粉水銀咬，布包整團手擰乾，火燒點黃出眼前」的古老淘金口訣中，蘊涵水銀（汞）易和金產生汞齊（汞和其他金屬的合金）的性質，將混合物分離純化的方法；從〈煉銅篇〉中，我們可以理解水滴洞濺洞灣的陰陽海並不是工業污染所造成的現象，以及銅沉澱池中銅咬鐵的氧化還原反應現象；在〈礦坑篇〉中，可以學習如何自製電土燈、礦坑中的禁忌以及礦工挖礦的奧秘。更多的內容靜待讀者們仔細閱覽與體會。

看完這本書，再走一趟金九線的黃金傳奇之旅，對先人開礦的智慧會有更深刻的印象。科學的理論如果沒有應用在現實生活中，那將永遠只是單純的知識；能將課本中所學，在生活中透過實作來驗證，才可能有更深刻的體會。一起來體驗水金九礦業文化之美吧！



新北市國中自然科學輔導團召集人
中正國中校長

楊明源



九份豎崎路與汽車路交接處，
九份派出所左前方路牌。攝於
民國50年代。（攝影：許蒼
澤；圖片提供：許正園）

目 錄

市長序	2
局長序	3
館長序	4
《進礦山找科學》導讀 文化與科學的交融	6
背景篇	12
金光閃耀的歲月 礦山百年巡禮	14
保存臺灣的文化瑰寶 推動世界遺產潛力點	18
獨一無二的水金九 包羅萬象的礦業遺址	20
轟動全島的礦山風光 臺灣博覽會上的水金九	24
地質篇	26
黃金礦床的成因 熱水礦化作用	28
地質學上的寶地 金瓜石礦山的地質特色	30
超級金礦藏在哪兒？ 金九礦體三大類	32
既豐富又珍稀 水金九常見礦石	34
長度可繞大半個臺灣 本山的九座坑道	36
礦坑篇	38
從火把到頭燈 礦坑照明演進	40
坑道裡的救命符 電土燈實驗	42
進礦坑請勿大聲喧嘩 共振實驗	44
吸菸、搜身、蹲廁所 礦坑裡的秘密	46
礦工的挖礦流程 達文西拱橋實驗	48
打卡、繫木牌保命 礦場工作實景揭密	50
坑道神器大蒐奇 金礦場的作業機具	52
四通八達軌道行 金瓜石礦山運輸系統	54

目錄

煉金篇	56
淘金與密度的關係 分層飲料實驗	58
用摩擦力留住黃金 慣性實驗	60
煉金術士之夢 銅幣變銀幣、金幣實驗	62
金瓜哪裡去？ 大金瓜露頭的消失	64
華麗麗、沉甸甸 黃金為何那麼珍貴	66
黃金鑲嵌的兩大山城 金瓜石與九份大不同	68
千金難買你知道 金礦Q&A	70
煉銅篇	72
是誰在偷排廢水？ 陰陽海，誤會大了！	74
這不是許願池！ 銅咬鐵實驗	76
難得一身好本領 生不逢時的禮樂煉銅廠	78
一「銅」包起來 電解硫酸銅實驗	80
十三層，其實是十八層？ 水湳洞選煉廠遺址與廢煙道	82
環境篇	84
坑道內的支柱 相思木的觀察	86
地底下的綠意 蕨類的觀察	88
油毛氈黑紙厝 水金九特色建築	90
見證歷史的百年石牆 人字砌駁坎與TR磚	92
學校、礦場是一家 礦山的學校教育	94
逝去的與留下的 礦山的傳統祭典	96
今天不煉金，煉丹！ 金瓜石端午青草祭	98
參考資料	100
版權頁	104



九份聚落巷弄一景。攝於民國50年代。（攝影：許蒼澤；圖片提供：許正園）

金光閃耀的歲月

礦山百年巡禮

金瓜石曾因盛產黃金而繁華一時，當初是誰發現這裡有金礦的呢？其實，此區金礦的發掘，源自極具歷史感的一個意外……

鐵路工的驚喜發現

西元1890年（清光緒16年），臺灣首任巡撫劉銘傳奉派興建臺北、基隆之間的鐵路，修築至七堵段跨越基隆河的鐵橋（今大華橋）時，工人偶然發現了砂金，隨之掀起一陣淘金熱。淘金者蜂擁群集後，淘洗區域逐漸向上游延伸，經瑞芳直至三貂嶺山麓。1893年，淘金客終於在三貂嶺山脈中找到位於九份山頂的小金瓜露頭，之後又陸續發現了大粗坑、小粗坑、大竿林以及大金瓜（因形似南瓜而得名）露頭礦體。

亞洲第一貴金屬礦山

金瓜石在日人進駐之前，僅在本山露頭周圍有過零星開採，但成千採金工人的湧入，已使荒山野嶺搖身一變成為金礦山城。臺灣割讓給日本後，取得金瓜石探礦權的田中組採用有系統、計畫性的經營方式，並引進先進的製煉設備，大規模開採金瓜石金礦。

1933年，日本鑛業株式會社從後宮信太郎手中收購金瓜石礦山，改為臺灣鑛業株式會社，於水湳洞建設大型製煉廠及選礦場，形成以金瓜石採礦、水湳洞選煉的生產系統。此後數年，金瓜石礦山產量大增，一躍而成為名符其實的亞洲第一貴金屬礦山。



↑月光與燈火下的金瓜石聚落。
→臺金公司前後經營金瓜石礦山約40年。

洗盡鉛華，重獲新生

二戰結束，中華民國經濟部接手金瓜石礦山，成立臺灣金銅鑛籌備處，後改組為臺灣金屬鑛業股份有限公司（簡稱臺金公司），發展「以銅養金」之策略，利用礦水收銅以彌補採金事業之虧損。直到1987年因長期虧損而結束營運。

而後，臺北縣（今新北市）政府呼應地方為了保存臺灣珍貴產金歷史的期待，整建原臺金公司廢礦坑與辦公室等區域，設立黃金博物館，並於2004年11月4日正式開館。



↑金礦山的黃金年代，始於基隆河的淘金熱，而淘金熱的緣起，則與臺灣最早的鐵路工程有關。圖片來源：《福爾摩沙島的過去與現在（The Island of Formosa Past and Present）》



17世紀的金山傳說

■康熙23年（公元1684年），首任諸羅（今鹽水溪以北至臺灣北端）知縣季麒光，在《臺灣雜記》中寫道：「金山在雞籠三朝溪後山，土產金，有大如拳者，有長如尺者，番人拾金在手，則雷鳴於上，棄之即止。小者，亦間有取出。山下水中，沙金碎如屑。」後人研究認為，此一記述中的「雞籠三朝溪後山」，極可能為後人所知的「基隆山三貂溪後山」（三貂溪即今雙溪；三朝與三貂，推測皆為西班牙語Santiago的閩南語音譯），也就是金瓜石一帶。而「番人拾金在手，則雷鳴於上，棄之即止」，後人則揣測，或許是昔日原住民為了嚇阻外人不當取金，所故意編造的「番咒」，盼望能藉此長久保護此一產金地，不使枯竭。對於這個傳說，你怎麼看呢？



↑海拔588公尺的基隆山，又名大肚美人山，是昔日重要的航海指標。

轟動全島的礦山風光

臺灣博覽會上的水金九

西元1935年，臺灣已被日本統治達40年。為呈現殖民成果，宣揚「南進政策」，臺灣總督府於臺北舉辦日治以來規模最大的博覽會「始政四十周年紀念臺灣博覽會」（簡稱臺灣博覽會）。當年金瓜石與九份的礦業公司，也在官民合作之下，成立「礦山館」，展示傲人的殖產風景。

該博覽會舉辦目的有三：一，誇耀成功的殖民經驗；二，宣傳臺灣風光、促進觀光；三，做為日本向南洋發展的正式宣告。據了解，博覽會舉辦的50天期間，共計吸引近300萬人次前往參觀。

臺灣博覽會在臺北市設有三個主要會場，全島各州廳也都設有小型的地方館。臺北市的



↑臺灣博覽會的「礦山館」。(圖片提供：國立臺灣大學圖書館)



↑展覽中標明各礦產產量數額。(圖片提供：國立臺灣大學圖書館)



↑臺灣博覽會的「礦山館」。(圖片提供：國立臺灣大學圖書館)



↑臺灣博覽會的宣傳品。

一會場設於臺北市公會堂（今中山堂）及公會堂以南小南門前的三線路，共規劃有14個主題館。第二會場設於臺北市公園（今228紀念公園），有17個主題館。另設分場於大稻埕，有6個主題館，另於草山溫泉（今陽明山）設有分館1個。

「礦山館」的館址，便設於第一會場的最南端，佔地約147坪。內部陳設分為四大區，佔地面積大小依次是「石油區」、「金山區」、「煤礦區」及「地質介紹區」。

「金山區」除了採選煉礦的系統圖、設施內外照片等展示外，最引人注目的是一塊當年時價160萬元亮燦燦的大金塊，由臺陽礦業株式會社（九份礦區）提供。另一項展示的重點，則是剛完工不久的「選礦及氰化製煉場」精密模型，由日本礦業株式會社（金水礦區）花費六個月的時間所打造。

「選礦及氰化製煉場」的模型，改變呆板、陳列標本般的靜態展示手法，以兼具聲光效果的動態手法呈現，可惜已找不到相關的老照片。有關它的展示內容是這樣介紹的：「…模型省略屋頂設計，讓民眾可以清楚看到選煉廠內部每一層廠房的作業情形，…包含冒煙的煙囪及冶煉熔出的黃金顆粒。工廠右側筆直的斜坡索道上，有數台礦車自動上下移動通行、卸礦。…廠房模型最下方的水湳洞海岸，傳出從



氰化製煉廠

■1933年，金瓜石礦山被日本礦業株式會社所收購，並創立臺灣礦業株式會社，後持續增資成為大公司，積極進行全山設備的汰舊換新。臺灣礦業株式會社在水湳洞全力建設大規模的全泥式氰化製煉場及全泥式浮游選礦場，從1933年開始分三期建設完成，形成以金瓜石採礦、水湳洞選煉的生產系統，新設備完成後，讓金瓜石礦山之生產大增，一躍成為亞洲第一貴金屬礦山。



↑1935年，氰化製煉廠。

水湳洞至基隆八尺門的沿海運輸鐵路的隆隆聲響…。」

「始政四十周年紀念臺灣博覽會」將一般民眾很難任意踏入、嚴格管制的礦區，透過上述豐富有趣的展示方式具體呈現，令參觀民眾大開眼界。

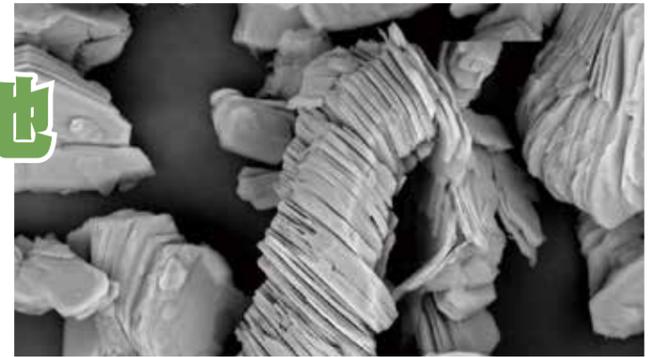
地質學上的寶地

金瓜石礦山的地質特色

金瓜石、九份以臺灣僅有或最有規模的特殊地質而聞名，吸引地球科學相關系所師生前來考察，甚而國外地質或礦產學者也遠道來訪。其中具代表性的特色包含：矽化作用、黏土化作用、綠泥石化作用、看似滿山的「黃金」，以及高級煤層等。這些特殊地質現象，都是由熱水礦液所造成的。

升級高手：熱水礦液

在熱水礦液進行黃金礦床礦化的過程中，它也會和周邊岩石產生一些交互作用，就像用含鹽的熱水煮豬肉，豬肉的顏色會變化，且因水中鹽分擴散進來，而使肉帶有鹹味；反之，水



↑ 高倍顯微鏡下的高領土族黏土礦物晶體，多以六角片狀小晶體出現，並堆疊成書本狀的聚合體。（圖片提供：黃克峻）



↑ 角礫岩由火山地區地下高溫熱液向上爆破岩層形成。它們佐證了金瓜石過去曾有過活躍的火山活動。（圖片提供：余炳盛）



在金瓜石地區，矽化的岩石除了常形成重要礦體，也因為較抗風化的特質，而構成地形上突出的地標。（圖片提供：程嘉華）

（圖片提供：程嘉華）

也會溶入一些肉裡的物質，因而滋味鮮美。
九份地區除了金礦，也蘊藏煤礦，部分煤礦受熱水礦液作用，品質等級因而提升，從臺灣一般煤層主要的亞煙煤提升到無煙煤等級，有些甚至含有黃金。

坑道不需支柱之謎：矽化作用

矽化作用是熱液與岩石作用最劇烈的一種形式，過程中，原來岩石中除了二氧化矽（石英）以外的礦物成分都被熱液溶走，而熱液中的二氧化矽則沉澱在岩石孔隙中，使得反應後的岩石，成分幾乎都以二氧化矽為主，故稱矽化作用。

矽化作用後的岩石，由非常微細顆粒的石英緻密結合，因此特別堅硬強固。金瓜石許多礦坑都開鑿於矽化岩內部，因此不需任何支柱；即使歷經九二一等強震，仍保持幾乎無損。

換質也換色：黏土化作用

在矽化作用外圍，常伴隨黏土化作用，尤以黏土化安山岩較為明顯，整個岩石雖可見原來角閃石及黑雲母等礦物的晶體外型，但整體上多已「換質」成高嶺石等黏土礦物了，所以顏色呈白色，摸起來很軟，甚至可用手輕輕捏碎。

在黏土化作用的更外圍、主要發生在安山岩體中，岩石常呈墨綠色，而非正常安山岩的灰白色，這是岩石被綠泥石化了。因為在熱液反應時，岩石內部生成綠泥石等綠色礦物，所以顏色便呈現綠色。

爆破後的結合：角礫岩化作用

角礫岩化作用，是早期高溫高壓的熱水礦液在地下產生爆破作用所致。岩石破碎成大大小小的碎塊，又被後來沉澱的礦物充填、膠結起來，形成具特殊構造的岩石，有時看來頗像由大小碎石加水泥混成的混凝土呢！這些都是金、九礦山的特殊地質現象，下次造訪，不妨多駐足觀察一下，必能有與眾不同的收穫。



矽化岩

■ 矽化過的岩石除了物理性質強硬，也抗化學侵蝕，因此特別抗風化。當地表其他岩石被風吹雨打所侵蝕，矽化岩石往往仍能堅毅挺立，因此水金九地區擁有一些以外形著稱的山頭，例如昔日的大金瓜，以及如今仍存在的小金瓜，還有黃金博物館的背景地標茶壺山及粗石山、半平山等。

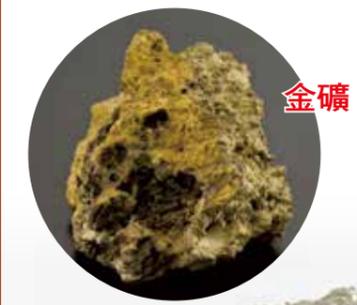


↑ 矽化後的岩石主要成分為二氧化矽，硬度高達7（指甲的硬度為2.5），非常堅硬，碎塊邊緣也非常銳利。



Q：閃閃發光的都是黃金嗎？

A：很多人來到金瓜石，看到岩壁上金黃色閃亮的礦物，都以為找到黃金了。其實，那多半是「愚人金」——黃鐵礦。它是伴隨金礦而生、非常普遍的礦物，雖然顏色類似黃金，但只要仔細觀察外形、掂掂比重，並在其他石頭上磨擦該礦物，看留下的粉末顏色是否變黑（真金磨出的粉末仍為金色），便不會被黃鐵礦愚弄了。





坑道裡的救命符

電土燈實驗

前一篇我們認識了礦坑裡的照明演進，了解臺灣在初期發展時的勞動者精神，而電土燈曾經用來礦坑照明、狩獵及捕魚，接下來我們來認識電土燈的照明原理，並做個簡單的小實驗。

電土燈通常用鉛片或銅皮鑄造而成，上層底部有活門控制水量，下層放電土。為了讓水可以均勻溼潤電土，會在電土上放一層棉布。



實驗目的

利用電土加水，模擬電土燈的照明。



實驗材料

電土、滴瓶、廣用試紙、水、錘子、滴管、研鉢、量筒、燒杯、溼抹布備用。



實驗方法

1. 觀察電土（碳化鈣 CaC_2 ）的顏色和氣味。（右圖）
2. 利用研鉢把電土搗碎成黃豆大小。
3. 取2或3顆電土（約黃豆大小）加入滴瓶內，再加入3mL的水，最後把瓶蓋旋緊。
4. 仔細觀察碳化鈣加水的反應，是否產生新物質？溫度如何（用手接觸滴瓶來感受）？或觀察其他外觀變化。



→模擬電土燈的滴瓶。

5. 實驗中發現電土加水會產生氣泡，檢驗這些氣體具有什麼性質？觀察到什麼？
 6. 等待電土燈火焰燃燒完畢，用廣用試紙檢驗滴瓶內的物質的酸鹼性，並記錄酸鹼性質。
- 補充：可以使用點燃的打火機靠近滴瓶的針尖，如果此氣體可以燃燒，會產生光與熱，此氣體具有可燃性。
- 注意事項：請戴上護目鏡及口罩，實驗的過程要注意安全，溼抹布隨時在旁備用。

實驗結果

1. 電土（碳化鈣 CaC_2 ）的味道不好聞，有大蒜味，顏色呈灰黑色。
2. 電土加水會產生氣泡。
3. 用手摸滴瓶，發現瓶身溫度上升。
4. 用點燃的打火機靠近滴瓶的針尖，此氣體可以燃燒，會產生光與熱，是電土燈的發光原理。
5. 燃燒完畢，廣用試紙檢驗滴瓶內的物質的酸鹼性，廣用試紙呈藍紫色，代表物質呈鹼性。
6. 試著寫下電土加水的反應：

$$\text{CaC}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca(OH)}_2 + \text{C}_2\text{H}_2$$
 (1) 鹼性物質 Ca(OH)_2 是氫氧化鈣
 (2) 可燃氣體 C_2H_2 是乙炔



← 燃燒完畢，廣用試紙檢驗滴瓶內的物質的酸鹼性，廣用試紙呈藍紫色，代表物質呈鹼性 (Ca(OH)_2) 。



礦火捕魚

■1930至1940年代，在金山、野柳、石門利用電土燈（老一輩的人稱它為礦火燈）捕魚，利用電土加水，一點火就會發出強光，吸引青鱗魚靠近。因一年只能捕四個月（五月~八月），而且只能捕表層魚，利用電土燈來捕魚的方式後來就漸漸沒落了，如今僅剩數艘漁船以此法捕魚。



↑ 珍貴的礦火漁法對環境的干擾與衝擊小，符合永續漁業發展，不過青鱗魚捕魚期短又價格也不高，使得傳統捕魚技法逐漸式微。（圖片提供：趙英瑜）

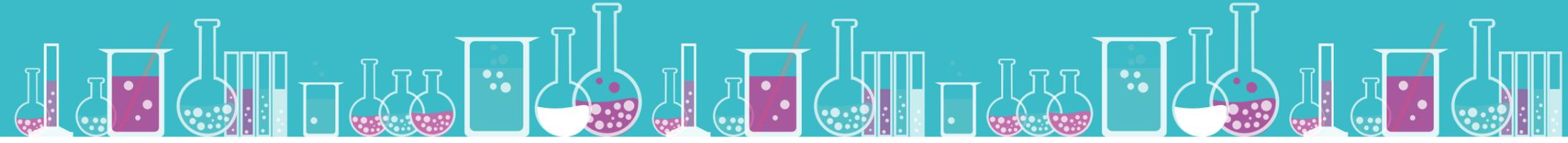


Q：電土燈為什麼是礦坑中的救命燈呢？

A：礦工慢慢深入礦坑時，如果電土燈突然熄滅，此時檢查電土燈內若還有電土，水也充足，這就表示電土燈燃燒乙炔的過程中，少了最關鍵的氧氣。礦坑氧氣不足，提醒著礦工們應即撤出，不宜再深入，因此礦工將電土燈視為「救命燈」。



掃描QR CODE 可以看實驗影片哦！



煉金術士之夢

銅幣變銀幣、金幣實驗

不分東西方，古代的煉金術師們，一直前仆後繼努力著，想要製造出黃澄澄的貴重黃金，然而四千多年來，始終沒人煉出黃金過。即使如此，煉金術還是很有價值的。因為煉金術的盛行，埃及發展出「四元素說」、催化劑；阿拉伯誕生了實驗器材；歐洲研究出硝酸、硫酸、王水；醫藥煉金術注重實驗結果和物質反應……，這些都成為現今化學的起點。

21世紀科學進步，如今的我們能完成古人的煉金術師之夢，藉著簡單的實驗步驟，「煉」出價值不菲的黃金嗎？一起試試看！

實驗目的

藉著簡單的實驗步驟，製造價值不菲的黃金。



實驗方法

1. 戴上口罩及手套。
2. 在蒸發皿中加入1刮勺的鋅粉和比1刮勺稍多的氫氧化鈉，加水配置成溶液，水量完全覆蓋鋅粉即可，約蒸發皿的1/3滿。
3. 加熱溶液直到接近沸騰為止。
4. 放入全新的一元硬幣兩枚，繼續加熱3~4分鐘。（圖A）



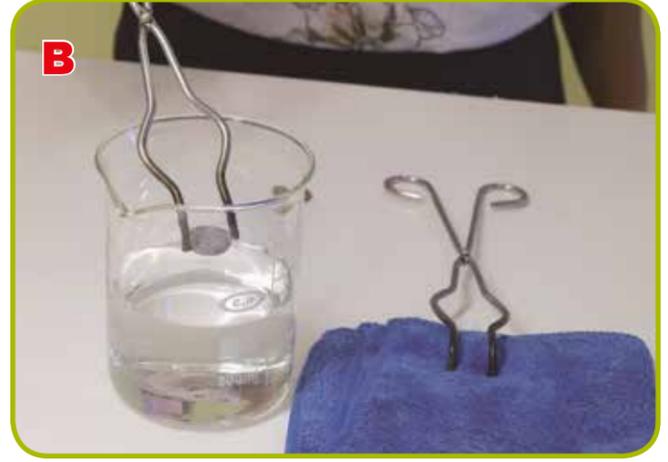
實驗材料

- 口罩1個、手套1雙、全新一元硬幣至少3枚、
- 氫氧化鈉1刮勺稍多（配置後約6M）、
- 鋅粉1刮勺（約5g）、刮勺2支、
- 蒸發皿1個、三腳架1座、
- 陶瓷纖維網1張、酒精燈、
- 打火機1個、燒杯2個、
- 坩鍋夾1支、濕抹布1條。

注意
本實驗須由家長陪同用火及調配氫氧化鈉溶液。氫氧化鈉溶液沸騰時，會產生難聞氣體及液體噴濺的危險，請務必注意安全。



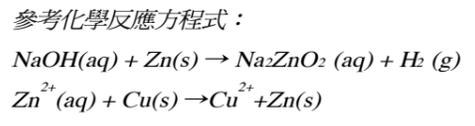
5. 以坩鍋夾取出硬幣，放入裝有水的燒杯，再用紙巾或抹布擦乾硬幣，但切勿搓磨硬幣的表面，此時會發現銅幣變成「銀幣」。（圖B）
6. 以坩鍋夾夾住硬幣兩端，置於酒精燈的火焰上烘烤，當硬幣一變色時，立刻放入冷水中。
7. 再取出用紙巾或抹布擦乾硬幣，但切勿搓磨硬幣的表面，此時會發現銅幣變成金光閃閃的「金幣」。（圖C）



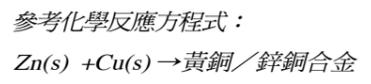
▲左邊是原本的銅幣，中間及右邊為我們煉出的「銀幣」和「金幣」。

實驗原理

新臺幣一元硬幣，材質大部分為銅（含銅92%、鎳6%及鋁2%）。在步驟2~5中，鋅粉和氫氧化鈉加水配成溶液再加熱後，鋅粉變成鋅離子。當銅幣放入溶液時，銅與鋅離子發生氧化還原反應，銅變成銅離子，鋅離子變成鋅。鋅與銀都是銀白色金屬，因此看似製出了銀幣，其實是一層薄薄的鋅，附著在硬幣上。



在步驟6中，硬幣置於酒精燈上烘烤，硬幣中的銅與其上薄薄的鋅變成合金，此合金稱為黃銅，由銅、鋅組成，顏色近似黃金，所以乍看製出了金幣，但其實是一層薄薄的黃銅，附著在硬幣上。



實驗結果

藉由這個科學實驗，我們做出了銀色的硬幣和金色的硬幣，但看似銀幣其實是薄薄的鋅幣，看似金幣其實是薄薄的黃銅合金，並沒有成功煉出「真正」的黃金。



想一想：
21世紀科學這麼進步，到底我們有沒有其他方法可成功煉出銀和金？請試著找出你的答案。



掃描QR CODE 可以看實驗影片哦！





主辦機關：新北市政府

指導機關：文化部文化資產局

發行人：朱立倫

總編輯：林寬裕

編審：羅珮瑄

策劃：余晏如、駱淑蓉、楊鴻安、嵇文勤

編纂：江逸傑、余炳盛、胡心如、邱好平、邱意茵、
高玉娟、黃克峻、程嘉華、楊明源、蔡秀芳、
龍慧真（以姓氏筆畫排列）

編輯：程嘉華

校對：邱好平

美術設計：鄭宇真

插圖繪製：陳伯健

圖片提供：國家圖書館、國立臺灣大學圖書館、日鑛紀念館、九份鄉土館、勸濟堂、李彩鳳、余炳盛、張英傑、張高用、張嫻珊、林軍佐、陳美禎、梁龍郎、高城初子、許正園、黃克峻、趙品涵、黃世鴻、程嘉華、趙英瑜、張柏舟

出版單位：新北市立黃金博物館

22450 新北市瑞芳區金光路8號

TEL：02-24962800

[http：//www.gep.ntpc.gov.tw/](http://www.gep.ntpc.gov.tw/)

印刷裝訂：新北市維凱創意印刷庇護工廠

出版日期：2018年12月（初版一刷）

定價：新臺幣250元

ISBN：978-986-05-7269-8

GPN：1010701890

版權所有·翻印必究

進礦山找科學 / 江逸傑等編纂。-- 初版。--
新北市：新北市立黃金博物館，2018.12
面；公分
ISBN 978-986-05-7269-8(平裝)
1.科學教育 2.人文地理 3.中等教育
4.新北市瑞芳區

524.36 107019002