

「水金九礦業遺址」世界遺產潛力點學習活動設計表

主題名稱：水金九，「水真久」-煉銅遺址的未了情	建議節數：4 節(國中 每節 45 分鐘)
單元一：陰陽海，誤會大了！	設計者：江逸傑
單元二：煉銅遺址情未了-「銅沉澱池」	備課成員：邱意茵、胡心如、蔡秀芳、龍慧真、高玉娟
單元三：煉銅遺址情未了-「煉銅遺址兩三事」	活動地點：新北市黃金博物館，或是國中教學現場課堂皆可
單元四：小活動-「一『銅』包起來」	適用年段：國中八年級、九年級

設計理念

金瓜石是一個因發現黃金而興起，因結束採金而沒落的產業聚落。初期金瓜石僅產黃金，發現硫砷銅礦後，該區便轉變為金銅礦都開採煉製的礦區。後來陸續在長仁地區發現許多礦體，產金量直線上升，年產量達 27,794 兩，銅的產量於 1914 年也創下 1,875 噸的紀錄。

(以上資料來源：文化部資產局臺灣世界遺潛力點

http://twh.boch.gov.tw/taiwan/intro.aspx?id=6&lang=zh_tw#ad-image-0)

煉銅的方法與相關的遺址也是除了煉金之外的另一個重點，故我們希望結合國中自然科中的物理與化學的相關課程，尤其是「氧化與還原」這個單元，透過實際的實驗讓孩子動手操作，讓孩子更了解以前的人煉銅的方法與原理，進而希望與本地歷史結合，讓孩子可以進一步親近遺址，了解遺址，保護遺址。

九年一貫能力指標與十二年國教課程綱要

※九年一貫能力指標

2-4-1-1 由探究的活動，嫻熟科學探討的方法，並經由實作過程獲得科學知識和技能。
2-4-1-2 由情境中，引導學生發現問題、提出解決問題的策略、規劃及設計解決問題的流程，經由觀察、實驗，或種植、搜尋等科學探討的過程獲得資料，做變量與應變量之間相應關係的研判，並對自己的研究成果，做科學性的描述。

2-4-5-3 知道氧化作用就是物質與氧化合，而還原作用就是氧化物失去氧。

次主題 225 燃燒及物質的氧化與還原教材內容細目

4e. 能由蒐集資料中瞭解重要冶金工業製程中的氧化還原反應。

4g. 藉由鋅銅電池與電解硫酸銅溶液的實驗認識廣義的氧化還原。

※十二年國教課程綱要

Jc-IV-4 重要冶金工業製程中的氧化還原反應。

Jc-IV-8 電解水與硫酸銅溶液實驗認識原理。

連結文化遺產的登錄標準

水金九礦業遺址完整地保存產業遺產面貌與豐富的歷史文化遺跡，吸引經濟、歷史、地質、植物等學者的研究興趣，區內的人文資源—聚落景觀、歷史空間、民俗祭典（包含太子賓館、日式房舍建築群、黃金神社、勸濟堂）；自然景觀—地形資源與水景資源；礦業地景—礦區、坑口、礦業運輸動線與冶煉設施等文化資產，生動地記錄一部臺灣礦業發展史，符合世界遺產登錄標準第二項。

近年來，由於礦業停採後，聚落生活的空間紋理漸漸遭到破壞，部分聚落景觀，如當年日籍高級職員居住的日式宿舍，因年久失修而部份遭到拆除、礦工聚落也因改建而出現與景觀不協調的西式建築；曾是金瓜石聚落脈動的纜車道、索道，因停工拆除而難以重現，面對社會與經濟的快速發展，金瓜石聚落正處於脆弱狀態，符合世界遺產登錄標準第五項。

(資料來源:文化部資產局臺灣世界遺潛力點

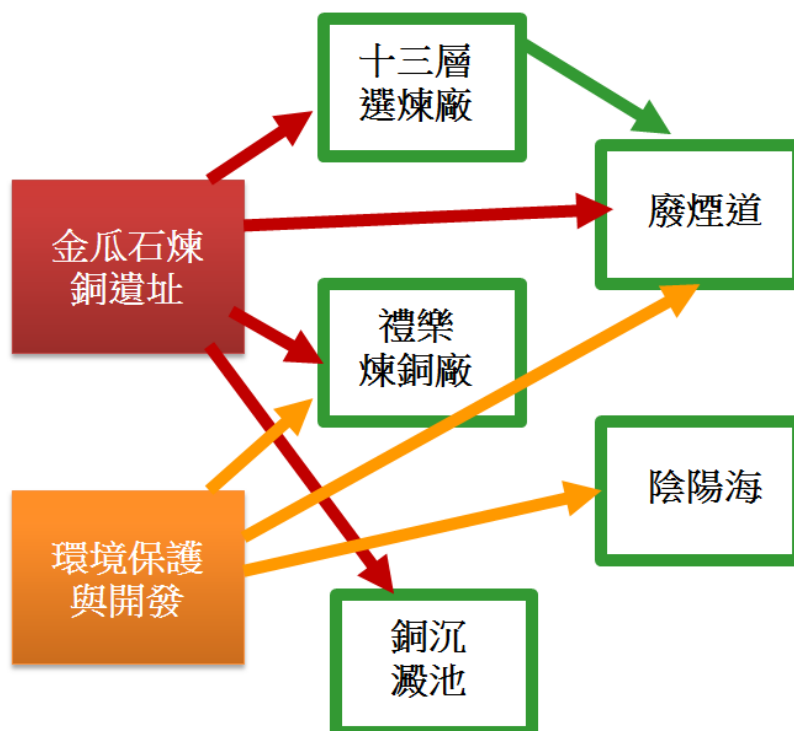
http://twh.boch.gov.tw/taiwan/intro.aspx?id=6&lang=zh_tw#ad-image-0)

學習目標

<p>大概念 (Big Ideas)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 陰陽海的成因與海水汙染 2. 煉銅遺址銅沉澱池的原理 3. 水金九礦業煉銅相關遺址歷史介紹 4. 電解銅原理 5. 環境保護與開發 	<p>關鍵問題 (Essential Questions)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 什麼是氧化反應？什麼是還原反應？ 2. 為了析出水中的銅離子，遺址中的銅沉澱池放入的是何種金屬？放入這種金屬的原因是什麼，可以放入其他的金屬嗎？ 3. 禮樂煉銅廠主要是利用電解法精煉銅，利用這種方法時，正、負極、電解液分別需要選用什麼材料？正、負極會發生甚麼樣的反應？ 4. 煉銅廢液中含有銅離子，故不可直接排放入海洋中，避免造成汙染。請就你所學過的知識概念，如何將廢液先行處理後再排放？ 5. 當環境保育與經濟發展發生衝突時，你會如何思考與取捨？
<p>學生能知道的知識 (Knowledge)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 知道水金九礦業煉銅相關遺址歷史(如水湳洞選煉廠、廢煙道、銅沉澱池、禮樂煉銅廠) 	<p>學生能做到的技能 (Skills)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 能從物質得失電子的狀況，判斷電解法精煉銅時，正極與負極發生的反應。 2. 能利用氧化還原的原理，處理煉銅廢

<ol style="list-style-type: none"> 2. 能知道廣義的氧化反應，就是物質失去電子的反應。廣義的還原反應，就是物質得到電子的反應。 3. 能知道煉銅的原理，就是以活性大的金屬與銅離子或是銅的氧化物發生反應，使銅還原出來。 4. 能知道電解法精煉銅的原理。 5. 了解煉銅廢液可能造成的環境汙染問題與防治方法。 6. 了解陰陽海的成因與煉銅產業的關係。 	<ol style="list-style-type: none"> 液，降低其汙染性。 3. 能思考相關遺址歷史與保存的問題，並加以保護。 4. 能思考經濟發展與環境保護的議題，進而關心自己周遭的環境。 5. 能進行硫酸銅相關的氧化還原探究實驗。(如鐵與硫酸銅的置換反應、電解硫酸銅。)
--	--

一、教材內容關係



二、教材脈絡：

(一) 單元一：陰陽海，誤會大了！

先觀賞陰陽海發生的原因影片，了解陰陽海與煉銅遺址的關聯性不大，進而以生活實例知道若生活中水真的遭受重金屬汙染，會對環境造成哪些傷害。

(二) 單元二：煉銅遺址情未了-「銅沉澱池」

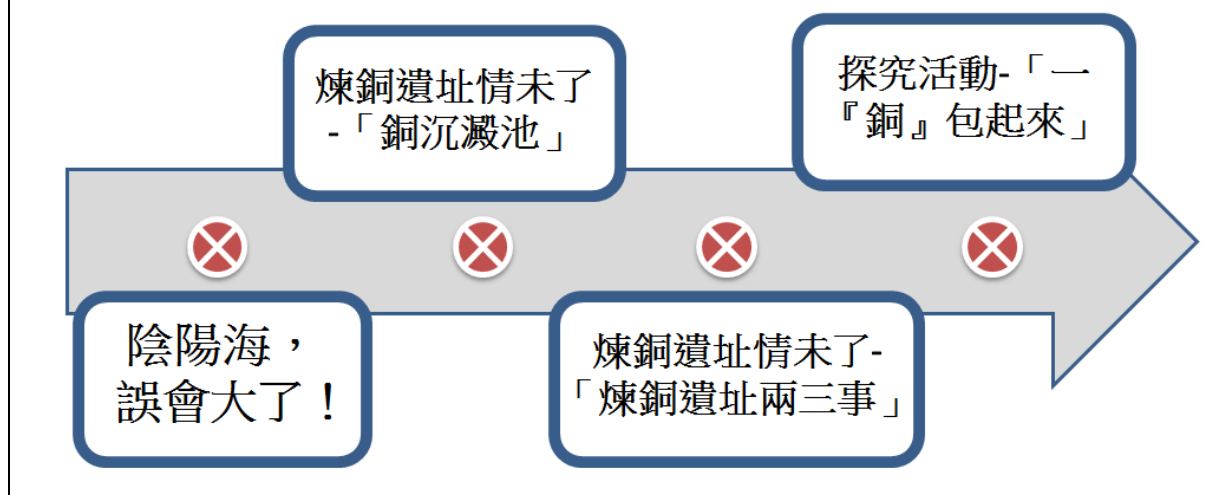
由前面單元知道含重金屬的水必須回收加以處理方能排放，避免對環境造成傷害，縮小範圍到以探究實驗，知道含有銅離子的水可以用活性比銅大的鐵進行氧化還原置換反應，產生銅。連結煉銅遺址中的「銅沉澱池」，與黃金博物館外設置的「銅沉澱池縮小模型」的原理。

(三) 單元三：煉銅遺址情未了-「煉銅遺址兩三事」

以相關的照片、影片，介紹煉銅遺址如「十三層選煉廠」、「廢煙道」、「禮樂煉銅廠」的歷史發展，從學習單的閱讀中，進而思考經濟發展若造成環境汙染與破壞，自己會產生甚麼樣的感受。

(四)單元四：探究活動-「一『銅』包起來」

了解完這些煉銅遺址的歷史，針對「禮樂煉銅廠」的煉銅原理，結合國中自然九年級的「電解硫酸銅」課程，改良課本實驗成微型實驗，使硫酸銅的用量減少，也減少對環境的汙染。最後以金瓜石重新開採黃金為題，從學習單的資料，進行贊成與反對重新開採黃金正反兩方意見的思考。



學習表現的評量

<p>就可呈現學生學習表現之評量方式與內容做說明</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 口頭發表：能回答教師提問並主動參與發表。 2. 討論與分享：能否分享個人想法且主動提出個人見解。 3. 學習態度：能專注聆聽他人發表且積極參與課堂活動與適當回應。 4. 實作評量：能執行實際的表現行為，如探究實驗操作、學習單…等。 	<p>等級 A：能應用學習內容與有脈絡地完成評量。</p> <p>等級 B：能理解學習內容與有見解地完成評量。</p> <p>等級 C：能知道學習內容與完成評量。</p> <p>等級 D：能部份知道學習內容與部分完成評量。</p>
--	---

本單元學習活動設計的重點

單元	單元名稱	學習重點	學習活動說明
一	陰陽海，誤會大了！	<ol style="list-style-type: none"> 1. 了解陰陽海成因。 2. 知道生活中水遭重金屬 	觀看流言追追追影片，了解陰陽海形成原因與鍊銅無

		汙染造成環境影響的問題。	關。利用生活中水遭重金屬汙染造成的環境影響，知道工業含重金屬的廢水一定要經回收處理，方能排放到河海中。
二	煉銅遺址情未了-「銅沉澱池」	1. 進行「銅咬鐵？」小實驗操作。 2. 黃金博物館外銅沉澱池縮小模型介紹。	用小實驗了解鐵與銅離子氧化還原置換反應的原理，並連結到黃金博物館外的銅沉澱池縮小模型，及煉銅遺址銅沉澱池。
三	煉銅遺址情未了-「煉銅遺址兩三事」	1. 認識水金九礦業煉銅相關遺址歷史(如水湍洞選煉廠、廢煙道、銅沉澱池、禮樂煉銅廠) 2. 思考相關經濟發展與環境保護的議題。	閱讀水金九礦業煉銅相關遺址歷史學習單，進行小組討論與發表。
四	小活動-「一『銅』包起來」	1. 電解法精鍊銅。 2. 金瓜石黃金再開發贊成與反對的意見思考。	1. 利用電解法，將硫酸銅通電，改變不同電極，精鍊硫酸銅的微型實驗。 2. 微型實驗可以減少藥品用量與汙染。 3. 利用學習單進行開發正反兩方的意見陳述，思考自己支持哪一方，及支持的原因。

單元一學習活動的設計

陰陽海，誤會大了！

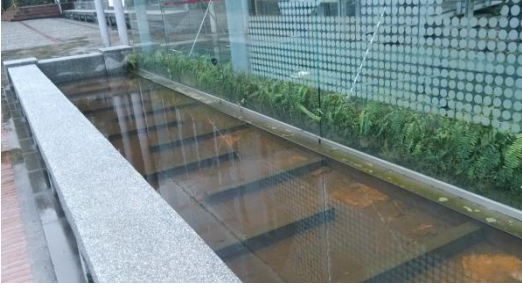
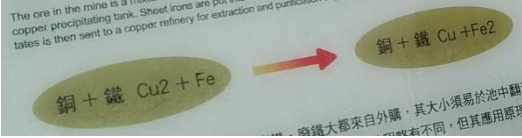
活動名稱	內容描述、流程	時間(分)	學習指導 注意事項
導 入	1. 觀看水湍洞陰陽海地景老照片及近照，提問是否去過該地旅遊的經驗？	8	1. 預期孩子會提到是汙染的關係，可以於此時再提問是如何汙染的？藉此可以先引出十三層選煉廠、禮樂煉銅廠等煉銅的遺

	  <ol style="list-style-type: none"> 2. 提問是否知道陰陽海海面海水呈現兩種顏色的原因？ 3. 水滴洞上方有十三層煉銅遺址，陰陽海海水呈現兩種顏色的原因與當地煉銅工業是否有關係？ 		<p>址。</p> <ol style="list-style-type: none"> 2. 引出遺址後再提問，可是工廠已經停工許多年，但目前海水呈現兩種顏色的現象依然存在。所以此地海水顏色與工業污染是否真有關係？
開 展	<ol style="list-style-type: none"> 1. 觀看「流言追追追」影片，「煉銅百年遺毒-陰陽海？」 https://www.youtube.com/watch?v=ik4CthmzVCY 26分55秒  <ol style="list-style-type: none"> 2. 影片結束，根據影片所述，請各小組討論分享自己看到的原因內容，並於小白板上簡單寫出陰陽海海水顏色形成的原因。 3. 抽一小組進行小組意見的發表。 	30	<ol style="list-style-type: none"> 1. 可以異質性分組，4人1組，方便討論與小白板作答。
挑 戰	<ol style="list-style-type: none"> 1. 根據影片，我們了解煉銅產業已經停止很久，但陰陽海仍是顏色分明，表示當地地景與海水污染關係不大。 2. 提問學生是否有聽過哪些案例是因水污染(尤其是重金屬污染)造成的？ 	5	
總 結	<p>陰陽海的顏色分層與煉銅遺址無關，也非海水污染所造成，是因為地下水流經富含金屬礦物的地層，形成的礦水含有亞鐵離子與鐵離子，這些礦水流入海水後，海水因而產生不同顏色的分層。</p>	2	

煉銅遺址情未了-「銅沉澱池」

活動名稱	內容描述、流程	時間(分)	學習指導 注意事項
導 入	<p>1. 以綠牡蠣事件為案例，說明此案例與工業廢水中銅離子有關。 https://www.youtube.com/watch?v=dTbMFR-vKy8 (2分16秒)</p>  <p>2. 請學生發表，根據氧化還原的原理，如何可以降低廢水中的銅離子濃度？換成對環境影響較小的其他離子？</p>	5	<p>1. 由上節課的陰陽海事件導入本節課。雖然陰陽海成因與煉銅工廠無直接關係，但若海水真遭工業廢水汙染，又會對環境造成如何的影響？</p>
開 展	<p>※「銅咬鐵？」小實驗操作。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 配製 0.5M 硫酸銅溶液 50mL，將其倒入 100mL 燒杯中。 2. 取約 10 元硬幣面積大小鋼絲絨，放進硫酸銅溶液中。  <ol style="list-style-type: none"> 3. 每 3 分鐘觀察並記錄結果。 4. 30 分鐘後，輕輕並小心取出鋼絲絨，觀看鋼絲絨的變化。 5. 將反應完後的鋼絲絨放入另一杯乾淨的清水中，攪動鋼絲絨後，取出鋼絲絨並讓溶液靜置 10 分鐘，看看有何不同的產物出現。 <p>※「銅咬鐵？」小實驗學習單</p> <ol style="list-style-type: none"> 6. 教師提問：請簡單描述硫酸銅(CuSO₄)溶液、鋼絲絨(Fe)原本的外觀與顏色。 	35	<ol style="list-style-type: none"> 1. 鋼絲絨放入硫酸銅溶液中，約 3 分鐘就有明顯反應，溶液顏色由亮藍色，轉為稍微綠色。  <ol style="list-style-type: none"> 2. 反應過程中，鋼絲絨上漸漸有紅色物質出現。  <ol style="list-style-type: none"> 3. 反應進行 30 分鐘，撈出鋼絲絨要小心，因上

	<p>7. 教師提問：當鋼絲絨放入硫酸銅溶液一段時間後，硫酸銅溶液顏色有何變化？此時鋼絲絨周遭是否有不同的物質出現？</p> <p>8. 閱讀學習單補充資料，並完成學習單。</p> <p>9. 小組分享討論。</p> <p>10. 抽籤個人發表學習單內容。</p>	<p>面附著了許多的「銅泥」。</p>  <p>4. 反應完後的溶液由藍色轉變成黃綠色，是硫酸亞鐵溶液的顏色。</p>  <p>5. 將反應完的鋼絲絨放入清水中，是為了取出上面的銅泥，以便觀察。</p>  <p>6. 乾燥後的銅泥</p>  
挑 戰	1. 連結黃金博物館外的「銅沉澱池縮小模型」。	3 1.小實驗中有補充資料，教師也可讓孩子自行閱讀，或是教師引導聯結登革熱相關的議題。

	 <p>2. 找出舊指示牌中錯誤的地方，並將其修正。</p> 		
<p>總結</p>	<p>地下水流經富含金屬礦物的地層，形成的礦水也含有銅離子，可以利用氧化還原的方法，利用比較便宜的廢鐵，將礦水中的銅離子取代出來，產生較高價值的銅。</p>	<p>2</p>	

單元三學習活動的設計

煉銅遺址情未了-「煉銅遺址兩三事」

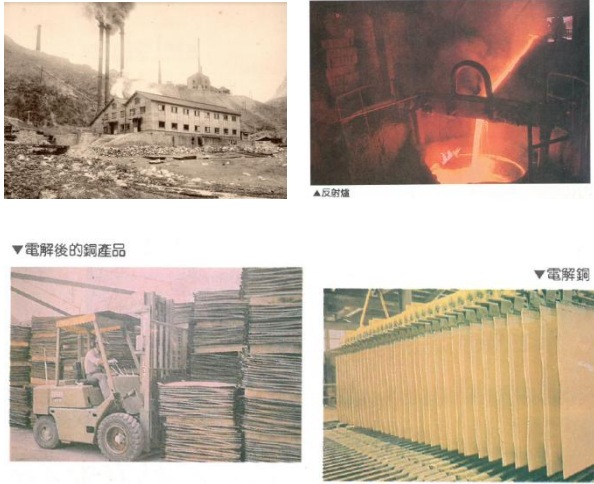

活動名稱	內容描述、流程	時間(分)	學習指導 注意事項
<p>導入</p>	<p>1. 觀看煉銅遺址「銅沉澱池」照片，及其他遺址如十三層選煉廠、廢煙道、禮樂煉銅廠等。</p>  <p>2. 觀看「礦山秘境掏金夢」影片，簡單介紹煉銅遺址。 https://www.youtube.com/watch?v=IUDxnmELMm0 (7分)</p>	<p>10</p>	<p>1.以上單元提到的銅沉澱池出發，先觀看銅沉澱池老照片，並簡單說明銅沉澱池用圖。藉此引導出其他的煉銅遺址，再觀看影片介紹。</p>

			
開 展	<p>1. 觀看「大愛電視 DaAiTV_歷史的今天_20110517_禮樂煉銅廠」影片，介紹禮樂煉銅廠的興衰。 https://www.youtube.com/watch?v=9lAgPHKJWWM (3分19秒)</p>  <p>2. 閱讀「煉銅遺址情未了」學習單，並完成學習內容。</p> <p>3. 教師提問：文章中談到的煉銅相關遺址共有哪些地方呢？</p> <p>4. 教師提問：煉銅時會產生「二氧化硫」這種有毒氣體，你覺得與金瓜石地區銅礦多為硫砷銅礦有什麼關係呢？</p> <p>5. 教師提問：煉銅時會產生「二氧化硫」這種有毒氣體，文章中有提到哪些處理的方法呢？</p> <p>6. 觀看廢煙道含有毒物質新聞影片，連結環境汙染事件挑戰思考問題。 https://www.youtube.com/watch?v=pFBI1hThS2s 1分27秒 https://www.youtube.com/watch?v=An5UHLdND8U 1分47秒</p> 	25	1.本段主要是要介紹煉銅遺址的興衰與環境汙染的相關問題。讓孩子思考工業發展與環境汙染之間的問題。
挑 戰	<p>1. 教師提問：世界各國常會遇到經濟發展與環境保護相衝突的狀況，台灣也不例外，相關的新聞報導也曾出不窮。像是上述煉銅廠為減少汙染，而將二氧化硫再處理變成硫酸，卻發生硫</p>	8	


	<p>酸外洩的事件。通常你看到類似的新聞報導時，你會有什麼想法？</p> <p>2. 抽籤請一位同學發表自己的意見。</p>		
總結	<p>1. 金瓜石煉銅遺址都各有其設置的原因與背景，也都不敵社會的發展進步與污染的事實而破敗，慢慢走入歷史。</p> <p>2. 了解煉銅遺址的歷史，進而思考汙染與經濟發展的問題，希望產生愛鄉愛土的想法，去保護這片難得轉型的美好環境。</p>	2	

單元四學習活動的設計

小活動-「一『銅』包起來」

活動名稱	內容描述、流程	時間(分)	學習指導 注意事項
導入	<p>觀看煉銅廠內部實際煉銅的老照片，簡單說明利用電解法煉銅的原理。</p>  <p>▲反銹蝕</p> <p>▼電解後的銅產品</p> <p>▼電解銅</p>	2	<p>1. 由上節的煉銅遺址，導入煉銅的方法，先由觀看老照片開始，再以微型探究實驗了解電解銅的原理。</p>
開展	<p>※通「銅」包起來-電解電鍍微量實驗</p> <p>1. 將透明可彎細吸管從可彎端剪成約8cm-10cm長度(以彎曲處為中心)。</p> 	30	<p>1. 剪吸管注意，長度為可彎吸管短端兩倍長度即可。</p> <p>2. 衛生紙是為了分隔正負極兩端，溶液其實還是有溝通，離子可以通過。</p> <p>3. 以石墨棒(鉛筆芯)電解硫酸銅時，正極產生的氣泡就是氧氣，負極會</p>

	<p>2. 將一小片衛生紙揉成團狀，塞入吸管中央位置。</p>  <p>3. 將吸管彎成V型，再用透明膠帶將吸管固定成V型。</p> <p>4. 將吸管置於長尾夾作成的簡易底座上。</p>  <p>5. 將 0.5M 硫酸銅溶液以滴管吸取後，慢慢滴入 V 型吸管中，直到八分滿為止。</p> <p>6. 用 2B 粗(2mm)自動鉛筆芯(約 3-4cm 長)塞入吸管中成為電極。</p> <p>7. 用鱷魚夾電線連接 9V 電池與電極，通電 10 分鐘，觀察兩電極產物與溶液顏色的變化。</p>  <p>8. 用去皮銅線取代自動筆芯成為電極，重複步驟 5-7。</p> <p>9. 教師提問：用鉛筆芯當電極，與用去皮銅線當電極，電解硫酸銅有甚麼相同的結果？有甚麼相異的結果？</p>	<p>有一層金屬銅產生。</p>  <p>4. 以石墨棒(鉛筆芯)電解硫酸銅時，負極的金屬銅會從電極最下端處開始產生，但是 10 分鐘無法完成整根，或跟兩根電極距離有關，兩電極最下端是兩電極最接近的距離，也是離子運動的最短距離。</p>  <p>5. 微型實驗的目的，是為了減少藥品的用量，也可以減少對環境的污染。</p>
<p>挑戰</p>	<p>1. 觀看新聞影片：搶挖寶！金價高漲 澳商看中金瓜石金礦。 https://www.youtube.com/watch?v=dHN6fTpV_jo 1 分 42 秒</p>	<p>10</p> <p>1.再次讓孩子思考經濟發展與環境保護的問題，思考兩者之間發生衝突時，該如何取捨。</p>

	 <p>2. 閱讀學習單「one piece-黃金山城再開發」。</p> <p>3. 老師提問：對於金瓜石重新開採黃金這樣的議題，請上網找尋其他資料後，說說你贊成還是反對？你的理由是什麼？</p>		
<p>總 結</p>	<p>1. 電解法煉銅，可以在負極收集到純銅。</p> <p>2. 對於經濟發展與環境保護的問題，的確需要再多方收集資料，進行環境影響評估，最後進行對環境最為有利的活動。</p>	<p>3</p>	

建議融入之課程領域與單元

1. 國中自然領域八年級氧化還原單元。(冶煉工業、生活中的氧化還原)
2. 國中自然領域九年級電化學單元。(電解與電鍍)

參考文獻與資料

1. 金瓜石九份金銅礦床導覽，方建能、余炳盛著，台灣省立博物館印行，民國 84 年 10 月出版。
2. 網路資料：黃金山城 part4 - 水湳洞選煉廠&禮樂煉銅廠 <https://goo.gl/hTVaxb> (20170516 搜尋)
3. 網路資料：蘋果特寫：仍藏 650 億黃金 台糖擬重新開採 2013 年 09 月 10 日 記者李定宇 <https://goo.gl/AsiFCL> (20170516 搜尋)
4. 流言追追追影片「煉銅百年遺毒-陰陽海？」
<https://www.youtube.com/watch?v=ik4CthmzVCY>
5. 新聞影片「環團點名西海岸「野生石蚶」重金屬超標」
<https://www.youtube.com/watch?v=dTbMFR-vKy8>
6. 中央社報導影片「水金九 礦山秘境淘金夢」
<https://www.youtube.com/watch?v=lUDxnmELMm0>
7. 大愛影片：歷史的今天_20110517_禮樂煉銅廠
<https://www.youtube.com/watch?v=9lAgPHKJWWM>
8. 新聞影片：【TVBS】金瓜石廢煙道一週內封 擅闖依法開罰

- <https://www.youtube.com/watch?v=pFBI1hThS2s>
9. 新聞影片：重金屬殘留！「廢煙道」爆紅 遊客違規攀爬拍照
<https://www.youtube.com/watch?v=An5UHLdND8U>
10. 網路資料：「微量化學實驗：電解的微量實驗」學生實驗手冊 台灣化學教育第十四期 國立台中高級工業職業學校 陸冠輝老師
<http://chemed.chemistry.org.tw/?p=18241> (20170512 查詢)
11. 新聞影片：搶挖寶！金價高漲 澳商看中金瓜石金礦
https://www.youtube.com/watch?v=dHN6fTpV_io
12. 網路資料：金瓜石九份地區金礦重新開採？居民沉痛反對
<https://goo.gl/TEGWCq>
13. 黃金博物館照片提供

附錄

學習單

「銅咬鐵？」小實驗

Class :

Name :

實驗目的：了解「銅沉澱池」設立的目的及其使用原理。

實驗藥品器材：100mL 燒杯或透明塑膠杯、0.5M 硫酸銅溶液、鋼絲絨 (00#)、玻璃棒

實驗步驟：

1、配製 0.5M 硫酸銅溶液 50mL，將其倒入 100mL 燒杯中。



2、取約 10 元硬幣面積大小鋼絲絨，放進硫酸銅溶液中。



3、每 3 分鐘觀察並記錄結果。

4、30 分鐘後，輕輕並小心取出鋼絲絨，觀看鋼絲絨的變化。

5、將反應完後的鋼絲絨放入另一杯乾淨的清水中，攪動鋼絲絨後，取出鋼絲絨並讓溶液靜置 10 分鐘，看看有何不同的產物出現。

實驗記錄：

時間	3 分鐘	6 分鐘	9 分鐘	12 分鐘	15 分鐘
鋼絲絨與硫酸銅溶液發生的變化(顏色、其他產物……)					
時間	18 分鐘	21 分鐘	24 分鐘	27 分鐘	30 分鐘
鋼絲絨與硫酸銅溶液發生的變化(顏色、其他產物……)					

想想看：

1、硫酸銅溶液原本是什麼顏色？放入鋼絲絨一段時間後，溶液的顏色又有何變化？

2、鋼絲絨原本的外觀如何？鋼絲絨與硫酸銅溶液反應一段時間後，鋼絲絨本身有甚麼變化？

3、根據廣義氧化還原反應的定義，「氧化反應」是「失去電子」的反應；「還原反應」是「得到電子」的反應。「氧化劑」是「讓別人發生氧化反應，自己產生還原反應」的物質；「還原劑」是「讓別人發生還原反應，自己產生氧化反應」的物質。請根據補充資料中，本反應的反應方程式，分別找出發生氧化反應與還原反應的物質，及擔任氧化劑與還原劑的物質。

發生氧化反應的物質	發生還原反應的物質	擔任氧化劑	擔任還原劑

4、本實驗中加入了鋼絲絨，其成分為鐵(Fe)，如果加入的鐵片，請預測兩者可能會讓反應會發生什麼不同的變化？

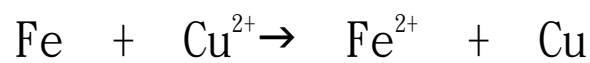
5、黃金博物館外的銅沉澱池，水池中用一些木板將水池間隔起來，目的是讓水流動比較慢。請推測這樣的設施，讓水流動慢一點的目的是什麼？

6、根據你以前所學過的氧化還原原理及增進反應速率的方法，想想看還可以有哪些方法讓本反應時間變得更短。

補充資料：

黃金博物館在本山五坑坑道口外設置了一作有去的水池，他可不是許願池喔，長長的水池中，卻用一些木板將其區隔，讓水流緩慢在其中流動。這是館方所設立的「銅沉澱池」的縮小版模型，因本山五坑現在還是不斷流出含有豐富銅離子的「礦水」，這些銅水與池底的鐵片產生氧化還原反應，還原出銅結晶。

金瓜石產銅的方式除了以硫砷銅礦提煉以外，另一種方式則為「礦水收銅」，因礦區地下水流經地下各種礦體，溶解其中氧化礦石後形成硫酸銅，流出坑外後即成所謂「礦水」，將礦水導入放滿廢鐵的木槽中，水中所含的銅離子即與廢鐵產生「氧化還原」的「置換反應」而沉澱附著於鐵面上，翻洗鐵面後，銅即隨水流入沉澱池，每月排水收集一次，濾乾後即是沉澱銅泥，所產之沉澱銅初期全數海運至日本冶鍊，一直到台金末期才有興建粗煉銅工廠。銅泥產量隨季節雨量多寡而異，全年銅生產量可達六百公噸以上。反應方程式如下。



仔細觀看池水還可以發現，長長的水池中沒有養魚或其他水生植物，但卻也沒有子子，因為池子中的「礦水」中含有銅離子，還能有效殺死子子，抑制子子孳生。

煉銅遺址情未了

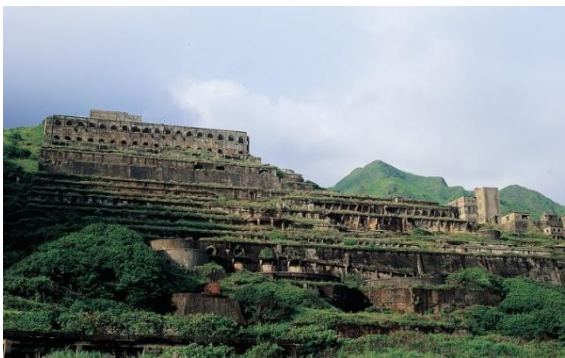
Class :

Name :

※**資料來源**：金瓜石九份金銅礦床導覽 方建能、余炳盛著 台灣省立博物館印行

網路資料：黃金山城 part4 - 水湳洞選煉廠&禮樂煉銅廠 <https://goo.gl/hTVaxb>

金瓜石是一個因發現黃金而興起，因結束採金而沒落的產業聚落。初期金瓜石僅產黃金，發現硫砷銅礦後，該區便轉變為金銅礦都開採煉製的礦區。後來陸續在長仁地區發現許多礦體，產金量直線上升，年產量達 27,794 兩，銅的產量於 1914 年也創下 1,875 噸的紀錄。

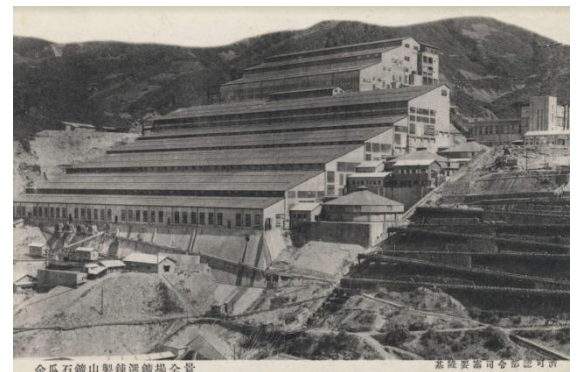


水湳洞選廠、煉廠 黃金博物館提供

「水湳洞選廠、煉廠」、和「禮樂煉銅廠」是三個不同的工廠，建造時間不同。1900 年金瓜石在五坑附近設立第一製鍊場，又陸續建立第二到第五製鍊廠。初期金瓜石只生產黃金，1905 年金瓜石發現硫砷銅礦(Enargite)，金瓜石礦山變轉變為金銅礦。金瓜石的含金礦物是深色礦物，像是含銅近百分之五十的硫砷銅礦、

呂宋銅礦等(化學式皆為「 Cu_3AsS_4 」)。1906 年起，金瓜石便開始生產銅。二次大戰期間，金瓜石已成為東南亞最大的銅礦選礦場。

在水湳洞山坡的廢棄工廠建築包含著選廠和煉廠，一般選廠和煉廠通稱為「水湳洞選煉廠」。而禮樂煉銅廠則建於離水湳洞兩公里遠的哩咾，所以在水湳洞是看不到禮樂煉銅廠的。



水湳洞選廠、煉廠 國家圖書館

1910 年，「台陽礦業株式會社」成立(簡稱「台陽公司」)，九份地區及其附近的金礦變由台陽公司開採。兒金瓜石的礦山在光復後初期，由「台灣金銅礦務局」接手管理。1955 年改組為「台灣金屬礦業公司」(簡稱「台金公司」)，持續經營至 1987 年關閉為止。



銅沉澱池 金瓜石九份金銅礦床導覽

銅礦方面，台金公司先後完成銅精砂粗鍊及精鍊設備，才開始於國內煉銅。台金公司也於濱海礦坑坑口設置礦水沉澱池(「銅沉澱池」)，引導礦坑內流出含有銅的礦水流經儲有廢鐵的木槽，將銅還原，使銅沉澱回收。

台金公司於 1971 年先成立粗煉廠，1973 年底完成一貫作業，採反射爐的濂洞煉銅廠。缺點是污染空氣、消耗能源過大。為了避免煉銅產生的廢毒氣影響到附近居民的健康，台金公司將毒廢氣用三座洗滌塔脫硫後，利用「排煙道」將廢氣引至茶壺山後排放，排煙道長度達一千多公尺，號稱是世界最長的排煙道，第一條排煙道利用三坑舊坑道通往後山山谷排放，是最早建好的一條，但其設計不良，使用不久就浸腐，於是建造第二條改良取代，再造第三條作備品，竣工時就停止濂洞煉銅廠營運，煉銅業務併入禮樂煉銅廠營運。

「禮樂煉銅廠」位於水湳洞 與南雅之間的哩咾，"禮樂"也是取"哩咾"的偕音，哩咾這個地名是從原本居住在此的原住民聚落名稱而來的。1970 年代中期，台金公司為了維持 2000 餘員工之生活及延長公司壽命，乃有籌建新式大型煉銅廠之議，在考量了幾家公司的提議，最後由西德 Lurgi 公司得標，採用電爐冶煉方法。Lurgi 公司承辦基本設計及建廠之監工服務，1977 年 2 月簽約，預定年產電解銅 5 萬公噸、硫酸 175,000 公噸，所以俗稱"五萬噸"，在未正式命名前的文件也可以看到都以五萬噸煉銅廠稱呼之。

「禮樂煉銅廠」進口銅砂進行煉銅的工作，由於進口銅砂的主要成分是硫化銅，在製銅、焙燒、吹煉的過程中，硫會氧化成二氧化硫，這是製銅必然有的副產品，假如直接排放出去的話便是污染。臺金公司當年設計時，為這些二氧化硫想了一條出路，用來製造「硫酸」；用「水洗滌法」把二氧化硫轉化成硫酸，這樣既可以解決二氧化硫的排放問題，還可以做出硫酸這種工業必用的原料。



禮樂煉銅廠全景

禮樂煉銅廠 金瓜石九份金銅礦床導覽

禮樂煉銅廠生不逢時，竣工時剛好遇上第二次石油危機，國際銅價大跌，又世界銅礦砂來源幾乎掌握在猶太商人手上，甚至可以操控世界銅價，所以常在買礦砂時吃虧，總總因素之下，最後台金公司不堪虧損，於民國 74 年(1985 年)移給台電公司經營，台金公司本身也於 1987 年結束營運，

在台電公司管理下，民國 79 年(1990 年)1 月 15 日，禮樂煉銅廠的三號儲酸槽發生硫酸外洩，約 693.86 公噸的硫酸流入海中，漁民抗議賠償金額高達 60 億，儼然是壓垮駱駝的最後一根稻草，於是同年台電決定關閉禮樂煉銅廠。

從 1981 年到 1990 年這九年間，禮樂煉銅廠生產了大約 40 萬噸電解銅、10 噸黃金、97 噸白銀、92 萬噸硫酸，禮樂煉銅廠雖然背著污染環境的包袱而負面名聲多，但它還是有它傑出的地方，像是冶煉出來的銅和金純度非常高，達到世界一流的高水準，這種可貴的冶煉技術可能就這樣隨著禮樂關廠、人員流失，而台灣的金銅冶煉技術也就跟著消失。



禮樂煉銅廠大門 2016 google 照片

※想想看

1、文章中談到的煉銅相關遺址共有哪些地方呢？

2、煉銅時會產生「二氧化硫」這種有毒氣體，你覺得與金瓜石地區銅礦多為硫砷銅礦有什麼關係呢？

3、煉銅時會產生「二氧化硫」這種有毒氣體，文章中有提到哪些處理的方法呢？

4、世界各國常會遇到經濟發展與環境保護相衝突的狀況，台灣也不例外，相關的新聞報導也曾出不窮。像是上述煉銅廠為減少汙染，而將二氧化硫再處理變成硫酸，卻發生硫酸外洩的事件。通常你看到類似的新聞報導時，你會有什麼想法？

通「銅」包起來-電解電鍍微量實驗

Class : _____ Name : _____

※**資料來源**：「微量化學實驗：電解的微量實驗」學生實驗手冊 台灣化學教育第十四期 國立台中高級工業職業學校 陸冠輝老師

<http://chemed.chemistry.org.tw/?p=18241> (20170512 查詢)

實驗目的：利用微量實驗，了解硫酸銅的電解與電鍍原理

實驗器材：透明可彎細吸管、2B 粗(2mm)自動鉛筆芯、去皮粗銅線、鱷魚夾電線、9V 電池、細透明膠帶、0.5M 硫酸銅溶液、長尾夾。

實驗步驟：

<p>1、將透明可彎細吸管從可彎端剪成約 8cm-10cm 長度(以彎曲處為中心)。</p> 	<p>2、將一小片衛生紙揉成團狀，塞入吸管中央位置。</p> 
<p>3、將吸管彎成 V 型，再用透明膠帶將吸管固定成 V 型。</p> 	<p>4、將吸管置於長尾夾作成的簡易底座上。</p> 
<p>5、將 0.5M 硫酸銅溶液以滴管吸取後，慢慢滴入 V 型吸管中，直到八分滿為止。</p> <p>6、用 2B 粗(2mm)自動鉛筆芯(約 3-4cm 長)塞入吸管中成為電極。</p> <p>7、用鱷魚夾電線連接 9V 電池與電極，通電 10 分鐘，觀察兩電極產物與溶液顏色的變化。</p>	

	
<p>8、用去皮銅線取代自動筆芯成為電極，重複步驟 5-7。</p>	

實驗紀錄：

(通電 10 分鐘的紀錄)

甲、2B 粗(2mm)自動筆芯當電極		
正極反應	負極反應	硫酸銅溶液顏色變化

乙、去皮銅線當電極		
正極反應	負極反應	硫酸銅溶液顏色變化

※注意事項：反應完後的硫酸銅溶液必須集中回收(雖然量很少)，以鋼絲絨處理反應一段時間後，用衛生紙吸收後，再丟棄垃圾桶。

one piece-黃金山城再開發

Class : Name :

※**網路資料**：蘋果特寫：仍藏 650 億黃金 台糖擬重新開採 2013 年 09 月 10 日
記者李定宇 <https://goo.gl/AsiFCL>

金瓜石 29 年前停止採礦，但金價年年高漲，傳出地底金脈仍蘊藏價值 650 億元黃金，國外採礦公司充滿興趣，不斷向礦區管理者台糖公司打探開採的可能性，但受限於《礦業法》限制外國公司開採，加上環保等因素遲未動作。專家認為，採礦技術目前相當進步，「採礦結合觀光，遊客可學習提煉過程。」台糖也樂觀說：「時機成熟時願意開採。」

礦區關閉後，經濟部曾砸 8800 萬元再度探勘地底黃金含量，工研院指，金瓜石仍含有 52 噸的金礦，現值約 650 億元，國際採礦業者相當感興趣，紛紛向擁有採礦權的台糖打探開採意願。

台糖土地開發處綜合經營處組長林熙泐說，台糖本業並非採礦，也缺乏專家，雖有意願與國外廠商技術合作開採，但《礦業法》、環保議題等因素須詳加研議，「只是須等待時機」。

台北科技大學材料及資源工程系副教授余炳盛說，依採礦稅金、交通、人工等成本因素分析，只要含 0.6 公克黃金礦區就可考慮開採。

余炳盛曾到金瓜石採樣逾 4000 個樣本發現，平均 1 公噸含 2 至 3 公克黃金，最高有數百公克，他認為開採價值非常高。

余炳盛說，老觀念認為採礦會破壞環境，但現今污染防治、環境復育技術相當進步，若將淘金過程以觀光方式介紹給民眾，相輔相成。他坦言：「撇開政治及環保等因素，金瓜石還是有經濟價值。」

※**網路資料**：金瓜石九份地區金礦重新開採？居民沉痛反對 * 記者阮南輝、楊惠琪
／專題報導

<https://goo.gl/TEGWCq>

看到這張照片，當地居民表示，「你覺得盤踞山頭的廢煙道，增添了礦山的景致，那你有沒有想到，為什麼我們這裡沒有一個小孩敢到這裡來玩？每一條廢煙道上都長不出雜草，你注意到了嗎？」

重新開採金瓜石金礦？國際集團估金瓜石值近 60 億美元。代管礦山的台糖看起來有興趣，但金瓜石、九份地區居民則反對開採，並籌組反開採自救會。



■ 挖到黃金 壞了環境…

金瓜石雲山水民宿業者吳麗君說，她的祖先當初落腳金瓜山，從務農到採礦，日子過得很苦；就算在採金、採煤的黃金年代，居民的生活水準也僅夠餬口，轉型走向觀光休閒產業後，才有目前的榮景。

她說，金九地區有美麗的自然景觀，台北縣政府已投資五億元發展觀光休閒，還成立黃金博物園區吸引遊客，加上九份老街的魅力，已有國際知名度。台糖為了 60 億美元，漠視環保及居民權益，無法令人苟同。

她表示，「我可以帶你親自來看一看，絕對沒有相片上的這麼浪漫。我會指導你怎麼看出污染和荒廢後的淒涼。如果金礦要重新開採，整個瑞芳金九一帶全要翻過來，不翻過來就是賠本生意。哪個成本比較低，企業就用哪種辦法，不成就派人去說項。慘的是以後環境復甦的過程中，污染會一直存在，那時候會有人來親近這裡以身試法嗎？」

■ 山海美景 禁不起再撕裂

原本在台北從事建築業的「寬宿」民宿負責人王四維，幾年前回到金瓜石經營咖啡館、民宿，就是看準觀光休閒人潮。大自然景觀跟礦物都是天然資源。但採礦有耗盡資源的一天，而行銷自然環境，則取之不盡、用之不竭。60 億美元，光是進出口貿易，一年就可以為台灣賺進數百億美元，台糖不應殺雞取卵。

七十二歲的老礦工陳石成，年輕時跟著哥哥採金，曾在礦坑裡討生活逾四十年。

他說，台糖若有意重新採金，關係到金九、水湳洞居民的未來，這幾年靠著官民積極合作才有一些起色，最近縣政府又新撥了一筆款項下來幫助本地觀光業，台糖應該要理性地與居民溝通，「就算真的挖到黃金，整個瑞芳的自然環境全破壞，可能要花更多錢去維護，豈非得不償失？」

針對學者說法，「瑞芳的繁榮本就來自礦業，重新開採，也許會締造二次繁榮」，居民指出，「金九地區的繁榮是隨著礦業的開採和結束而大起大落，曲終人散之後，要復甦觀光業的成本遠非這些學者可以估算。採金礦的環境非常惡劣，提煉金瓜石的過程中所發出的惡臭，還會損害到五臟六腑」。

■ 蘊藏量若評估錯 穩賠！

外傳金瓜石金礦開採利益有兩千億元（約六十億美元），但台糖評估，礦區停採十九年，確實蘊藏量並未精確估計，況且探採金礦風險高，評估礦藏量從三點五噸到一千兩百噸，落差太大，萬一錯誤，開採就是賠本生意。更重要的是，就算真的有黃金礦脈，也要看金的含量多寡才能確知價值。

台糖初步估計，光是探勘礦脈就得投資新台幣五到十億元，探勘時間三至五年。台糖打算採最有利標方式招商。

全球四大金礦公司之一的澳洲砂金丘礦業公司（PLACER DOME）最先爭取開採金瓜石金礦，之後，加拿大 TLC 及澳洲 GOLD FIELD 公司也向台糖提出合作計畫，願投資兩億元先做細部鑽探；但要求獨家採礦權，以及未來八成的採金收入。

據王四維了解，「學者一再表示的，國際集團掌握的最新採礦技術，其實是從以前的技術改善而來，但基本過程不變。他不是不了解，但最大的問題是他們都不會是第一線的開採人員，而是坐在室內數鈔票、問進度、求績效的投資人。有一天瑞芳的金礦挖光了，有哪個政府、哪家公司能編列預算，讓金九地區恢復原貌？他們會來這裡養老嗎？」

那些廢煙道可以改建成親子同樂的溜滑梯嗎？」

■ 成功案例可以複製嗎？

現在台糖要重新採金，礦務局等單位說，從衛星上探測到金瓜石還蘊藏豐富黃金，提升冶金技術，就能再挖金礦。也有學者說，「觀光和礦業可以並存，像美國猶他州鹽湖城 Bingham 銅礦，是世界最大的露天銅礦場，就是邊開採、邊供觀光的成功案例，每年吸引大批國內外觀光客實地參觀。」對此居民解釋，「這需要一個很龐大而繁複的立法規範和行政規劃，美國有太多成功的案例是因為長年來他們對環境的保護早有非常獨到的經驗與作業。台灣一向是很粗糙的，講究先闖先過，一樁美事演變到最後會不會又成了政黨互踢皮球的另一項理由？」

五十一歲的礦工劉文池說，他反對台糖恢復採金，因為，台糖連本業都做不好，還要跨行採金，一旦失敗，豈不是整個金瓜石都賠進去。

劉文池說，「手上還有很多金瓜石不值得再採礦的資料」，如果台糖公司一意孤行，他將陸續公開資料，以保護金瓜石的歷史文化。

【2006/06/14 聯合報】

※想想看：對於金瓜石重新開採黃金這樣的議題，請上網找尋其他資料後，說說你贊成還是反對？你的理由是什麼？