

# 2018/2019 學年教學設計獎勵計劃

## 探究電解電鍍的工作原理與應用

參選類型：教案

參選編號：C080

科目：化學

組別：高中教育

實施年級：高二

## 簡介

在高中進行學習電化學基礎的內容中，不論是內地教材或者是港版的教材都比較著重對理論部分的分析，或者只是利用實驗現象從而掌握其當中的原理。但相對以生活中的問題作為切入點並要求學生從實驗中進行探究學習、以協作解難的形式進行一些創新設計的實驗以及利用電化學在生活中遇到的問題從而培養學生的批判性思維的問題上則比較缺乏。

有見及此，我們通過這兩年的努力，搜集各種與電解問題有關的素材並通過自行編寫合適該單元內容的教材、PPT、相關的教學視頻及一些創新的STEM教學實驗進行有趣的互動教學，並在課堂進行非常多的實踐工作。

利用9個教學課時的時間從不同方面、不同的方法讓學生圍繞“電解”這個問題上將課程中不同的教學內容有系統且更有趣地貫穿且呈現出來。其中設計了三個原創的實驗：

其一《電解原理的應用：自製消毒水裝置》，學生對這實驗非常感興趣。該實驗是通過運用本單元所學的電解飽和食鹽水的原理，設計了實際生活可用的消毒水裝置，讓學生真正感受到化學是可以學而致用的，化學距離生活並不是很遠。在學生進行設計實驗裝置的過程中，老師作出適當的提示，並鼓勵學生勇於動手嘗試，多與同儕討論解決問題的辦法，培養學生協助解難的能力，這正正是我們想通過日常教學培養學生的其中一項重要素養。該堂課不只學生需要跳出以往學習的框框，老師也完全改變以往的教學方法，相輔相成，大大提升了教學質量和學習效果。

其二《有關電鍍的探究實驗》，該實驗是利用本單元所學的電鍍原理及操作方法(電鍍銅)，分別進行實踐探究電壓、兩電極的距離、電解液濃度對電解反應的速度的影響。最後通過學生實驗得出的數據，並進行共同討論後得出以下結論：1.電壓越大，電解反應的速度越快；2.兩電極的距離，電解反應的速度越快；3.電解液濃度，電解反應的速度越快。該堂課，學生的投入程度及其實驗效果良好，大部分學生都能做出一些合理的探究方案。在通過實驗所得出的數據中進行分析，能找出其中的規律(並與學生預期的結果相符合)，學生有很好的成功感。有的組別甚至進行更深入的探究，將實驗一與實驗二結合在一起，探究在何種電壓之下，製作的消毒水裝置效果最佳，做到由被動學習轉化為主動學習，這也是我們樂於所見的。

其三《家用自來水檢測背後的真相及銷售科學大破解》，該實驗源於前段時間，曾有不法分子上樓免費為用戶進行水質檢測後證明水質污染嚴重而勸說市民購買相關產品，令不少市民上當受騙的新聞啟發所設計的。該實驗通過本單元所學的電解原理，演示進而破解不法分子進行水質檢驗背後的真相，讓學

生恍然大悟，原來利用所學知識就能揭穿偽科學，以後遇到問題都能獨立思考，學會分析問題，培養學生的批判性思維。在該堂課中，對每一個欺詐案例，學生都會踴躍發言，並嘗試說出其中隱藏的問題。教師在教學過程中亦不停與學生互動，比起用傳統的方法去學習電解池與電鍍池的應用，學生明顯對從生活中發現問題、分析問題更感興趣！

## 目次

簡介.....	i
目次.....	iii
教學進度表.....	iv
壹、教學計劃內容簡介.....	1
一、教學目標.....	1
二、主要內容.....	1
三、設計創意和特色.....	2
四、教學重點.....	2
五、教學難點.....	3
六、教學用具.....	3
貳、教案.....	4
參、試教評估與反思建議.....	39
肆、參考文獻.....	40
伍、相關教材.....	41
輔助教學資料.....	41
一、教學圖片.....	41
二、教材課件.....	43

## 教學進度表

授課時間 (年-月-日)	節數	課節	課題名稱	課題內容	課時 (分鐘)
2019年6月5日	1	第一課節	什麼是電解	學習電解池的工作原理	40
2019年6月10日	1	第二課節	拆解電解水機的工作原理	從分析水的電離了解離子的方電及了解市售的電解水機的工作原理(實驗+理論課)	40
2019年6月11日	1	第三課節	分析常見酸、鹼、鹽溶液的電解反應及其規律	通過學習離子的放電次序從而分析不同溶液在電解時的各種情況(理論分析課)	40
2019年6月12日	1	第四課節	通過實驗理解常見酸、鹼、鹽溶液的電解反應及其規律	通過進行不同的實驗更直觀地理解不同溶液在電解時的各種情況(實驗分析課)	40
2019年6月12日	1	第五課節	電解原理的應用：自制消毒水裝置	通過氯鹼工業的生產方法及相關知識讓學生設計家用消毒水機(STEM教學課)	40
2019年6月17日	1	第六課節	活潑金屬是如何提煉出來的?	通過課堂教學、欣賞相關化學家<戴維>對電解做出的貢獻讓學生理解冶煉活潑金屬的方法(理論分析課)	40
2019年6月18日	1	第七課節	進行有關電鍍的探究性實驗	從實驗學習電解精煉銅的方法，並通過改變當中的變量讓學生進行實踐探究分析(實驗+探究課)	40
2019年6月19日	2	第八、九課節	家用自來水檢測背後的真相及銷售科學大破解	通過演示，學生需分析並破解當中如何利用電解原理進行一些欺詐行為(實驗+分析課)	80

## 壹、教學計劃內容簡介

### 一、教學目標

通過學習“電解”這個單元的內容，能讓學生掌握電解池、電鍍的工作原理，相關的電極反應方程式的書寫。以生活中的實例作為切入點讓學生更能體會學習化學的重要性；同時在實驗中加入實踐分析及儀器設計兩大新元素從而培養學生獨立思考的能力、團隊合作精神與組員溝通的技巧。通時在第八課時的教學內容中希望能培養出學生具有批審性思維的能力。

### 二、主要內容

- 1.通過學習電解氯化銅溶液掌握電解池的概念及其工作原理，掌握書寫陽、陰極半反應式、總反應式的書寫方法及了解電解池的形成條件。
- 2.通過分析電解水的過程從而發現溶液中離子放電是有次序的，亦學習到有關電解水的陽、陰極半反應式、總反應式的書寫方法及了解市售電解水機能製造出酸性水及鹼性水的原因。
- 3.通過學習離子放電的次序從而根據其相關規律分析常見的酸、鹼、鹽溶液的電解反應原理、相關的陽、陰極半反應式及總反應式的書寫方法，並從分析中預測電解時的現象、有關的變化等。
- 4.通過實驗讓學生更能直觀體會酸、鹼、鹽溶液的電解反應時所出現的變化，並與之前的預測進行比較。
- 5.通過上一堂的實驗以及學習有關氯鹼工業的知識讓學生自行設計一個消毒水裝置並與日常生活中的消毒水的消毒能力進行比較。  
[該實驗不單讓學生掌握電解池當中的原理，亦通過學生合作討論、共同設計一個合理的電解裝置從而提升學生的合作能力。]
- 6.通過介紹電解大師戴維通過電解的方法發現多種新元素從而引入電解熔融金屬的原理及電鍍的概念，並掌握工業熔融電解氯化鈉、氧化鋁以及電解精煉銅以得到單質鈉、鋁、純銅的工藝及當中的原理。
- 7.通過實驗讓學生先對電解精冶煉銅的方法有所了解，再讓學生從改變電壓、改變兩極板距離及電解液濃度三個方面進行探究性學習。

8.通過演示，學生從中需要進行獨立分析並破解出當中如何利用電解原理進行一些欺詐行為，當中包括使用了電解、電鍍、氧化還原反應等共 7 種的方法讓學生進行分析。[詳細見自編教材]

9.小結及匯報(讓學生以匯報的形式總結全單元所學習過的內容並分享心得。)

### 三、設計創意和特色

本主題設計主要圍繞探究電解池及電鍍池的工作原理；從日常生活中遇到的事例、工業應用、著名的化學家等進行引入，讓學生有更深刻的體會。同時因應教學的需要創設了不同的實驗情境讓學生進行探究、自行設計實驗等新穎的內容從而激發學生動手能力、探究能力及創新能力。而這些自創實驗亦滿足了培養學生具備STEM的各方面素養：S(通過學習相關原理科學地設計實驗)、T(利用實驗儀器及設備進行研習)、E(通過討論、劃出設計圖並合作設計出要求的工作元件)、M(通過EXCEL、統計、計算找出實驗中各種的相對關係)。而在第八節的教學內容中通過一些欺詐手段等不同的趣味例子來引起學生對該內容的興趣，進一步拉近與學生的互動，學生為了破解當中欺詐的原理從而大大提升了該堂的學習氣氛，表現相當積極。

通過利用自行編寫的教材、結合多媒體教學等不同的手段使這八堂的教學流程變得更加連貫，變得更加生動有趣。

### 四、教學重點

學習電解的反應原理，掌握不同電解池及電鍍池的工作原理；讓學生有獨立進行探究、設計及應用批判性思維的能力

## 五、教學難點

學生需充分掌握不同電解質進行電解時陽、陰極所發生的反應並能書寫出相應的反應方程式。能適時找出適合的切入點讓學生能順利地進行有效的科學探究及創新設計。

## 六、教學用具

### 儀器

學生電源、石墨棒、導線、燒杯、帶鱷魚夾的導線若干、膠頭滴管、開口塑料瓶、裝有石墨棒的瓶蓋、pH 計、導管、硬質玻璃管、U 形管、手套吹風機、間尺、可攜式電源、鐵棒、鋁片

### 試劑

硫酸鈉溶液(2mol/L)、pH 試紙、鹽橋(含飽和  $\text{KNO}_3$  溶液)、氯化銅溶液、飽和食鹽水、硝酸銀溶液、稀  $\text{H}_2\text{SO}_4$ 、稀鹽酸、氫氧化鈉溶液、6%KI 溶液、澱粉溶液、0.5mol/L 硫代硫酸鈉溶液及其他需要用到的試劑、硫酸銅溶液(1mol/L)/ (2mol/L)/ (3mol/L)、酚酞、硝酸銀溶液、草酸鈉溶液、漂白水、余氯試劑、維他命 C、碘液



## 貳、教案

作品名稱	探究電解電鍍的工作原理與應用	單元名稱	第四章第三節第1課時 電解池/電解原理
實施日期	2019年6月5日-6月19日	教學時數	40分鐘
日期	2019年6月5日	人數	30人
科目	化學	科目每周節數	4節
教授年級	高二級		
教學準備	1. 準備相關科普文章 2. 準備電解氯化銅的實驗短片		
教學目標	1. 瞭解電解、電解池的概念，會描述電解池的工作原理 2. 能正確書寫電解池的電極反應式和總反應方程式 3. 掌握溶液中離子放電的一般規律 4. 理解並掌握電解規律和電解產物的判斷方法		
基力要求編號	A—1 理解探究式自然科學的本質屬性，也是人的一種生存方式和生活態度 A—4 初步學會利用事實、經驗或科學理論進行邏輯性推理及作出假設		
教學活動			
	教學流程	時間 (分)	教學資源運用
準備活動	<p>1. 通過學生閱讀過的科普文章及播放相關短片視頻進行討論引入電解的概念。</p> <p>2. 透過上述例子帶出電解池的概念及並以電解氯化銅的為例研究電解的原理。</p> <p>往 U 形管注入 <math>\text{CuCl}_2</math> 溶液，插入兩根石墨棒作電極(如右圖)，把濕潤的碘化鉀澱粉試紙放在與直流電源正極相連的電極(陽極)附近。接通直流電源，觀察 U 形管內的現象和試紙顏色的變化。</p>	2min	運用學校 Eclass 發放科普文章供學生閱讀；利用多媒體視頻教學。
			

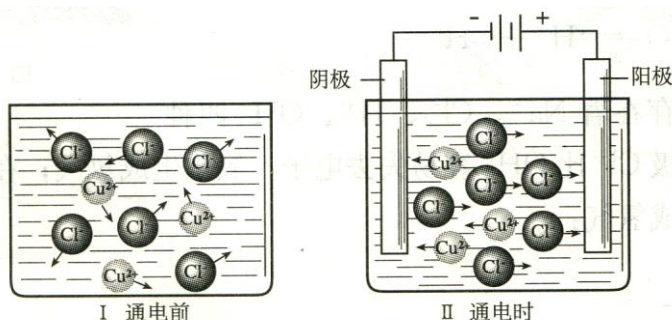
1. 通過討論並由實驗可觀察到：通電後不久，可以看到與直流電源負極相連的電極(陰極)石墨棒上逐漸覆蓋了一層紅色的銅，在陽極石墨棒上有氣泡產生，氣體使濕潤的碘化鉀澱粉試紙變成藍色。根據氣體的刺激性氣味和試紙的變色，可以判斷產生的氣體是  $\text{Cl}_2$ 。

5min

2. 分析  $\text{CuCl}_2$  溶液電解前後的變化、離子的移動方向及電極反應方程式。

2min

(I) 通電前， $\text{Cu}^{2+}$  和  $\text{Cl}^-$  在溶液中作自由運動(如下圖所示)。



3min

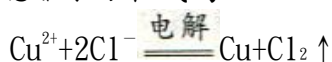
(II) 通電時，在電極的作用下，這些自由運動的離子改作定向運動，即陰離子趨向陽極，陽離子趨向陰極。當這些離子到達電極時，就失去或獲得電子，發生氧化還原反應，這個過程稱為放電。

教學具體  
內容

電極反應方程式：陽極： $2\text{Cl}^- - 2\text{e}^- = \text{Cl}_2 \uparrow$  (氧化反應)  
陰極： $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- = \text{Cu}$  (還原反應)

3min

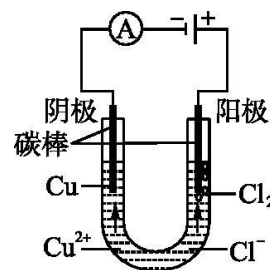
電解  $\text{CuCl}_2$  溶液的總離子方程式為：



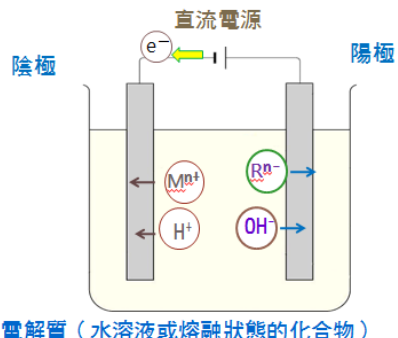
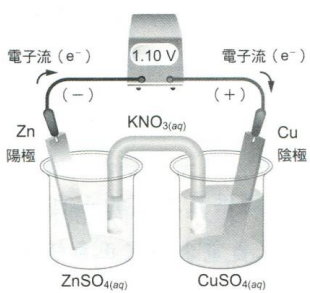
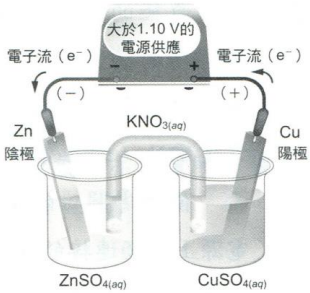
補充：I 描述電解池的工作原理：

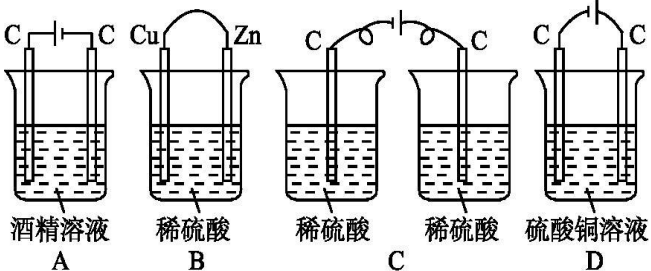
電極名稱	電源負極→陰極	電源正極→陽極
實驗現象	有紅色物質析出	有黃綠色氣體生成, 濕潤澱粉碘化鉀試紙變藍色
反應類型	還原反應	氧化反應
電極反應式	$\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- = \text{Cu}$	$2\text{Cl}^- - 2\text{e}^- = \text{Cl}_2 \uparrow$
電池反應	$\text{Cu}^{2+} + 2\text{Cl}^- \xrightarrow{\text{電解}} \text{Cu} + \text{Cl}_2 \uparrow$	
電解質溶液的變化	氯化銅濃度降低	

2min

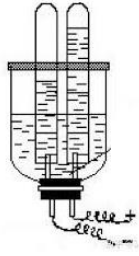
<p>教學具體 內容</p>	<p>補充：II 繪製電解池的工作原理圖： 對 <math>\text{CuCl}_2</math> 溶液通電時，電子從電源的負極沿導線流入電解池的陰極，<math>\text{Cu}^{2+}</math> 移向陰極得電子，發生還原反應；<math>\text{Cl}^-</math> 移向陽極失去電子，發生氧化反應，電子從電解池的陽極流出，并沿導線流回電源的正極。</p>	<p>5min</p>	
		<p>3min</p>	
	<p>3. 通過上述例子講解電解池的概念及構成電解池的條件 (1) 概念：使電流通過電解質溶液而在陰、陽兩極引起氧化還原反應的過程叫做電解。 在電解過程中，電能轉化為化學能；從實驗還可以看出，電解過程是借助於直流電發生的，是一個非自發的氧化還原反應。 電解池是借助電流引起的氧化還原反應的裝置，也就是把電能轉化為化學能的裝置叫做電解池或電解槽。</p> <p>(2) 探究構成電解池的條件</p> <p>① 兩個電極連接直流電源</p> <p>② 兩個電極插入電解質溶液中</p> <p>③ 形成閉合回路</p>	<p>3min</p>	
	<p>(3) 電解池的兩極 在電解池中與直流電源的負極相連的電極是陰極，在陰極上發生還原反應；與直流電源的正極相連的電極是陽極，在陽極上發生氧化反應。</p> <p>(4) 電解質溶液導電的實質 電解質溶液導電的過程，就是電解質溶液電離的過程，就是在陰陽兩極發生氧化還原反應的過程。電解法是最強而有力的氧化還原手段。</p>	<p>2min</p> <p>2min</p>	



<p>教學具體內容</p>	<p>[通過分析講解讓學生更深入理解以下關係：對電解質溶液(或熔融態電解質)通電時，電子從電源的負極沿導綫流入電解池的陰極，陽離子移向陰極得電子，發生還原反應；陰離子移向陽極失去電子(有的是組成陽極的金屬原子失去電子)，發生氧化反應，電子從電解池的陽極流出，并沿導綫流回電源的正極。這樣，電流就依靠電解質溶液(或熔融態電解質)裏陰、陽離子的定向移動而通過溶液(或熔融態電解質)，所以<b>電解質溶液(或熔融態電解質)的導電過程，就是電解質溶液(或熔融態電解質)的電解過程。</b>]</p>	<p>2min</p>	
	<p>4. 通過比較原電池及電解池之間存在的關係。</p> <div style="text-align: center;">  <p>電解質 (水溶液或熔融狀態的化合物)</p> </div> <p>主對原電池及電解池之間存在的關係。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>(a) 電化電池</p> <math display="block">\text{Zn}_{(s)} + \text{Cu}^{2+}_{(aq)} \rightarrow \text{Zn}^{2+}_{(aq)} + \text{Cu}_{(s)}</math> </div> <div style="text-align: center;">  <p>(b) 電解槽</p> <math display="block">\text{Zn}^{2+}_{(aq)} + \text{Cu}_{(s)} \rightarrow \text{Zn}_{(s)} + \text{Cu}^{2+}_{(aq)}</math> </div> </div> <p>(a) 鋅銅電化電池 (b) 鋅銅電解槽反應示意圖</p> <p>可直接將原電池轉換成電解槽。</p> <p>細心的同學會發現，在 <math>\text{CuCl}_2</math> 溶液電解過程中，沒有提到溶液中的 <math>\text{H}^+</math> 和 <math>\text{OH}^-</math>。但實際上，在溶液中，由於水的微弱電離，還存在着少量的 <math>\text{H}^+</math> 和 <math>\text{OH}^-</math>。但是，它們在以上實驗(電解氯化銅溶液)條件下並沒有參與電極反應。</p>	<p>2min</p>	

<p>隨堂練習</p>	<p>1.下列關於電解池的敘述紅，不正確的是( A )</p> <p>A.與電源正極相連的是電解池的陰極</p> <p>B.電解池是電能轉化為化學能的裝置</p> <p>C.溶液中的陽離子移向陰極</p> <p>D.在電解池的陽極發生氧化反應</p> <p>2.下圖所示的裝置能夠組成電解池的是( D )</p>  <p>3.將兩個石墨棒與直流電源的兩極相連,並插入氯化銅溶液中,則下列說法中正確的是( B )</p> <p>A.在兩個電極上都有無色氣體產生</p> <p>B.與電源正極連接的一極上有氣體產生</p> <p>C.在陽極的石墨棒上有紫紅色的金屬析出</p> <p>D.隨著反應的進行,溶液的濃度越來越大</p>	<p>4min</p>	
<p>綜合活動</p>	<p>1.通過上述學習內容，可佈置學生就已學習的內容分析電解水機的工作原理，並就下一堂將會進行分析討論。</p>		
<p>教學建議 及 執行反思</p>	<p>1. 電解過程中能量轉換方式與原電池中能量轉換方式相混淆。原電池（電芯）是化學能轉化為電能；電解過程中電能轉化為化學能。</p> <p>2. 電極反應類型分不清。可利用諧音“養養”記，即陽極發生氧化反應；因此陰極發生還原反應。</p>		

作品名稱	探究電解電鍍的工作原理與應用		單元名稱	第四章第三節第2課時 水的電解實驗課	
實施日期	2019年6月5日-6月19日		教學時數	40分鐘	
日期	2019年6月10日		人數	30人	
科目	化學		科目每周節數	4節	
教授年級	高二級				
教學準備	1. 實驗儀器： 學生電源、石墨棒(兩根)、導線、燒杯、帶鱷魚夾的導線若干、膠頭滴管、開口塑料瓶、裝有石墨棒的瓶蓋。 2. 實驗藥品： 硫酸鈉溶液(2mol/L)、pH試紙、鹽橋(含飽和 $\text{KNO}_3$ 溶液)				
學前預習	1. 回顧初中階段所學的關於電解水的實驗 2. 回顧上一課時學習的電解池的工作原理				
教學目標	1. 通過以下電解水(含有硫酸鈉)的實驗來深入瞭解電解水的工作原理。 2. 從中得出電解水機能製造出酸性水和鹼性水的原因。				
基力要求編號	A—1 理解探究式自然科學的本質屬性，也是人的一種生存方式和生活態度 A—4 初步學會利用事實、經驗或科學理論進行邏輯性推理及作出假設				
教學活動					
			教學流程	時間 (分)	
教學活動	引入	1. 在初中時，我們曾學習過電解水能獲得氫氣和氧氣。而且還有“氫二氧一”(即反應生成氫氣和氧氣的體積比為2:1)及“正氧負氫”(即產生氫氣所連接的電極為負極、產生氧氣所連接的電極為正極)的實驗結果。說明電解水的過程中存在離子的放電。 2. 細心的同學會發現，在電解 $\text{CuCl}_2$ 溶液過程中，沒有提到溶液中的 $\text{H}^+$ 和 $\text{OH}^-$ 。但實際上，在溶液中，由於水的微弱電離，還存在著少量的 $\text{H}^+$ 和 $\text{OH}^-$ 。但是，它們為什麼在電解氯化銅溶液中並沒有參與電解反應？另外，我們日常使用的電解水機又是如何製造出酸性水和鹼性水的呢？下面我們將進行初中已學習過的電解水的實驗並進行更深入的分析。 3. 讓學生帶著上述問題進行實驗，並討論分析電解水的陽、陰極的電極反應方程式。帶出氫離子及氫氧根離子存在著放電的情況。		3min	教學資源運用

活動 流程	實驗 活動 一	<p>實驗一：</p> <p>(一) 實驗步驟</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 將開口塑料瓶及裝有石墨棒的瓶蓋如右圖進行安裝。</li> <li>2. 將石墨電極分別接在帶鱷魚夾的導線的一端上，另一端則分別接在學生電源的正、負極上。</li> <li>3. 將硫酸鈉溶液加到塑料瓶內，使這兩根石墨棒浸在硫酸鈉溶液中。(如右圖)</li> <li>4. 將兩支裝有硫酸鈉溶液的試管倒置放入塑料瓶內並用鐵夾進行固定。</li> <li>5. 打開學生電源，反應一段時間後，觀察兩支試管的變化。</li> <li>6. 繼續通電使兩支試管充滿氣體後，關閉電源後分別逐次取出兩支試管。</li> <li>7. 將燃着的木條移至與負極相連接的試管管口上，觀察現象。</li> <li>8. 將帶火星的木條伸入至與正極相連接的試管內，觀察現象。</li> </ol> <p>(二) 實驗現象：</p>		10min							
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>操作</th> <th>相關現象</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>通電一段時間後</td> <td>兩支試管內均有氣體產生，並發現連接負極的試管所產生的氣體比連接正極的試管所產生的氣體要<u>多</u> (多/少/一樣多)</td> </tr> <tr> <td>將燃着的木條移至與負極相連接的試管管口上</td> <td>會發出<u>爆鳴聲</u>，說明該氣體是<u>氫氣</u>。</td> </tr> <tr> <td>將帶火星的木條伸入至與正極相連接的試管內</td> <td>帶火星的木條會<u>復燃</u>，說明該氣體是<u>氧氣</u>。</td> </tr> </tbody> </table>	操作	相關現象	通電一段時間後	兩支試管內均有氣體產生，並發現連接負極的試管所產生的氣體比連接正極的試管所產生的氣體要 <u>多</u> (多/少/一樣多)	將燃着的木條移至與負極相連接的試管管口上	會發出 <u>爆鳴聲</u> ，說明該氣體是 <u>氫氣</u> 。	將帶火星的木條伸入至與正極相連接的試管內	帶火星的木條會 <u>復燃</u> ，說明該氣體是 <u>氧氣</u> 。	2min
		操作	相關現象								
		通電一段時間後	兩支試管內均有氣體產生，並發現連接負極的試管所產生的氣體比連接正極的試管所產生的氣體要 <u>多</u> (多/少/一樣多)								
將燃着的木條移至與負極相連接的試管管口上	會發出 <u>爆鳴聲</u> ，說明該氣體是 <u>氫氣</u> 。										
將帶火星的木條伸入至與正極相連接的試管內	帶火星的木條會 <u>復燃</u> ，說明該氣體是 <u>氧氣</u> 。										

	教學流程	時間 (分)	教學資源運用					
活動 實驗 活動 二 程	<p>教學流程</p> <p>實驗二</p> <p>(一) 實驗步驟</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 將電解水裝置按右圖進行安裝。</li> <li>2. 將硫酸鈉溶液加到兩個燒杯後放入鹽橋。</li> <li>3. 利用膠頭滴管分別吸取連接正/負極燒杯內的溶液並滴加到pH試紙上，觀察顏色變化。</li> <li>4. 打開學生電源，反應一段時間後，觀察兩個燒杯內的變化，關閉學生電源。</li> <li>5. 利用膠頭滴管吸取連接正極燒杯內的溶液並滴加到pH試紙上，觀察顏色變化。</li> <li>6. 利用膠頭滴管吸取連接負極燒杯內的溶液並滴加到 pH 試紙上，觀察顏色變化。</li> </ol> <p>(二) 實驗現象：</p>	10min						
	<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="308 1137 627 1189">操作</th> <th data-bbox="627 1137 1115 1189">相關現象</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="308 1189 627 1406">通電前，將兩燒杯內的溶液分別滴加到 pH 試紙上</td> <td data-bbox="627 1189 1115 1406">           連接負極的燒杯內溶液使 pH 試紙變為<u>黃</u>色。            連接正極的燒杯內溶液使 pH 試紙變為<u>黃</u>色。         </td> </tr> <tr> <td data-bbox="308 1406 627 1624">通電後，將兩燒杯內的溶液分別滴加到 pH 試紙上</td> <td data-bbox="627 1406 1115 1624">           連接負極的燒杯內溶液使 pH 試紙變為<u>藍</u>色。            連接正極的燒杯內溶液使 pH 試紙變為<u>紅</u>色。         </td> </tr> </tbody> </table>	操作	相關現象	通電前，將兩燒杯內的溶液分別滴加到 pH 試紙上	連接負極的燒杯內溶液使 pH 試紙變為 <u>黃</u> 色。 連接正極的燒杯內溶液使 pH 試紙變為 <u>黃</u> 色。	通電後，將兩燒杯內的溶液分別滴加到 pH 試紙上	連接負極的燒杯內溶液使 pH 試紙變為 <u>藍</u> 色。 連接正極的燒杯內溶液使 pH 試紙變為 <u>紅</u> 色。	5min
操作	相關現象							
通電前，將兩燒杯內的溶液分別滴加到 pH 試紙上	連接負極的燒杯內溶液使 pH 試紙變為 <u>黃</u> 色。 連接正極的燒杯內溶液使 pH 試紙變為 <u>黃</u> 色。							
通電後，將兩燒杯內的溶液分別滴加到 pH 試紙上	連接負極的燒杯內溶液使 pH 試紙變為 <u>藍</u> 色。 連接正極的燒杯內溶液使 pH 試紙變為 <u>紅</u> 色。							

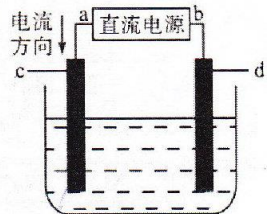


活動 流程	實驗 結果 分析	<p>實驗結論：</p> <p>1. (1)通過上述實驗我們可以發現在電解過程中 <math>H^+</math> 向 <u>陰</u> 極移動，獲得電子並生成 <u>氫氣</u>，而 <math>OH^-</math> 則向 <u>陽</u> 極移動，失去電子並生成 <u>氧氣</u>。</p> <p>(2)相關的電極反應方程式：</p> <p>陽極：<u><math>4OH^- - 4e^- = 2H_2O + O_2 \uparrow</math></u> (氧化反應) 可寫成：<u><math>2H_2O - 4e^- = 4H^+ + O_2 \uparrow</math></u></p> <p>陰極：<u><math>2H^+ + 2e^- = H_2 \uparrow</math></u> (還原反應) 可寫成：<u><math>2H_2O + 2e^- = 2OH^- + H_2 \uparrow</math></u></p> <p>(3)電解水的總反應方程式為：<u><math>2H_2O \xrightarrow{\text{電解}} 2H_2 \uparrow + O_2 \uparrow</math></u></p>	7min	
		教學流程	時間 (分)	教學資源運用
活動 流程	實驗 結果 分析	<p>2. 通過實驗二將電解水反應分成 <u>氧化</u> 反應和 <u>還原</u> 反應兩個區域，使 <math>H^+</math> 和 <math>OH^-</math> 保持在不同的燒杯中，從而說明市售電解水機能製造出酸性水及鹼性水的原因。</p> <p>3. 由上述實驗我們發現電解前溶液中存在 <math>Na^+</math>、<math>H^+</math>、<math>OH^-</math>、<math>SO_4^{2-}</math> 四種離子，當接通電源進行電解時，只有溶液中的 <math>H^+</math>、<math>OH^-</math> 進行定向移動，這說明溶液中的離子存在著放電的先後次序，下一節我們將進行更深入的瞭解。</p>	3min	
教學建議 及 執行反思		通過利用電解水的實驗現象進而解釋相關的原理，學生更能直觀地感受到所謂 $H^+$ 及 $OH^-$ 的放電、電極反應方程式及明顯感受到離子放電是存在次序的；而最深刻的是學生通過利用有鹽橋的電解水裝置明白電解水機的工作原理		

作品名稱	探究電解電鍍的工作原理與應用	單元名稱	第四章第三節第3課時 常見酸、鹼、鹽溶液的電解 反應及其規律(理論部分)	
實施日期	2019年6月5日-6月19日	教學時數	40分鐘	
日期	2019年6月11日	人數	30人	
科目	化學	科目每周節數	4節	
教授年級	高二級			
學前預習	1. 回顧電解 $\text{CuCl}_2$ 溶液和電解含 $\text{Na}_2\text{SO}_4$ 的水溶液的工作原理			
教學目標	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 掌握離子的放電的優先次序</li> <li>2. 能正確書寫電解池的電極反應式和總反應方程式</li> <li>3. 理解並掌握電解規律和電解產物的判斷方法</li> </ol>			
基力要求編號	A—1 理解探究式自然科學的本質屬性，也是人的一種生存方式和生活態度 A—4 初步學會利用事實、經驗或科學理論進行邏輯性推理及作出假設			
教學活動				
	教學流程		時間 (分)	教學資源運用
教學活動 流程	引入	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 回顧第1課時電解 <math>\text{CuCl}_2</math> 溶液我們發現溶液有 <math>\text{Cu}^{2+}</math>、<math>\text{Cl}^-</math>、<math>\text{H}^+</math> 及 <math>\text{OH}^-</math>。但實驗結果顯示電解出來的產物為銅及氯氣。即是 <math>\text{Cu}^{2+}</math>、<math>\text{Cl}^-</math> 優先放電。</li> <li>2. 在第2課時的實驗中我們發現電解前溶液中存在 <math>\text{Na}^+</math>、<math>\text{H}^+</math>、<math>\text{OH}^-</math>、<math>\text{SO}_4^{2-}</math> 四種離子，但實驗結果顯示電解出來的是氫氣和氧氣。即是 <math>\text{H}^+</math>、<math>\text{OH}^-</math> 優先放電。</li> <li>3. 這說明溶液中的離子存在著放電的先後次序，下面我們將進行更深入的瞭解。</li> </ol>		



教學具體內容		二、分析常見酸、鹼、鹽溶液的電解反應及其規律，與學生一起填寫下表：		20min
		電解液	半極反應式	
NaOH 強鹼	陽極： $4\text{OH}^- - 4\text{e}^- = 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \uparrow$	$2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{電解}} 2\text{H}_2 \uparrow + \text{O}_2 \uparrow$	水 升高	
	陰極： $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- = \text{H}_2 \uparrow$ $(2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- = \text{H}_2 \uparrow + 2\text{OH}^-)$			
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 含氧酸	陽極： $4\text{OH}^- - 4\text{e}^- = 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \uparrow$ $(2\text{H}_2\text{O} - 4\text{e}^- = 4\text{H}^+ + \text{O}_2 \uparrow)$	$2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{電解}} 2\text{H}_2 \uparrow + \text{O}_2 \uparrow$	水 降低	
	陰極： $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- = \text{H}_2 \uparrow$			
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 活潑金屬的含氧酸鹽	陽極： $4\text{OH}^- - 4\text{e}^- = 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \uparrow$ $(2\text{H}_2\text{O} - 4\text{e}^- = 4\text{H}^+ + \text{O}_2 \uparrow)$	$2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{電解}} 2\text{H}_2 \uparrow + \text{O}_2 \uparrow$	水 不變	
	陰極： $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- = \text{H}_2 \uparrow$ $(2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- = \text{H}_2 \uparrow + 2\text{OH}^-)$			
CuCl <sub>2</sub> 不活潑金屬的無氧酸鹽	陽極： $2\text{Cl}^- - 2\text{e}^- = \text{Cl}_2 \uparrow$	$\text{CuCl}_2 \xrightarrow{\text{電解}} \text{Cu} + \text{Cl}_2 \uparrow$	CuCl <sub>2</sub> 小於7	
	陰極： $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- = \text{Cu}$			
HCl 無氧酸	陽極： $2\text{Cl}^- - 2\text{e}^- = \text{Cl}_2 \uparrow$	$2\text{HCl} \xrightarrow{\text{電解}} \text{H}_2 \uparrow + \text{Cl}_2 \uparrow$	HCl 升高	
	陰極： $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- = \text{H}_2 \uparrow$			
NaCl 活潑金屬的無氧酸鹽	陽極： $2\text{Cl}^- - 2\text{e}^- = \text{Cl}_2 \uparrow$	$2\text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{電解}} \text{H}_2 \uparrow + 2\text{NaOH} + \text{Cl}_2 \uparrow$	NaCl與 水 升高	
	陰極： $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- = \text{H}_2 \uparrow$ $(2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- = \text{H}_2 \uparrow + 2\text{OH}^-)$			
CuSO <sub>4</sub> 不活潑金屬的含氧酸鹽	陽極： $4\text{OH}^- - 4\text{e}^- = 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \uparrow$ $(2\text{H}_2\text{O} - 4\text{e}^- = 4\text{H}^+ + \text{O}_2 \uparrow)$	$2\text{CuSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{電解}} 2\text{Cu} + 2\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{O}_2 \uparrow$	CuSO <sub>4</sub> 與 水 降低	
	陰極： $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- = \text{Cu}$			
AgNO <sub>3</sub> 不活潑金屬的含氧酸鹽	陽極： $4\text{OH}^- - 4\text{e}^- = 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \uparrow$ $(2\text{H}_2\text{O} - 4\text{e}^- = 4\text{H}^+ + \text{O}_2 \uparrow)$	$4\text{AgNO}_3 + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{電解}} 4\text{Ag} + 4\text{HNO}_3 + \text{O}_2 \uparrow$	AgNO <sub>3</sub> 與水 降低	
	陰極： $\text{Ag}^+ + \text{e}^- = \text{Ag}$			

教學具體內容	<p>隨堂練習：</p> <p>例 2. 下列說法錯誤的是：( C )</p> <p>A. 電解質的導電過程是化學變化，而金屬的導電是物理變化</p> <p>B. 電解質溶液是導電的過程，就是電解質被電解的過程</p> <p>C. 電解質在任何條件下均可以導電</p> <p>D. 電解質溶液導電過程中一定有新物質生成</p> <p>[分析：學生需理解電解的概念，分清電離、電解、導電等不同的概念；複習電解質的概念及其相關注意的地方]</p> <p>例 3. 電解含 <math>F^-</math>、<math>Cl^-</math>、<math>Br^-</math>、<math>I^-</math> 的溶液時，隨電壓升，陽極</p> <p>依次析出的是：( D )</p> <p>A. <math>O_2</math>、<math>Br_2</math>、<math>I_2</math>、<math>Cl_2</math>                      B. <math>Cl_2</math>、<math>Br_2</math>、<math>I_2</math></p> <p>C. <math>I_2</math>、<math>Br_2</math>、<math>Cl_2</math>                                D. <math>I_2</math>、<math>Br_2</math>、<math>Cl_2</math>、<math>O_2</math></p> <p>[分析：學生通過掌握離子的放電次序及放電後的產物]</p> <p>例 4. 右圖是電解 <math>CuCl_2</math> 溶液的裝置，兩個電極是石墨電極，則下列有關判斷正確的是：( D )</p> <p>A. a 為負極，b 為正極</p> <p>B. a 為陽極，b 為陰極</p> <p>C. 電解過程中，<math>Cl^-</math> 濃度不變</p> <p>D. 電解過程中，d 電極質量增加</p>  <p>[分析：需掌握電解池的工作原理、放電時離子的移動方向等。]</p> <p>例 5. 用石墨作電極，電解 <math>1\text{mol/L}</math> 下列物質的溶液，溶液的 pH 保持不變的是：( C )</p> <p>A. <math>HCl</math>                      B. <math>NaOH</math>                      C. <math>Na_2SO_4</math>                      D. <math>NaCl</math></p> <p>[分析：通過離子的放電寫出其電極的反應方程式從而得知溶液電解後的 pH 值]</p> <p>例 6. 用石墨做電極電解 <math>1\text{mol/L}</math> 的 <math>CuSO_4</math> 溶液，當 <math>c(Cu^{2+})</math> 為 <math>0.5\text{mol/L}</math> 時，停止電解，向剩餘溶液中加入下列何種物質，可使電解質恢復到原來的狀況：( B )</p> <p>A. <math>CuSO_4</math>    B. <math>CuO</math></p> <p>C. <math>Cu(OH)_2</math>                                        D. <math>CuSO_4 \cdot 5H_2O</math></p> <p>[分析：通過離子的放電寫出其電極的反應方程式從而分析過程中消耗的物質與數量及生成物的物質與數量。]</p>	5min
--------	---	------

	教學流程	時間 (分)	教學資源運用
綜合活動	1. 這一節課我們將利用上述的離子放電次序嘗試分析常見酸、鹼、鹽溶液的電解反應及其規律總結。下一節將進行實驗以說明所歸納的總結的正確性。 2. 報置第二節第 1 課時練習 [自編練習冊]		
教學建議及執行反思	<p>當溶液中有多種離子共存時，學生憑感覺書寫電極反應式。正確的做法是先排離子放電的順序，再書寫相關的電極反應方程式。</p>		

作品名稱	探究電解電鍍的工作原理與應用		單元名稱	第四章第三節第4課時 常見酸、鹼、鹽溶液的電解 反應及其規律(實驗部分)
實施日期	2019年6月5日-6月19日		教學時數	40分鐘
日期	2019年6月12日		人數	30人
科目	化學		科目每周節數	4節
教授年級	高二級			
教學準備	1. 實驗儀器： 學生電源、石墨棒、導線、燒杯、帶鱷魚夾的導線若干、pH計 2. 實驗藥品： 氯化銅溶液、飽和食鹽水、硫酸銅溶液、硝酸銀溶液、稀H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 、稀鹽酸、氫氧化鈉溶液			
學前預習	1. 複習電解的原理 2. 複習電子放電的優先次序			
教學目標	1. 掌握電解池的工作原理 2. 掌握常見酸、鹼、鹽溶液電解時的現象、相關電解反應方程式、半極反應式及溶液pH值的變化等 3. 培養學生的觀察能力、動手能力、推理能力。			
基力要求編號	A—1 理解探究式自然科學的本質屬性，也是人的一種生存方式和生活態度 A—4 初步學會利用事實、經驗或科學理論進行邏輯性推理及作出假設			
教學活動				
			教學流程	時間 (分)
教學活動	引入	上一節課，我們從理論推導了常見酸、鹼、鹽溶液的電解反應及其規律總結。這一節將進行實驗以驗證所歸納的總結的正確性。		
活動流程		本節課同學們將動手進行五個實驗。 實驗一：利用石墨電極分別電解稀硫酸/氫氧化鈉溶液 (一)實驗步驟：按以下步驟操作，並觀察石墨表面的變化 1. 將石墨電極分別接在帶鱷魚夾的導線的一端上，另一端則分別接在學生電源的正，負極上。 2. 將這兩根石墨棒浸在稀硫酸/氫氧化鈉溶液中，放置pH計並記錄當前溶液的pH值。打開學生電源，將電壓調至6~12V左右(按電解的情況進行調節)，反應一段時間並觀察兩極的現象。 3. 關閉電源，記錄溶液的pH值。		

活 動 流 程	實驗 活動	(二) 記錄實驗現象：			7min
		現象	電解反應	pH 值	
		稀 硫 酸	在陽極石墨棒上有 <u>氣泡</u> 產生 在陰極石墨棒上有 <u>氣泡</u> 產生	陽極： $4OH^- - 4e^- = O_2 \uparrow + 2H_2O$	
氫 氧 化 鈉 溶液	在陽極石墨棒上有 <u>氣泡</u> 產生 在陰極石墨棒上有 <u>氣泡</u> 產生	陰極： $2H^+ + 2e^- = H_2 \uparrow$	變大		
<p style="text-align: center;"><b>電解</b></p> 有關的反應方程式： $2H_2O \xrightarrow{\text{電解}} H_2 \uparrow + O_2 \uparrow$					
<p>實驗二：利用石墨電極電解稀鹽酸</p> <p>(一) 實驗步驟：按以下步驟操作，並觀察石墨表面的變化</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>將石墨電極分別接在帶鱷魚夾的導線的一端上，另一端則分別接在學生電源的正，負極上。</li> <li>將這兩根石墨棒浸在稀鹽酸中，放置 pH 計並記錄當前溶液的 pH 值。打開學生電源，將電壓調至 6~12V 左右(按電解的情況進行調節)，反應一段時間並觀察兩極的現象。</li> <li>將濕潤了的澱粉碘化鉀試紙移近到陽極中，觀察有關變化。</li> <li>關閉電源，記錄溶液的 pH 值。</li> </ol>					
(二) 記錄實驗現象：			7min		
現象	相關電極反應式	pH 變化			
在陽極石墨棒上 <u>有氣泡產生</u> ，氣體使濕潤的碘化鉀澱粉試紙變成 <u>藍色</u> 。	陽極： $2Cl^- - 2e^- = Cl_2 \uparrow$	變大			
在陰極石墨棒上 <u>有氣泡產生</u> 。	陰極： $2H^+ + 2e^- = H_2 \uparrow$				
<p style="text-align: center;"><b>電解</b></p> 有關的反應方程式： $2HCl \xrightarrow{\text{電解}} H_2 \uparrow + Cl_2 \uparrow$					
<p>實驗三： 利用石墨電極電解氯化銅溶液</p> <p>(一) 實驗步驟：按以下步驟操作，並觀察石墨表面的變化</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>將石墨電極分別接在帶鱷魚夾的導線的一端上，另一端則分別接在學生電源的正，負極上。</li> <li>將這兩根石墨棒浸在氯化銅溶液中，打開學生電源，將電壓調至 6~12V 左右(按電解的情況進行調節)，反應一段時間。</li> <li>觀察陰極電極表面的變化。</li> <li>將濕潤了的澱粉碘化鉀試紙移近到陽極中，觀察有關變化。</li> </ol>					
			7min		



活動流程	實驗活動	<p>(二) 記錄實驗現象：</p> <table border="1"> <tr> <th>現象</th> <th>相關電極反應式</th> </tr> <tr> <td>石墨棒上 <u>逐漸覆蓋了一層紅色的銅</u></td> <td>陽極：<u><math>2\text{Cl}^- - 2\text{e}^- = \text{Cl}_2 \uparrow</math></u></td> </tr> <tr> <td>在陽極石墨棒上 <u>有氣泡產生</u>，氣體使濕潤的碘化鉀澱粉試紙變成 <u>藍色</u>。</td> <td>陰極：<u><math>\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- = \text{Cu}</math></u></td> </tr> <tr> <td colspan="2">有關的反應方程式：<u><math>\text{CuCl}_2 \xrightarrow{\text{電解}} \text{Cu} + \text{Cl}_2 \uparrow</math></u></td> </tr> </table>	現象	相關電極反應式	石墨棒上 <u>逐漸覆蓋了一層紅色的銅</u>	陽極： <u><math>2\text{Cl}^- - 2\text{e}^- = \text{Cl}_2 \uparrow</math></u>	在陽極石墨棒上 <u>有氣泡產生</u> ，氣體使濕潤的碘化鉀澱粉試紙變成 <u>藍色</u> 。	陰極： <u><math>\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- = \text{Cu}</math></u>	有關的反應方程式： <u><math>\text{CuCl}_2 \xrightarrow{\text{電解}} \text{Cu} + \text{Cl}_2 \uparrow</math></u>		7min
		現象	相關電極反應式								
石墨棒上 <u>逐漸覆蓋了一層紅色的銅</u>	陽極： <u><math>2\text{Cl}^- - 2\text{e}^- = \text{Cl}_2 \uparrow</math></u>										
在陽極石墨棒上 <u>有氣泡產生</u> ，氣體使濕潤的碘化鉀澱粉試紙變成 <u>藍色</u> 。	陰極： <u><math>\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- = \text{Cu}</math></u>										
有關的反應方程式： <u><math>\text{CuCl}_2 \xrightarrow{\text{電解}} \text{Cu} + \text{Cl}_2 \uparrow</math></u>											
實驗四：利用石墨電極電解飽和食鹽水	<p>(一) 實驗步驟：按以下步驟操作，並觀察石墨表面的變化</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>將石墨電極分別接在帶鱷魚夾的導線的一端上，另一端則分別接在學生電源的正，負極上。</li> <li>將這兩根石墨棒浸在飽和食鹽水中，打開學生電源，將電壓調至 6~12V 左右(按電解的情況進行調節)，反應一段時間。</li> <li>將濕潤了的澱粉碘化鉀試紙移近到陽極中，觀察有關變化。</li> <li>利用玻璃棒沾一滴陰極附近的液體，利用 pH 試紙檢測，觀察有關變化。</li> </ol> <p>(二) 記錄實驗現象：</p> <table border="1"> <tr> <th>現象</th> <th>相關電極反應式</th> </tr> <tr> <td>在陽極石墨棒上 <u>有氣泡產生</u>，氣體使濕潤的碘化鉀澱粉試紙變成 <u>藍色</u>。</td> <td>陽極：<u><math>2\text{Cl}^- - 2\text{e}^- = \text{Cl}_2 \uparrow</math></u></td> </tr> <tr> <td>pH 試紙變 <u>藍色</u></td> <td>陰極：<u><math>2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- = \text{H}_2 \uparrow + 2\text{OH}^-</math></u></td> </tr> <tr> <td colspan="2">有關的反應方程式：<u><math>2\text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{電解}} 2\text{NaOH} + \text{H}_2 \uparrow + \text{Cl}_2 \uparrow</math></u></td> </tr> </table>	現象	相關電極反應式	在陽極石墨棒上 <u>有氣泡產生</u> ，氣體使濕潤的碘化鉀澱粉試紙變成 <u>藍色</u> 。	陽極： <u><math>2\text{Cl}^- - 2\text{e}^- = \text{Cl}_2 \uparrow</math></u>	pH 試紙變 <u>藍色</u>	陰極： <u><math>2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- = \text{H}_2 \uparrow + 2\text{OH}^-</math></u>	有關的反應方程式： <u><math>2\text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{電解}} 2\text{NaOH} + \text{H}_2 \uparrow + \text{Cl}_2 \uparrow</math></u>		7min	
現象	相關電極反應式										
在陽極石墨棒上 <u>有氣泡產生</u> ，氣體使濕潤的碘化鉀澱粉試紙變成 <u>藍色</u> 。	陽極： <u><math>2\text{Cl}^- - 2\text{e}^- = \text{Cl}_2 \uparrow</math></u>										
pH 試紙變 <u>藍色</u>	陰極： <u><math>2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- = \text{H}_2 \uparrow + 2\text{OH}^-</math></u>										
有關的反應方程式： <u><math>2\text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{電解}} 2\text{NaOH} + \text{H}_2 \uparrow + \text{Cl}_2 \uparrow</math></u>											

實驗五：利用石墨電極分別電解硫酸銅/硝酸銀溶液

(一) 實驗步驟：按以下步驟操作，並觀察石墨表面的變化

1. 將石墨電極分別接在帶鱷魚夾的導線的一端上，另一端則分別接在學生電源的正，負極上。

2. 將這兩根石墨棒浸在硫酸銅溶液中，打開學生電源，將電壓調至 6~12V 左右(按電解的情況進行調節)，反應一段時間。

3. 觀察陰極電極表面的變化。

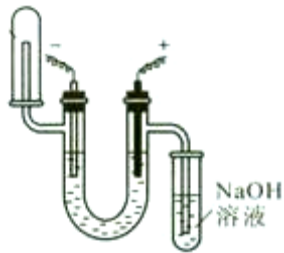
4. 利用玻璃棒沾一滴陽極附近的液體，利用 pH 試紙檢測，觀察有關變化。

活動 流程	<p>(二) 記錄實驗現象：</p> <p>利用石墨電極分別電解硫酸銅溶液</p> <table border="1" data-bbox="309 300 1117 573"> <thead> <tr> <th>現象</th> <th>相關電極反應式</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>石墨棒上 <u>逐漸覆蓋了一層紅色的銅</u></td> <td>陽極：<u><math>2\text{H}_2\text{O}-4\text{e}^-=\text{O}_2\uparrow+4\text{H}^+</math></u></td> </tr> <tr> <td>pH 試紙變 <u>紅色</u></td> <td><u>或 <math>4\text{OH}^- - 4\text{e}^- = \text{O}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}</math></u></td> </tr> <tr> <td></td> <td>陰極：<u><math>\text{Cu}^{2+}+2\text{e}^-=\text{Cu}</math></u></td> </tr> </tbody> </table> <p>有關的反應方程式：<u><math>2\text{CuSO}_4+2\text{H}_2\text{O}\xrightarrow{\text{電解}}2\text{Cu}+\text{O}_2\uparrow+2\text{H}_2\text{SO}_4</math></u></p> <p>利用石墨電極分別電解硝酸銀溶液</p> <table border="1" data-bbox="309 622 1117 896"> <thead> <tr> <th>現象</th> <th>相關電極反應式</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>石墨棒上 <u>逐漸覆蓋了一層銀白色的銀</u></td> <td>陽極：<u><math>2\text{H}_2\text{O}-4\text{e}^- = \text{O}_2\uparrow + 4\text{H}^+</math></u></td> </tr> <tr> <td>pH 試紙變 <u>紅色</u></td> <td><u>或 <math>4\text{OH}^- - 4\text{e}^- = \text{O}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}</math></u></td> </tr> <tr> <td></td> <td>陰極：<u><math>\text{Ag}^++\text{e}^-=\text{Ag}</math></u></td> </tr> </tbody> </table> <p>有關的反應方程式：<u><math>4\text{AgNO}_3+2\text{H}_2\text{O}\xrightarrow{\text{電解}}4\text{Ag}+\text{O}_2\uparrow+4\text{HNO}_3</math></u></p>	現象	相關電極反應式	石墨棒上 <u>逐漸覆蓋了一層紅色的銅</u>	陽極： <u><math>2\text{H}_2\text{O}-4\text{e}^-=\text{O}_2\uparrow+4\text{H}^+</math></u>	pH 試紙變 <u>紅色</u>	<u>或 <math>4\text{OH}^- - 4\text{e}^- = \text{O}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}</math></u>		陰極： <u><math>\text{Cu}^{2+}+2\text{e}^-=\text{Cu}</math></u>	現象	相關電極反應式	石墨棒上 <u>逐漸覆蓋了一層銀白色的銀</u>	陽極： <u><math>2\text{H}_2\text{O}-4\text{e}^- = \text{O}_2\uparrow + 4\text{H}^+</math></u>	pH 試紙變 <u>紅色</u>	<u>或 <math>4\text{OH}^- - 4\text{e}^- = \text{O}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}</math></u>		陰極： <u><math>\text{Ag}^++\text{e}^-=\text{Ag}</math></u>		
現象	相關電極反應式																		
石墨棒上 <u>逐漸覆蓋了一層紅色的銅</u>	陽極： <u><math>2\text{H}_2\text{O}-4\text{e}^-=\text{O}_2\uparrow+4\text{H}^+</math></u>																		
pH 試紙變 <u>紅色</u>	<u>或 <math>4\text{OH}^- - 4\text{e}^- = \text{O}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}</math></u>																		
	陰極： <u><math>\text{Cu}^{2+}+2\text{e}^-=\text{Cu}</math></u>																		
現象	相關電極反應式																		
石墨棒上 <u>逐漸覆蓋了一層銀白色的銀</u>	陽極： <u><math>2\text{H}_2\text{O}-4\text{e}^- = \text{O}_2\uparrow + 4\text{H}^+</math></u>																		
pH 試紙變 <u>紅色</u>	<u>或 <math>4\text{OH}^- - 4\text{e}^- = \text{O}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}</math></u>																		
	陰極： <u><math>\text{Ag}^++\text{e}^-=\text{Ag}</math></u>																		
活動 流程	<p>通過以上實我們做出如下歸納：</p> <p>(1) 以上實驗當電解質溶液接通外接電源後，電子從電源的 <u>負</u> 極沿導線流入電解池的 <u>陰</u> 極，<u>陽</u> 離子向陰極移動，在陰極上 <u>得到</u> 電子，發生 <u>還原</u> 反應，<u>陰</u> 離子向陽極移動，在陽極上 <u>失去</u> 電子，發生 <u>氧化</u> 反應，電子由 <u>陽</u> 極流出，並沿導線流回電源的 <u>正</u> 極，如下圖所示。</p> <div data-bbox="405 1249 995 1594" data-label="Diagram"> </div> <p>(2) 確定</p> <p>放電順序：陰極的放電順序就是在陰極上得電子的氧化劑的氧化性由強到弱的順序，陽極上的放電順序就是在陽極上失電子的還原劑的還原性由強到弱的順序。</p>	5min																	

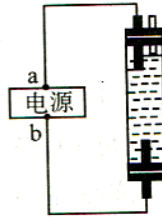
作品名稱	探究電解電鍍的工作原理與應用	單元名稱	第四章第四節第1課時 電解原理的應用：自製消毒水裝置	
實施日期	2019年6月5日-6月19日	教學時數	40分鐘	
日期	2019年6月12日	人數	30人	
科目	化學	科目每周節數	4節	
教授年級	高二級			
教學準備	<p>1. 準備相關的實驗用具</p> <p>儀器：學生電源、石墨棒、導線、燒杯(數個)、帶鱷魚夾的導線若干、導管、硬質玻璃管、U形管、手套</p> <p>藥品：飽和食鹽水、氫氧化鈉溶液、6%KI溶液、澱粉溶液、0.5mol/L 硫代硫酸鈉溶液及其他需要用到的試劑</p>			
教學目標	<p>1. 通過學習電解食鹽水的原理、閱讀並利用學習過的相關知識通過學生的創新思維設計一個能產生消毒水的裝置。</p> <p>2. 通過這個探究、創新實驗培養學生的觀察能力、動手能力、創新能力及團隊合作精神。</p>			
基力要求編號	A-1 A-4 A-5 A-9 A-10 C-1			
教學活動				
	教學流程		時間 (分)	教學資源運用
引入	<p>在上一節的電解過程中，我們不僅可以用電解法分解CuCl<sub>2</sub>，還可以用此法電解許多難以分解的物質，從而生產許多不同的化工產品。下列是電解原理應用的例子。</p>			
教學具體內容及活動	<p>一、電解飽和食鹽水制燒鹼，氯氣和氫氣</p> <p>燒鹼(NaOH)，氯氣是重要的化工原料，產量很大。習慣上把電解飽和食鹽水的工業生產叫做<b>氯鹼工業</b>。其相關的工作原理及相關工藝如下所示：</p> <p>①陽極上的氯離子氧化得氯氣，陰極上的水還原得到氫氣與NaOH。</p> <p>②陽極(氧化)反應：<math>2\text{Cl}^- - 2\text{e}^- = \text{Cl}_2 \uparrow</math></p> <p>③陰極(還原)反應：<math>2\text{H}^+ + 2\text{e}^- = \text{H}_2 \uparrow</math></p> <p>④全反應：<math>2\text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{電解}} 2\text{NaOH} + \text{H}_2 \uparrow + \text{Cl}_2 \uparrow</math></p>		2min	

教學具體 內容 及活動	<p>⑤由於電解陽極得到的Cl<sub>2</sub>會與陰極產生的OH<sup>-</sup>發生反應而減少產率，使用<b>隔膜電解槽法</b>可解決此問題。</p> <p>相關副反應：<math>H_2 + Cl_2 = 2HCl</math></p> $Cl_2 + 2OH^- = ClO^- + Cl^- + H_2O$ (可用作製消毒水)	5min	
	<p>二. 通過上述實驗及反應讓學生設計消毒水裝置</p> <p>1. 通過閱讀自編教材中的相關資料，包括：</p> <p>(1) 有關氯鹼工業的原理</p> <p>(2) 製作漂白水的原理</p> <p>(3) 有關氯氣的物理性質</p> <p>(4) 有關氫氣的物理性質</p> <p>並進行適當的討論分析，從而帶出幾個核心問題</p> <p>(1) 用怎樣的裝置對飽和食鹽水進行電解。</p> <p>(2) 如何能讓生成的氯氣與氫氧化鈉充分反應。</p> <p>(3) 考慮到氯氣的物理性質，再結合實際情況考慮電解裝置應如何進行安裝，如何檢測是否有多餘的氯氣溢出如何處理尾氣(包括氯氣和氫氣)</p>	3min	
	<p>同時給出實驗的評價要求及其相關的參數要求：</p> <p>進行實驗時按以下參數進行調試</p> <p>(1) 電解時電壓值為：10V。</p> <p>(2) 電解時間為：5min。</p> <p>(3) 取樣體積為：10mL。</p> <p>(4) 實驗結束後於取樣溶液中加入10mL 6%KI溶液後再加入5mL的澱粉溶液，用滴定管滴加0.2mol/L硫代硫酸鈉溶液使溶液由藍色變為無色作為滴定終點。比較所用去的硫代硫酸鈉溶液的體積並進行分析。</p> <p>2. 以4名學生為一組，通過上述資料後<b>進行討論</b>，分析如何利用食鹽水及所給的儀器簡單製作一套消毒水生成裝置。</p> <p>3. 製定計劃後將設計概念用合適的方法記錄到設計圖內。補充：設計可從發生裝置、除尾氣裝置、安全性(是否有氯氣溢出)等進行考慮</p> <p>4. 經老師審閱、提供意見並認為可行後，可到實驗員處領取所需的儀器及試劑。</p> <p>5. 檢查各種儀器是否齊全後學生可自行分工組裝消毒水發生裝置。</p> <p>6. 實驗過程中必須佩帶護目鏡及手套，並在開啟抽風設備的情況下才可以開始作業。</p>	15min ~ 30min	

三. 讓學生設計“消毒水”裝置設計圖並對其進行分析  
 以下是學生所想到的可能發生的情況及學生設計圖  
 (設計圖可利用電腦繪圖工具完成後再以電子檔交回)



利用 U 形管的合理發生裝置

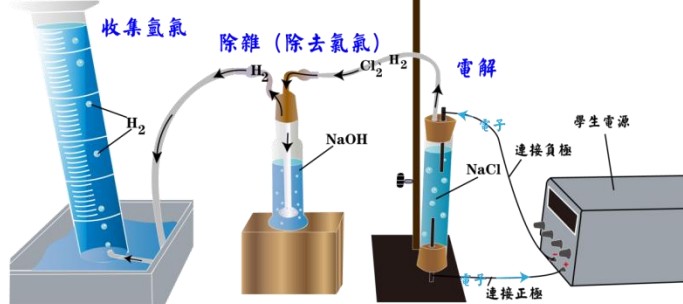


利用硬質玻璃管的合理發生裝置



除尾氣裝置圖

**實驗裝置原理：**



學生設計的裝置圖

四. 完成設計圖的組別可領取相關儀器並進行相關的實驗  
 若學生對該主題有興趣的話亦可進行更深入的研究  
 (未完成的組別亦可在課後時間進行預約以完成實驗)



學生自行設計的電解及收集氣體的裝置

教學具體  
內容  
及活動

15min  
或於  
課後  
時間  
完成

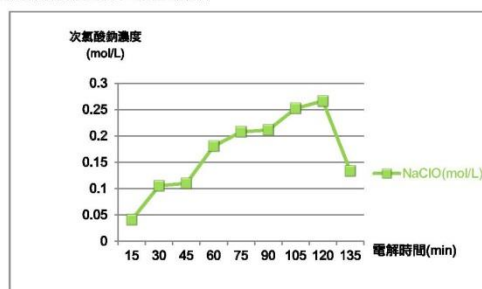
以下是其中一組學生在課後時間進行延伸的實驗數據

### 在 10V 電壓不同時間下對電解飽和食鹽水的影響

時間 (分鐘)	15	30	45	60	75	90	105	120	135
硫代硫酸 鈉體積 (mL)	0.81	2.1	2.19	3.6	4.15	4.21	5.03	5.31	2.67
NaClO 濃度 (mol/L)	0.0407 9	0.1054 2	0.1101 1	0.1807 2	0.2079 6	0.2113 0	0.2524 0	0.2665 0	0.1339 0

表 10V 電壓下電解不同時間得出的次氯酸鈉濃度(mol/L)。

下圖橫坐標為在 10V 下的電解時間，縱坐標為 10V 下電解不同時間各得到的次氯酸鈉濃度。在 15~120 分鐘內，次氯酸鈉濃度隨時間增加而增加。在 120 分鐘後，次氯酸鈉濃度隨時間增加而減少。因此 10V 下電解得出的次氯酸鈉濃度較為符合線性的規律。



10V 電壓下電解不同時間得出的次氯酸鈉濃度(mol/L)。

2

教學具體  
內容  
及活動

教學建議  
及  
執行反思

學生對該堂非常感興趣，過程中亦演示出日常會出現的真實情況。其中在學生進行設計的過程中老師必須作出適當的提示，並鼓勵學生多動手嘗試，否則學生因懼怕錯誤而不肯動手設計，這亦正正是現在中學生最常出現的一種情況，而這一堂正正就是培養學生協助解難的一堂很好的試範堂。不只學生要跳出以往學習方法的框框，老師亦完改變以往的教法才能有高的提升。

作品名稱	探究電解電鍍的工作原理與應用		單元名稱	第四章第四節第2課時 活潑金屬是如何提煉出來的	
實施日期	2019年6月5日-6月19日		教學時數	40分鐘	
日期	2019年6月17日		人數	30人	
科目	化學		科目每周節數	4節	
教授年級	高二級				
學前預習	回顧電解的工作原理				
教學目標	1. 理解並掌握電冶金屬、電鍍、電解精煉銅， 2. 會寫相關的電極反應式及化學方程式。				
基力要求編號	A—1 理解探究式自然科學的本質屬性，也是人的一種生存方式和生活態度 A—4 初步學會利用事實、經驗或科學理論進行邏輯性推理及作出假設				
教學活動					
		教學流程		時間 (分)	教學資源運用
教學活動	引入	<p>在上一節中我們介紹了電解原理應用的一個重要例子，以電解飽和食鹽水作為其工藝原理的“氯鹼工業”。下面我們將介紹電解原理中另一個重要的應用。</p>			
教學活動		<p>一、電冶金屬</p> <p>在冶煉金屬活動性很强的金屬時，由於這類金屬在化合價時一般都較為穩定，不適合用一般的還原劑使其從化合物中還原出來。於是人們想到使用電解的辦法。</p> <p>還記得電解質的定義嗎？電解質除了能在水中電離出離子外，一部分電解質在<b>熔融</b>的狀態下也能電離出離子，這說明某些電解質在<b>熔融</b>的狀態仍下發生電解反應。</p> <p>例如氯化鈉在加熱到801℃以上時會融化並發生電離：<math>\text{NaCl} = \text{Na}^+ + \text{Cl}^-</math>。又例如在氧化鋁中加入冰晶石(<math>\text{Na}_3\text{AlF}_6</math>)能使其熔點下降到930℃~1000℃之間，使氧化鋁融化並發生電離：<math>\text{Al}_2\text{O}_3 = 2\text{Al}^{3+} + 3\text{O}^{2-}</math></p>		5min	

其中最為人知的就是天才般的化學家戴維，他和道爾頓是同時代的化學家，戴維利用熔融狀態下的苛性鉀、小蘇打等物質先後用電解的方法分離出鉀、鈉、鎂、鈣等不同的活潑金屬，為科學研究做出很大的貢獻。

所以對於冶煉像鈉、鈣、鎂、鋁這樣活潑的金屬，**電解法**幾乎是唯一可行的工業方法。下面我們將更詳細地分析對電冶金屬的方法。

### 1. 金屬冶煉的本質

使礦石中的**金屬離子**還原獲得電子，從它們的化合物中提取出來。如： $M^{n+} + ne^{-} = M$ 。冶煉 Na、Mg、Ca、Al 等活潑金屬，均可用電解法。

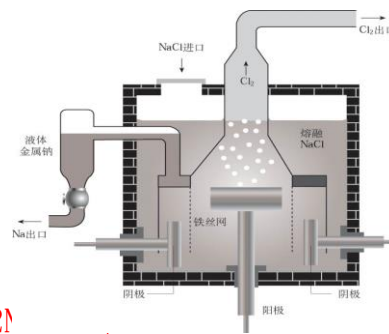
### 2. 電解熔融的 NaCl 制 Na

發生電離： $NaCl = Na^{+} + Cl^{-}$

陰極： $2Na^{+} + 2e^{-} = 2Na$

陽極： $2Cl^{-} - 2e^{-} = Cl_{2}\uparrow$

總反應式： $2NaCl(\text{熔融}) \xrightarrow{\text{電解}} 2Na$



### 3. 電解氧化鋁和冰晶石的熔融體制備鋁

1884 年，美國奧伯林學院化學系，有一位叫做查里斯·馬丁·霍爾的青年學生，他應用電解熔融狀態的氧化鋁來冶煉鋁。氧化鋁的熔點很高（2050℃），所以他在氧化鋁中加入了一種能夠溶解氧化鋁而又能降低其熔點的材料——冰晶石（ $Na_3AlF_6$ ），使得冰晶石與氧化鋁混合體系的熔點僅在 930℃~1000℃ 之間，而且冰晶石在電解溫度下不被分解，並有足夠的流動性，有利於進行電解，並作出一系列的改良後最後電解出單質鋁。同時，法國化學家埃魯也在同年發明了相同的煉鋁法。電解法使冶煉鋁的成本大幅度降低，從而使得鋁成為工業上普遍應用的材料。

設備：電解槽，**碳塊**做陽極，  
鐵，鎳等金屬做陰極。

陰極： $4Al^{3+} + 12e^{-} = 4Al$

陽極： $6O^{2-} - 12e^{-} = 3O_2\uparrow$

總反應方程式： $2Al_2O_3 \xrightarrow{\text{電解}} 4Al + 3O_2\uparrow$

助熔劑：冰晶石（ $Na_3AlF_6$  六氟合鋁酸鈉），陽極材料（**碳**）和熔融氧化鋁需要定期補充。

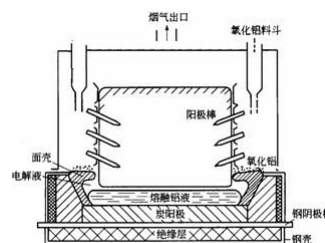


图2 旁槽示意图

教學活動

3min

2min

3min

7min



## 二、電鍍與電鍍的原理

## 1. 電鍍的含義

電鍍是應用**電解原理**在某些金屬表面鍍上一薄層其他金屬或合金的方法。

## 2. 電鍍的目的

主要是使內層金屬與空氣隔絕而不生鏽(使金屬增強抗腐蝕能力)，增加美觀和表面硬度。

## 3. 電鍍的原理

電鍍時，一般都是用**含有鍍層金屬離子的電解質**配成電鍍液；把**待鍍金屬制品**浸入電鍍液中與直流電源的負極相連，作為陰極，用**鍍層金屬**作為陽極，與直流電源正極相連。以下為電鍍各種金屬的例子：

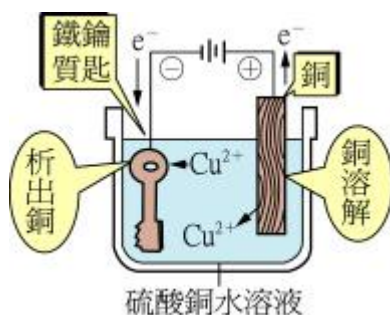
鍍上的金屬	正極	負極	電鍍液的鹽類
(鐵質)鑰匙 要鍍銅	銅片	(鐵質)鑰匙	硫酸銅(藍色)
銅匙要鍍鎳	鎳片	銅匙	硫酸銨亞鎳(綠色)
銅板要鍍銀	銀片	銅板	銀氰化鉀(無色)

## 4. 電鍍時兩電極的反應

(1) 正極反應：欲鍍的金屬(當作正極)，失去電子而溶解為金屬離子。

(2) 負極反應：溶液中欲鍍的金屬離子接受電子，形成金屬原子，而由電解液析出在負極的被鍍物體的表面上。

例 1：鐵質鑰匙鍍銅的反應(如下圖)：



(1) 負極反應：溶液中的銅離子獲得 2 個電子，變成金屬銅而由電解液析出於鑰匙的表面，即  $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- = \text{Cu}$ 。

(2) 正極反應：銅片上的銅原子失去 2 個電子，變成銅離子溶於水中，即  $\text{Cu} = \text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^-$ 。

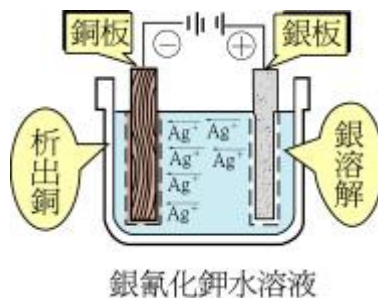
實驗活動

5min

2min

5min

例2：銅板要鍍上銀，則純銀作正極，銅板作負極，以銀氰化鉀溶液為電鍍液（如下圖）。



(1) 正極反應： $\text{Ag} = \text{Ag}^+ + \text{e}^-$

(2) 負極反應： $\text{Ag}^+ + \text{e}^- = \text{Ag}$

5. 電鍍完成後：

(1) 因金屬離子在負極形成金屬原子析出，故負極重量增加。

(2) 因正極金屬溶解，形成金屬離子於溶液中，故正極重量減少。

(3) 電鍍液中的離子數目保持一定，故濃度不增加也不減少。

實驗活動

【註】電鍍後，被鍍物表面上的金屬薄膜是否均勻堅實，受到溫度、電流強度及電鍍液濃度等因素影響。

至今為止，業界已發展出不同的電鍍工藝技術，可以電鍍出不同種類的金屬，包括鍍鎳、鍍鉻、鍍錫、鍍銀、鍍金、鍍銅等。

三. 電解精煉銅

電解原理在冶煉金屬中的另一種要應用就是電解精煉技術，電解精煉是指利用不同元素的陽極溶解或陰極析出難易程度的差異而提取純金屬的技術。電解精煉常用於有色金屬的精煉。如粗銅，粗銀，粗鎳等的精煉。

由於銅礦經還原所得到的銅，常含有少量鐵，鋅，金，銀以及白金等其他金屬與雜質而降低其導電性，故一般常使用電解精煉作為銅金屬純化的方法，得到純銅以增加其導電度才能作為電線等工業材料的規格要求。

1. 銅電解過程中的電極反應

(1) 陽極為粗銅： $\text{Cu} - 2\text{e}^- = \text{Cu}^{2+}$

(2) 陰極為純銅： $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- = \text{Cu}$

(3) 電解液為硫酸銅與硫酸的混合液。

5min

8min

	教學流程	時間 (分)	教學資源運用
實驗活動	 <p style="text-align: center;">銅的電解精煉示意圖</p> <p>2. 銅的電解精煉與氧化電位關係：</p> <p>① 氧化電位大於 Cu 者，以離子狀態存於水中，例如 <math>Zn^{2+}</math>，<math>Fe^{2+}</math>，<math>Sn^{2+}</math>。</p> <p>② 氧化電位小於 Cu 者，不氧化而掉落於陽極底部，稱為<b>陽極泥</b>，例如：Au，Ag，Pt。</p> <p>③ <b>陽極泥</b>，所出售得到的金額往往足以支付大部分電解精煉銅所需的電費。</p>		
教學建議 及 執行反思			

作品名稱	探究電解電鍍的工作原理與應用	單元名稱	第四章第四節第3課時 有關電鍍的探究實驗	
實施日期	2019年6月5日-6月19日	教學時數	40分鐘	
日期	2019年6月18日	人數	30人	
科目	化學	科目每周節數	4節	
教授年級	高二級			
教學準備	1. 準備相關的實驗用具 儀器：學生電源、石墨棒、銅片、導線、燒杯、帶鱷魚夾的導線若干、吹風機、 間尺 藥品：硫酸銅溶液(1mol/L)/ (2mol/L)/ (3mol/L)			
學前預習	回顧電解精煉銅的工作原理及相關的實驗要求			
教學目標	1. 通過實驗進一步認識電解精煉銅的工作原理 2. 通過改變實驗中的參數(如電壓、電極板距離、電解液的濃度)對生成物速度的 影響讓學生自行進行探究 3. 培養學生的觀察能力、動手能力、思維能力			
基力要求 編號	A-4 A-7 A-8 A-10			
教學活動				
	教學流程	時間 (分)	教學資源運用	
教學具體 內容 及活動	(一). 讓學生完成電鍍銅的實驗 按以下步驟操作，並觀察石墨表面的變化 1. 將石墨電極及一片銅片分別接在帶鱷魚夾的導線的一端 上，另一端將連接石墨電極的導線接在學生電源的負極， 將連接銅片的導線接在學生電源的正極。 2. 將這兩電極浸在硫酸銅溶液(1mol/L)中，打開學生電 源，將電壓調至6~12V左右(按電解的情況進行調節)，反 應一段時間。 3. 觀察陰極及陽極電極表面的變化。	5min		

## 4.分析實驗現象

(一).以銅極為陽極，電解硫酸銅溶液

現象	相關電極反應式
陰極上石墨棒逐漸覆蓋了一層紅色的銅 陽極上的銅片質量減少	陽極： $\underline{\text{Cu}-2\text{e}^{-}=\text{Cu}^{2+}}$ 陰極： $\underline{\text{Cu}^{2+}+2\text{e}^{-}=\text{Cu}}$
有關的反應方程式： $\underline{\text{Cu}+\text{Cu}^{2+}\xrightarrow{\text{電解}}\text{Cu}+\text{Cu}^{2+}}$	

(二). 通過改變參數分析對生成物速度的影響

完成上述實驗後，讓學生分析上述反應中電解生成銅的速度與哪些因素有關，並進行下列操作：

1. 以 6~8 名學生為一組，通過討論分析下列變量可能對(陰極)生成銅的速度的影響關係並設計出合理的探究方案進行探究。

(1)可通過改變電壓值進行分析 (自行設計實驗表格)

(2)可通過改變兩電極的距離進行分析

(自行設計實驗表格)

(3)可通過改變溶液濃度進行分析 (自行設計實驗表格)

2. 相關實驗的注意事項

(1)因實驗需測量電解前後生成銅的質量變化，故電解前必須先稱量石墨的質量，

電解後可用吹風機將石墨表面的水分適當吹乾再進行稱量。

(2)需定量控制每次進行測量的時間(建議測時間為 5min)

(3)當設計好探究的方案後讓老師進行批閱並給出意見後方可開始進行相關實驗。

(三)經過各小組進行討論並綜合各組意見後，由學生設計以下的探究方式。

(1)可通過改變電壓值進行分析

電解前石墨質量		電解時間	5min		
兩電極的距離	4cm	電解液濃度 mol/L	2		
電壓值	4V	6V	8V	10V	12V
電解後石墨質量					
電解前後質量的變化量 $\Delta m$					
分析結果					

5min

10min


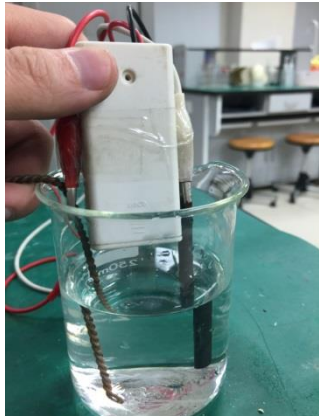
教學具體  
內容  
及活動

教學具體 內容 及活動	(2)可通過改變兩電極的距離進行分析						15min  5min
	電解前石墨質量				電解時間	5min	
	電壓值	6V			電解液濃度 mol/L	2	
	兩電極的距離	4cm	6cm	8cm	10cm	12cm	
	電解後石墨質量						
	電解前後質量的變化量 $\Delta m$						
	分析結果						
	(3)可通過改變溶液濃度進行分析						
	電解前石墨質量				電解時間	5min	
	電壓值	6V			兩電極的距離	4cm	
	電解液濃度 mol/L	1	2	3			
	電解後石墨質量						
	電解前後質量的變化量 $\Delta m$						
	分析結果						
							
	<p>四. 展開相關實驗</p> <p>五. 通過學生實驗得出的數據，並進行共同討論後得出以下結論：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 電壓越大，電解反應的速度越快</li> <li>2. 兩電極的距離，電解反應的速度越快</li> <li>3. 電解液濃度，電解反應的速度越快</li> </ol>						
教學建議 及 執行反思	<p>利用已掌握的原理及操作方法(電鍍銅)來進行實踐探究，學生的投入程度及其效果相對較好，基本都能做好一些合理的探究方案。在通過實驗所得出的數據中進行分析，基本都能找出當中的規律(並與學生預期的結果相符合)。學生有很好的成功感。</p> <p>有的組甚至進行更深入的探究(由被動學習轉化為主動學習)。</p>						



作品名稱	探究電解電鍍的工作原理與應用	課題名稱	第四章第四節第 4、5 課時 家用自來水檢測背後的真相 及銷售科學大破解	
實施日期	2019 年 6 月 5 日-6 月 19 日	教學時數	80 分鐘	
日期	2019 年 6 月 19 日	人數	30 人	
科目	化學	科目每周節數	4 節	
教授年級	高二級			
教學準備	1. 準備相關科普文章 2. 準備相關的實驗短片 3. 準備相關的實驗用具 儀器：電極棒、可攜式電源、鐵棒、鋁片 試劑：食鹽、酚酞、硝酸銀溶液、草酸鈉溶液、漂白水、余氯試劑、維他命 C、 碘液、硫代硫酸鈉溶液			
學前預習	1. 學生須閱讀相關科普閱讀文章[相關內容在自編教材中或下載相關 ppt]			
教學目標	1. 通過學習初步了解自來水中各項水質指標的意義 2. 通過老師進行各種實驗的演示，讓學生觀察、分析、討論從而了解不同誤導方法背後的所使用的化學原理，了解某些不良銷售的偽科學 4. 提升學生批判性思維的能力			
基力要求編號	A-2    A-3    A-4    A-7			
教學活動				
	教學流程		時間 (分)	教學資源運用
教學具體內容及活動	(一). 老師通過 ppt 及相關閱讀內容簡單介紹以下內容 (1) 有關水的基本認識 是生命之源。地球上水的總量約為 $1.39 \times 10^{18} \text{m}^3$ ，主要分佈在海洋中，淡水約占 2.53%，比例甚少，並且大約 70% 淡水分佈在冰川凍土中。存在於湖泊、河流、土壤和地下 600 米之內的含水層中的淡水僅占淡水總量的 30% 左右，可見地球上的淡水資源並不豐富。		5min	運用 ppt 進行教學

教學具體 內容 及活動	<p>我國水資源總量為 <math>2.81 \times 10^{12} \text{m}^3</math>，居世界第4位。但我國人均占水量只有 <math>2.35 \times 10^3 \text{m}^3</math>，只有世界人均占水量的27%，耕地平均占有的河川年徑流量也只有世界平均水平的80%，所以是一個水資源比較貧乏的國家。</p> <p>水本身是潔白無瑕的，但當水中雜質的數量達到一定程度後，就會對人類環境或水的利用產生不良影響，水質的這種惡化稱為水的污染。為了保護水資源、防治水污染，必須加強水環境污染的分析工作。</p> <p>(2) 評價水質的各種指標。</p> <p><b>1. 物理性指標</b></p> <p>(1) <b>水溫</b>：水的溫度。溫度過高或過低的水排入水中會造成污染，可能影響水中生物生長。</p> <p>(2) <b>臭與味</b>：「臭」起於溶解性氣體(如 <math>\text{H}_2\text{S}</math>)和揮發性有機化合物，「味」則係溶解的無機鹽類(如鐵、 鋅、鎂、銅、鈉、鉀等)。可由鼻聞、口嚐感知。</p> <p>(3) <b>色度</b>：水的色度對造紙、染整、食品業等在視覺上會產生差異。</p> <p>(4) <b>濁度</b>：係因水中含有妨礙光線透過的懸浮固體所致，多由懸浮性有、無機物產生，對水生植物和魚類的生長、繁殖有影響。</p>	5min	運用 ppt 進行教學
	<p><b>2. 化學性指標</b></p> <p>(1) <b>pH 值</b>：大於 7 為鹼性、小於 7 為酸性，會影響生物生長、廢水處理。</p> <p>(2) <b>酸度</b>：水中和鹼的能力，會影響水質好壞及水體的自淨作用。</p> <p>(3) <b>鹼度</b>：係表示中和酸 <math>[\text{H}^+]</math> 之陰離子的含量。鹼度主要來自水中碳酸氫根，有機物、氨、硫化氫於水體中氧化時會產生酸，碳酸氫根等鹼度可將此酸度中和。</p> <p>(4) <b>磷</b>：來自於工廠廢水、家庭污水、清潔劑、肥料等。水中含磷濃度高時，表示污染程度高。</p> <p>(5) <b>溶氧(DO)</b>：指溶解於水中的氧量。水中溶氧來自大氣溶解、自然或人為曝氣及水生植物的光合作用等。水若受到有機物質污染，則水中微生物在分解有機物時會消耗水中的溶氧，造成水中溶氧降低至成缺氧狀態。</p>	5min	運用 ppt 進行教學



<p>教學具體內容及活動</p>	<p>(3)我們生活中的用水可能存在哪些風險？</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 自來水中殘餘的氯氣</li> <li>2. 水「透明」非乾淨！水管藏鐵銹看不到</li> <li>3. 看不到的硬水</li> </ol>  <p>(二). 老師進行相關的教學演示並與學生共同討論當中的問題</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 神奇水質測量法 電解棒法(1) <ul style="list-style-type: none"> <li>以電解棒，插入水樣中，加入少量食鹽(增大導電能力)，通電(3V)電解後發現水體逐漸變黃，說明自來水不乾淨，鐵管生銹了。</li> <li>謎思破解：自來水中含有礦物質離子，通電時可導電，電解時電解棒陽極的金屬鐵會溶出，呈黃褐色物質，並非來自自來水本身。經濾水器處理後的純水不含礦物質、不導電，不會發生此現象。若於其中加入食鹽後可導電，電解即產生與自來水相同結果</li> </ul> </li> </ol> <div data-bbox="319 1288 1061 1467" style="background-color: #e0f0ff; padding: 5px;"> <p>相關反應方程式：</p> <p>陽極(氧化)半反應：<math>Fe - 2e^- = Fe^{2+}</math> <span style="margin-left: 20px;">進一步氧化 <math>\rightarrow Fe^{3+}</math></span></p> <p>陰極(還原)半反應：<math>2H_2O + 2e^- = H_2 \uparrow + 2OH^-</math></p> </div>  <ol style="list-style-type: none"> <li>2. 神奇水質測量法 電解棒法(2) <ul style="list-style-type: none"> <li>以電解棒，插入水樣中，加入少量食鹽(增大導電能力)，通電電解後發現水體逐漸變渾濁，說明自來水不乾淨。</li> <li>謎思破解：自來水中含有礦物質離子，通電時可導電，電解時電解棒陽極的金屬鋁會溶出，同時陰極生成的氫氧根離子會與其結合，生成難溶物 <math>Al(OH)_3</math></li> </ul> </li> </ol> <div data-bbox="319 1780 901 1982" style="background-color: #e0f0ff; padding: 5px;"> <p>相關反應方程式：</p> <p>陽極(氧化)半反應：<math>Al - 3e^- = Al^{3+}</math></p> <p>陰極(還原)半反應：<math>2H_2O + 2e^- = H_2 \uparrow + 2OH^-</math></p> <p style="text-align: center;"><math>Al^{3+} + 3OH^- = Al(OH)_3 \downarrow</math></p> </div>	<p>運用 ppt 進行教學 播放相關科普試頻</p> <p>15min 利用自制教具協助教學</p> <p>10min 利用自制教具協助教學</p>
------------------	--	---

教學具體 內容 及活動	3. 神奇水質測量法 電解棒法(3) 以石墨棒作電解棒，插入水樣中，加入少量食鹽(增大導電能力)，再加入數滴神奇試劑，通電電解後發現水體逐漸變紅，說明含有很多雜質。 謎思破解：自來水中含有礦物質離子，加入的所謂神奇試劑其實是酚酞，當電解一段時間後，由於生成鹼性物質，令溶液變成紅色		10min	利用自制教具協助教學	
	相關反應方程式： 陽極(氧化)半反應： $2Cl^{-} - 2e^{-} = Cl_2 \uparrow$ 陰極(還原)半反應： $2H_2O + 2e^{-} = H_2 \uparrow + 2OH^{-}$			5min	利用自制教具協助教學
	4. 神奇水質測量法 試劑法(1) 在自來水中滴加幾滴神奇試劑，很快我們發現自來水出現混濁，說明含有很多雜質(很多氯離子)。 謎思破解：加入的所謂神奇試劑其實是硝酸銀溶液，當銀離子與氯離子接觸即生成白色沉澱氯化銀。 相關反應方程式： $Ag^{+} + Cl^{-} = AgCl \downarrow$			5min	利用自制教具協助教學
	5. 神奇水質測量法 試劑法(2) 在自來水中滴加幾滴神奇試劑，很快我們發現自來水出現混濁，說明含有很多雜質。(水的硬度很高) 謎思破解：加入的所謂神奇試劑其實是草酸鈉溶液，當草酸根離子與鈣離子接觸即生成白色沉澱草酸鈣。 相關反應方程式： $Ca^{2+} + C_2O_4^{2-} = CaC_2O_4 \downarrow$			5min	利用自制教具協助教學
	6. 神奇水質測量法 試劑法(3) 在自來水中及蒸餾水中分別滴加幾滴余氯測試劑，很快我們發現自來水變黃，說明自來水含高含量的余氯。				

<p>教學具體內容及活動</p>	<p>謎思破解：餘氯試劑一般在約 5ppm 已經能出現明顯的顏色變化，而依據「飲用水水質標準」，自來水中應含有自由有效餘氯為 0.2~1.0(mg/L)，其實在安全範圍已能發現餘氯，所以最多只能說自來水中含有餘氯，但未必是過量的情況。</p> <p>相關反應方程式：  <math display="block">\text{S}_2\text{O}_3^{2-} + 4\text{Cl}_2 + 5\text{H}_2\text{O} = 2\text{SO}_4^{2-} + 8\text{Cl}^- + 10\text{H}^+</math></p> <p>7. 其他常見的欺詐手法  <b>超級漂洗劑及超強抗氧化劑左旋維他命 C</b></p> <p>1. 將浸有醬油污漬的濕紙巾放到超級漂洗劑中觀察現象。  2. 將裝有碘酒的燒杯中加入左旋維他命 C 並觀察現象。</p> <p>謎思破解：其實所謂的醬油污漬其實是由碘液偽裝而成的，而超級漂洗劑的主要成分是硫代硫酸鈉，當碘液遇到硫代硫酸鈉溶液變會發生反應，使碘變為無色的碘離子。</p> <p>相關反應方程式：  <math display="block">2\text{S}_2\text{O}_3^{2-} + \text{I}_2 = \text{S}_4\text{O}_6^{2-} + 2\text{I}^-</math></p> <p>同理維他命 C 其實也是一種比較強的還原劑，當他接觸到碘水時也能發生類似的氧化還原反應令碘水褪色。</p>   $  \begin{array}{c}  \text{C} - \text{C} - \text{C} - \text{C} - \text{C} - \text{CH} \\    \quad   \quad   \quad   \quad   \\  \text{O} \quad \text{OH} \quad \text{OH} \quad \text{H} \quad \text{OH} \quad \text{H}  \end{array}  + \text{I}_2 =  \begin{array}{c}  \text{C} - \text{C} - \text{C} - \text{C} - \text{C} - \text{CH} \\    \quad   \quad   \quad   \quad   \\  \text{O} \quad \text{O} \quad \text{O} \quad \text{H} \quad \text{OH} \quad \text{H}  \end{array}  + 2\text{HI}  $	15min	利用自制教具協助教學
<p>教學建議及執行反思</p>	<p>學生對該堂非常感興趣，過程中亦演示出日常會出現的真實情況。在每一個欺詐案例中學生都會踴躍發言，並嘗試說出當中的問題。老師在過程中亦不停與學生互動，比起用傳統的方法去學習電解池與電鍍池的應用，學生明顯對從生活中發現問題、分析問題更感興趣。同時亦能培養學生利用批判性思維進行學習。</p>		

### 叁、試教評估與反思建議

由於此單元加入了更多實驗部分的內容，加強學生動手操作的部分，故學生表現相對比較積極，令學生在學習理論部分的內容時仍能保持一定的投入度。在初次實驗時學生對組裝電池裝置比較緊張，出現接錯電線的情況，但通過練習後，基本都比較能熟練相關操作並完成實驗。而在有關自製消毒水裝置及有關電鍍的探究性實驗中，老師必須把握住製作的重點並對學生進行適當的提示，學生才能較易設計出來。過程中有些學生表現相當積極，但表現較差的同學會出現依賴別人的情況。其中有一部分較有興趣的同學亦會提出一些延伸性的探究，另人安慰。

總體來說，比以往單向式傳遞知識的教學方法，更多地利用實驗分析、實踐探究、進行互動式學習等不同的手段，學生學習該單元的效率更積極性明顯比以往好。但由於很多實驗都是原創的，在課程沒有要求甚至沒有相關的教學材料、教具等情況下老師必須要自行設計一些適合的自編教學內容及相關的教學用具，故必須認真審慎如何才能設計好一個有意義的教材並通過實踐才能體現出應有的教學效果。

## 肆、參考文獻

人民教育出版社(2017)。《選修四 化學反應原理》。

任志鴻(2017)。《優化設計 化學反應原理》

[http://www.dsej.gov.mo/crdc/edu/BAA\\_senior/despsasc-55-2017-anexo\\_x.pdf](http://www.dsej.gov.mo/crdc/edu/BAA_senior/despsasc-55-2017-anexo_x.pdf)

(2019/5/21 瀏覽)

<http://www.dsej.gov.mo/crdc/edu/requirements.html#senior> (2019/5/21 瀏覽)

<https://www.youtube.com/watch?v=ibcojnbcorY> 【自然系列-化學 | 酸鹼 02】(電解物質與

酸鹼)電解大師戴維【上】(2017)

<https://www.youtube.com/watch?v=zuqkWq-3bUI> 【自然系列-化學 | 酸鹼 02】(電解物質

與酸鹼)電解大師戴維【下】(2017)

<http://n.sfs.tw/content/index/12214>(2018/11/21 瀏覽)

<https://baike.baidu.com/item/次氯酸鈉/2512464?fr=aladdin><<次氯酸鈉>>(2017)

<https://wenku.baidu.com/view/e327b797910ef12d2bf9e70a.html>

<<碘量法測定次氯酸鈉濃度>>，2018

## 伍、相關教材

### 輔助教學資料

#### 一、教學圖片



演示電解氯化銅溶液



學生設計自製消毒水裝置 1



學生設計自製消毒水裝置 2



學生模擬電解水機的工作原理

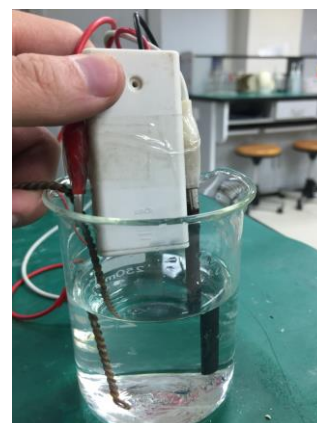
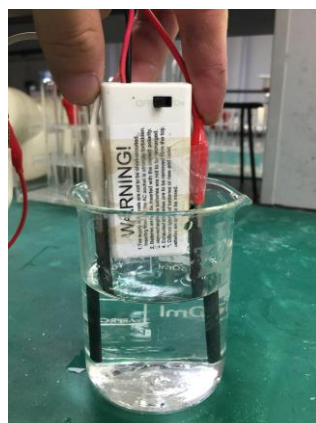


學生進行電解實驗

學生進行電解精煉銅的實驗



電解水的裝置



自製的電解裝置





相關的電極反應方程式：陽極：\_\_\_\_\_ (氧化反應)  
陰極：\_\_\_\_\_ (還原反應)

電解  $\text{CuCl}_2$  溶液的總離子方程式為：

### 一. 電解槽(電解池)

1. 概念：使電流通過電解質溶液而在陰、陽兩極引起氧化還原反應的過程叫做電解。在電解過程中，電能轉化為化學能；從實驗還可以看出，電解過程是借助於直流電發生的，是一個非自發的氧化還原反應。

電解池是借助電流引起的氧化還原反應的裝置，也就是把電能轉化為化學能的裝置叫做電解池或電解槽。

#### 2. 構成電解池的條件

- (1) \_\_\_\_\_
- (2) \_\_\_\_\_
- (3) \_\_\_\_\_



#### 3. 電解池的兩極

在電解池中與直流電源的正極相連的電極是\_\_\_\_\_極，在陰極上發生還原反應；與直流電源的負極相連的電極是\_\_\_\_\_極，在陽極上發生氧化反應。

#### 4. 電解質溶液導電的實質

電解質溶液導電的過程，就是電解質溶液電解的過程，就是在陰陽兩極發生氧化還原反應的過程。電解法是最强有力的氧化還原手段。

[注：對電解質溶液(或熔融態電解質)通電時，電子從電源的正極沿導綫流入電解池的陰極，陽離子移向陰極得電子，發生還原反應；陰離子移向陽極失去電子(有的是組成陽極的金屬原子失去電子)，發生氧化反應，電子從電解池的陽極流出，並沿導綫流回電源的正極。這樣，電流就依靠電解質溶液(或熔融態電解質)裏陰、陽離子的定向移動而通過溶液(或熔融態電解質)，所以電解質溶液(或熔融態電解質)的導電過程，就是電解質溶液(或熔融態電解質)的電解過程。]

## 第二、三課時 拆解電解水機的工作原理

細心的同學會發現，在上述電解過程中，沒有提到溶液中的  $H^+$  和  $OH^-$ 。但實際上，在溶液中，由於水的微弱電離，還存在着少量的  $H^+$  和  $OH^-$ 。但是，它們為什麼在以上實驗(電解氯化銅溶液)中並沒有參與電解反應？另外，我們日常使用的電解水機又是如何製造出酸性水和鹼性水的呢？下面我們將進行初中已學習過的電解水的實驗並進行更深入的分析。

### 一.實驗內容：電解水

通過以下電解含有硫酸鈉溶液的實驗來進行這幾方面的探究工作：

- 1.更深入了解電解水的工作原理，並得出電解水機能製造出酸性水和鹼性水的原因
- 2.從實驗結果初步分析出不同離子的放電(離子得/失電子的能力)情況

#### (一).實驗用品

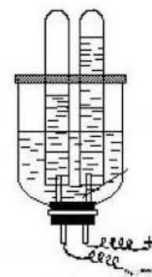
儀器：學生電源、石墨棒(兩根)、導線、燒杯、帶鱷魚夾的導線若干、膠頭滴管、開口塑料瓶、裝有石墨棒的瓶蓋。

藥品：硫酸鈉溶液(2mol/L)、pH試紙、鹽橋(含飽和  $KNO_3$  溶液)

#### (二)實驗步驟

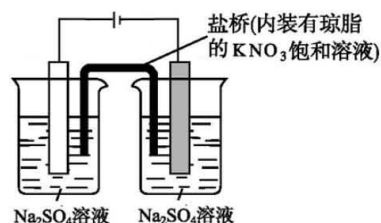
##### 實驗一

- 1.將開口塑料瓶及裝有石墨棒的瓶蓋如右圖進行安裝。
- 2.將石墨電極分別接在帶鱷魚夾的導線的一端上，另一端則分別接在學生電源的正，負極上。
- 3.將硫酸鈉溶液加到塑料瓶內，使這兩根石墨棒浸在硫酸鈉溶液中。(如右圖)
- 4.將兩支裝有硫酸鈉溶液的試管倒置放入塑料瓶內並用鐵夾進行固定。
- 5.打開學生電源，反應一段時間後，觀察兩支試管內的變化。
- 6.繼續通電使兩支試管充滿氣體後，關閉電源後分別逐次取出兩支試管。
- 7.將燃着的木條移至與負極相連接的試管管口上，觀察現象。
- 8.將帶火星的木條伸入至與正極相連接的試管內，觀察現象。



## 實驗二

- 1.將電解水裝置按右圖進行安裝。
- 2.將硫酸鈉溶液加到兩個燒杯後放入鹽橋。
- 3.利用膠頭滴管分別吸取連接正/負極燒杯內的溶液並滴加到pH試紙上，觀察顏色變化。
- 4.打開學生電源，反應一段時間後，觀察兩個燒杯內的變化，關閉學生電源。
- 5.利用膠頭滴管吸取連接正極燒杯內的溶液並滴加到pH試紙上，觀察顏色變化。
- 6.利用膠頭滴管吸取連接負極燒杯內的溶液並滴加到pH試紙上，觀察顏色變化。



## (三)實驗結果與分析

## 實驗一

操作	相關現象
通電一段時間後	兩支試管內均有氣體產生，並發現連接負極的試管所產生的氣體比連接正極的試管所產生的氣體要_____（多/少/一樣多）
將燃着的木條移至與負極相連接的試管管口上	會發出_____，說明該氣體是_____。
將帶火星的木條伸入至與正極相連接的試管內	帶火星的木條會_____，說明該氣體是_____。

## 實驗二

操作	相關現象
通電前，將兩燒杯內的溶液分別滴加到 pH 試紙上	連接負極的燒杯內溶液使 pH 試紙變為_____色。 連接正極的燒杯內溶液使 pH 試紙變為_____色。
通電後，將兩燒杯內的溶液分別滴加到 pH 試紙上	連接負極的燒杯內溶液使 pH 試紙變為_____色。 連接正極的燒杯內溶液使 pH 試紙變為_____色。

### 實驗分析

1.通過上述實驗我們可以發現在電解過程中  $H^+$  向\_\_\_\_\_ 極移動，獲得電子並生成\_\_\_\_\_，而  $OH^-$  則向\_\_\_\_\_極移動，失去電子並生成\_\_\_\_\_。

相關的電極反應方程式：**陽極**：\_\_\_\_\_（**氧化反應**）

可寫成：\_\_\_\_\_

**陰極**：\_\_\_\_\_（**還原反應**）

可寫成：\_\_\_\_\_

電解水的總反應方程式為：\_\_\_\_\_

2.通過實驗二將電解水反應分成**氧化**反應和**還原**反應兩個區域，使  $H^+$  和  $OH^-$  保持在不同的燒杯中，從而說明市售電解水機能製造出酸性水及鹼性水的原因。

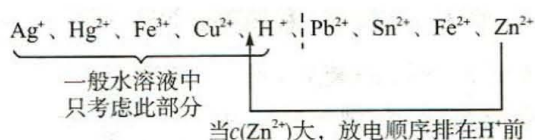
3.由上述實驗我們發現電解前溶液中存在  $Na^+$ 、 $H^+$ 、 $OH^-$ 、 $SO_4^{2-}$  四種離子，當接通電源進行電解時，只有溶液中的  $H^+$ 、 $OH^-$  進行定向移動，這說明溶液中的離子存在着放電的先後次序，下面我們將進行更深入的了解。

### 二.(陰/陽)離子的放電次序

**陰陽離子在兩極得失電子的過程稱放電**。多種陽離子或多種陰離子分別移向陰極，陽極時，**氧化性強的陽離子**優先在陰極放電(得到電子)，**還原性強的陰離子**優先在陽極放電(失去電子)。

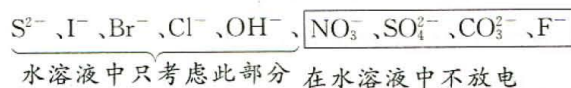
而離子的放電順序如下：

#### ①陽離子得電子順序



補充： $Al^{3+}、Mg^{2+}、Na^+、Ca^{2+}、K^+$  在溶液中不放電，只在熔化狀態放電。

#### ②陰離子失電子順序



注：離子的放電還與離子的濃度有關。離子的濃度越高，就越容易放電。例如，當溶液中的  $c(Cl^-)$  小於  $c(OH^-)$  時，則  $OH^-$  先放電。

### 三. 常見酸、鹼、鹽溶液的電解反應及其規律

下面我們將利用上述的離子放電次序嘗試分析常見酸、鹼、鹽溶液的電解反應及其規律總結。(下一節將進行實驗以說明所歸納的總結的正確性)

電解液	半極反應式	電解總反應式	相當於 電解	溶液 pH 將
NaOH 強鹼	陽極：			
	陰極：			
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 含氧酸	陽極：			
	陰極：			
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 活潑金屬的 含氧酸鹽	陽極：			
	陰極：			
CuCl <sub>2</sub> 不活潑金屬 的無氧酸鹽	陽極：			
	陰極：			
HCl 無氧酸	陽極：			
	陰極：			
NaCl 活潑金屬的 無氧酸鹽	陽極：			
	陰極：			
CuSO <sub>4</sub> 不活潑金屬 的含氧酸鹽	陽極：			
	陰極：			
AgNO <sub>3</sub> 不活潑金屬 的含氧酸鹽	陽極：			
	陰極：			

## 第四課時 常見酸、鹼、鹽溶液的電解反應

### 一.實驗目的

1. 了解電解池的工作原理
2. 掌握常見酸、鹼、鹽溶液電解時的現象、相關電解反應方程式、半極反應式及溶液 pH 值的變化等
3. 培養學生的觀察能力、動手能力、思維能力

### 二.實驗用品

儀器：學生電源、石墨棒、導線、燒杯、帶鱷魚夾的導線若干、pH 計

藥品：氯化銅溶液、飽和食鹽水、硫酸銅溶液、硝酸銀溶液、稀  $\text{H}_2\text{SO}_4$ 、稀鹽酸、氫氧化鈉溶液

### 三.實驗原理

電解原理：通電前，陽離子和陰離子在溶液中作自由運動。通電時，在電極的作用下，這些自由運動的離子改作定向運動，即陰離子趨向陽極，陽離子趨向陰極。當這些離子到達電極時，就失去或獲得電子，發生氧化還原反應。

### 四.實驗步驟

#### (一). 利用石墨電極分別電解稀硫酸/氫氧化鈉溶液

按以下步驟操作，並觀察石墨表面的變化

1. 將石墨電極分別接在帶鱷魚夾的導線的一端上，另一端則分別接在學生電源的正，負極上。
2. 將這兩根石墨棒浸在稀硫酸/氫氧化鈉溶液中，放置 pH 計並記錄當前溶液的 pH 值。打開學生電源，將電壓調至 6~12V 左右(按電解的情況進行調節)，反應一段時間並觀察兩極的現象。
3. 關閉電源，記錄溶液的 pH 值。

補充：實驗完畢後用試管刷將石墨棒刷洗乾淨；將反應完畢後的電解液統一回收到指定的回收瓶中；將其餘使用過的儀器進行清洗乾淨，下面的實驗亦需進行同樣操作。

#### (二). 利用石墨電極電解稀鹽酸

按以下步驟操作，並觀察石墨表面的變化

- 1.將石墨電極分別接在帶鱷魚夾的導線的一端上，另一端則分別接在學生電源的正，負極上。
- 2.將這兩根石墨棒浸在稀鹽酸中，放置 pH 計並記錄當前溶液的 pH 值。打開學生電源，將電壓調至 6~12V 左右(按電解的情況進行調節)，反應一段時間並觀察兩極的現象。
- 3.將濕潤了的澱粉碘化鉀試紙移近到陽極中，觀察有關變化。
- 4.關閉電源，記錄溶液的 pH 值。

#### (三). 利用石墨電極電解氯化銅溶液

按以下步驟操作，並觀察石墨表面的變化

- 1.將石墨電極分別接在帶鱷魚夾的導線的一端上，另一端則分別接在學生電源的正，負極上。
- 2.將這兩根石墨棒浸在氯化銅溶液中，打開學生電源，將電壓調至 6~12V 左右(按電解的情況進行調節)，反應一段時間。
- 3.觀察陰極電極表面的變化。
- 4.將濕潤了的澱粉碘化鉀試紙移近到陽極中，觀察有關變化。

#### (四). 利用石墨電極電解飽和食鹽水

按以下步驟操作，並觀察石墨表面的變化

- 1.將石墨電極分別接在帶鱷魚夾的導線的一端上，另一端則分別接在學生電源的正，負極上。
- 2.將這兩根石墨棒浸在飽和食鹽水中，打開學生電源，將電壓調至 6~12V 左右(按電解的情況進行調節)，反應一段時間。
- 3.將濕潤了的澱粉碘化鉀試紙移近到陽極中，觀察有關變化。
- 4.利用玻璃棒沾一滴陰極附近的液體，利用 pH 試紙檢測，觀察有關變化。

#### (五). 利用石墨電極分別電解硫酸銅/硝酸銀溶液

按以下步驟操作，並觀察石墨表面的變化

- 1.將石墨電極分別接在帶鱷魚夾的導線的一端上，另一端則分別接在學生電源的正，負極上。
- 2.將這兩根石墨棒浸在硫酸銅溶液中，打開學生電源，將電壓調至 6~12V 左右(按電解的情況進行調節)，反應一段時間。
- 3.觀察陰極電極表面的變化。
- 4.利用玻璃棒沾一滴陽極附近的液體，利用 pH 試紙檢測，觀察有關變化。

## 五.實驗數據收集，分析及處理

## (一). 利用石墨電極分別電解稀硫酸/氫氧化鈉溶液

	現象	相關電極反應式	pH 變化
稀硫酸	在陽極石墨棒上有_____產生	陽極： _____	
	在陰極石墨棒上有_____產生		
氫氧化鈉溶液	在陽極石墨棒上有_____產生	陰極： _____	
	在陰極石墨棒上有_____產生		
有關的反應方程式：_____			

## (二). 利用石墨電極電解稀鹽酸

現象	相關電極反應式	pH 變化
在陽極石墨棒上_____，氣體使濕潤的碘化鉀澱粉試紙變成_____。 在陰極石墨棒上_____。	陽極： _____ 陰極： _____	
有關的反應方程式：_____		

## (三). 利用石墨電極電解氯化銅溶液

現象	相關電極反應式
石墨棒上_____	陽極：_____
在陽極石墨棒上_____，氣體使濕潤的碘化鉀澱粉試紙變成_____。	陰極：_____
有關的反應方程式：_____	

## (四). 利用石墨電極電解飽和食鹽水

現象	相關電極反應式
在陽極石墨棒上_____，氣體使濕潤的碘化鉀澱粉試紙變成_____。	陽極：_____
pH 試紙變_____	陰極：_____
有關的反應方程式：_____	



(五). 利用石墨電極分別電解硫酸銅溶液

現象	相關電極反應式
石墨棒上_____	陽極：_____
pH 試紙變_____	陰極：_____
有關的反應方程式：_____	

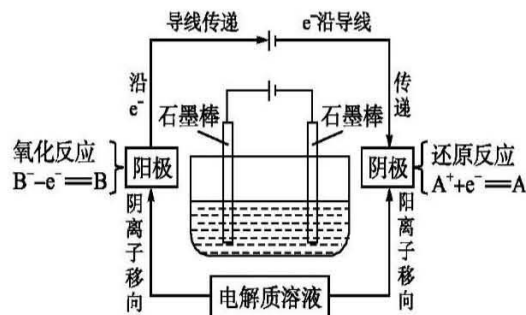
(五). 利用石墨電極分別電解硝酸銀溶液

現象	相關電極反應式
石墨棒上_____	陽極：_____
pH 試紙變_____	陰極：_____
有關的反應方程式：_____	

六.小結

通過以上實驗我們做出如下歸納：

- (1). 以上實驗當電解質溶液接通外接電源後，電子從電源的\_\_\_\_極沿導線流入電解池的\_\_\_\_極，\_\_\_\_離子向陰極移動，在陰極上\_\_\_\_電子，發生\_\_\_\_反應，\_\_\_\_離子向陽極移動，在陽極上\_\_\_\_電子，發生\_\_\_\_反應，電子由\_\_\_\_極流出，並沿導線流回電源的\_\_\_\_極，如下圖所示。



- (2). 確定在陰極和陽極上的放電微粒時，需要依據放電順序：陰極的放電順序就是在陰極上得電子的氧化劑的氧化性由強到弱的順序，陽極上的放電順序就是在陽極上失電子的還原劑的還原性由強到弱的順序。

## 第五課時 電解原理的應用：自製消毒水裝置

在上一節的電解過程中，我們不僅可以用電解法分解  $\text{CuCl}_2$ ，還可以用此法電解許多難以分解的物質，從而生產許多不同的化工產品。下列是電解原理應用的例子。

一.電解飽和食鹽水制燒鹼，氯氣和氫氣

燒鹼( $\text{NaOH}$ )，氯氣是重要的化工原料，產量很大。習慣上把電解飽和食鹽水的工業生產叫做**氯鹼工業**。其相關的工作原理及相關工藝如下所示：

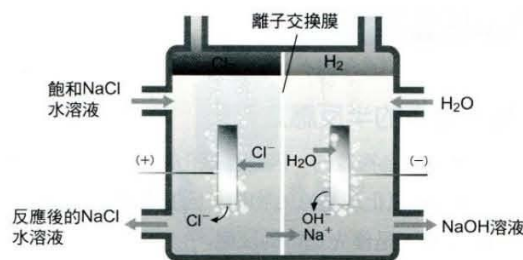
①陽極上的氯離子氧化得氯氣，陰極上的水還原得到氫氣與  $\text{NaOH}$ 。

②陽極(氧化)反應：\_\_\_\_\_

③陰極(還原)反應：\_\_\_\_\_

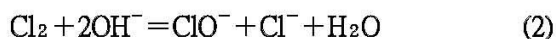
④全反應：\_\_\_\_\_

⑤由於電解陽極得到的  $\text{Cl}_2$  會與陰極產生的  $\text{OH}^-$  發生反應而減少產率，使用**隔膜電解槽法**可解決此問題。



濃食鹽水的隔膜電解槽

**隔膜電解槽法**：在陰、陽極間置離子交換膜。可允許  $\text{Na}^+$  通過，而  $\text{H}_2$ 、 $\text{Cl}_2$ 、 $\text{OH}^-$  不能通過，可阻止下列副反應的發生。



細心的同學可能已經發現副反應二正正就是我們在高一學習氯元素時，生成**消毒水  $\text{NaClO}$**  的反應方程式。下面我們將會利電解飽和食鹽水的方法讓學生自行設計一個消毒水裝置的實驗。

## 二.自製消毒水裝置

### (一).實驗目的

1. 加深了解電解池的工作原理。
2. 通過學習電解食鹽水的原理、閱讀並利用學習過的相關知識通過學生的創新思維設計一個能產生消毒水的裝置。
3. 通過這個探究、創新實驗培養學生的觀察能力、動手能力、創新能力及團隊合作精神。

### (二).實驗用品

儀器：學生電源、石墨棒、導線、燒杯(數個)、帶鱷魚夾的導線若干、導管、硬質玻璃管、U形管、手套

藥品：飽和食鹽水、氫氧化鈉溶液、6%KI 溶液、澱粉溶液、0.5mol/L 硫代硫酸鈉溶液及其他需要用到的試劑

### (三).實驗原理及閱讀資料

#### 1.電解原理

通電前，陽離子和陰離子在溶液中作自由運動。通電時，在電極的作用下，這些自由運動的離子改作定向運動，即陰離子趨向陽極，陽離子趨向陰極。當這些離子到達電極時，就失去或獲得電子，發生氧化還原反應。

#### 2.製作漂白水的原理

漂白水的主要成分為  $\text{NaClO}$ ，生產方法可通過電解飽和食鹽水所產生氯氣及氫氧化鈉混合發生化學反應： $\text{Cl}_2 + 2\text{NaOH} = \text{NaClO} + \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$ 。學生通過設計電解飽和食鹽水的裝置所獲得的消毒水與生活用消毒水的氧化性進行比較。

#### 3.有關氯氣的物理性質

氯氣在通常情況下呈**黃綠色**，是一種有刺激性氣味的有毒氣體，密度比空氣大，**易溶**於水(1 體積水大約溶解 2 體積氯氣)。氯氣的水溶液稱為**氯水**，是混合物。

收集方法：可利用向上排氣法。

檢驗方法(包括檢驗  $\text{Cl}_2$  是不溢出)：用濕潤碘化鉀澱粉試紙，觀察是否變藍色。

有關反應方程式： $\text{Cl}_2 + 2\text{KI} == 2\text{KCl} + \text{I}_2$

尾氣處理：用強鹼液吸收 ( $\text{NaOH}$ )。

#### 4.有關氫氣的物理性質

氫氣是一種無色、無味、密度比空氣小(最輕)的氣體，它難溶於水；具有可燃性，可在空氣中燃燒並放出大量的熱，燃燒時產生淡藍色的火焰並生成水。

相關的反應方程式為： $2\text{H}_2 + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O}$

#### (四).設計要求及相關的控制變量

1.以 4 名學生為一組，通過閱讀上述閱讀資料後**進行討論**，分析如何利用食鹽水及所給的儀器簡單製作一套消毒水生成裝置。

2.製定計劃後將設計概念用合適的方法記錄到設計圖內。

補充：設計可從發生裝置、除尾氣裝置、安全性(是否有氯氣溢出)等進行考慮

3.經老師審閱、提供意見並認為可行後，可到實驗員處領取所需的儀器及試劑。

4.檢查各種儀器是否齊全後學生可自行分工組裝消毒水發生裝置。

5.其相關的參數要求及控制變量：

(1)電解時電壓值為：10V。

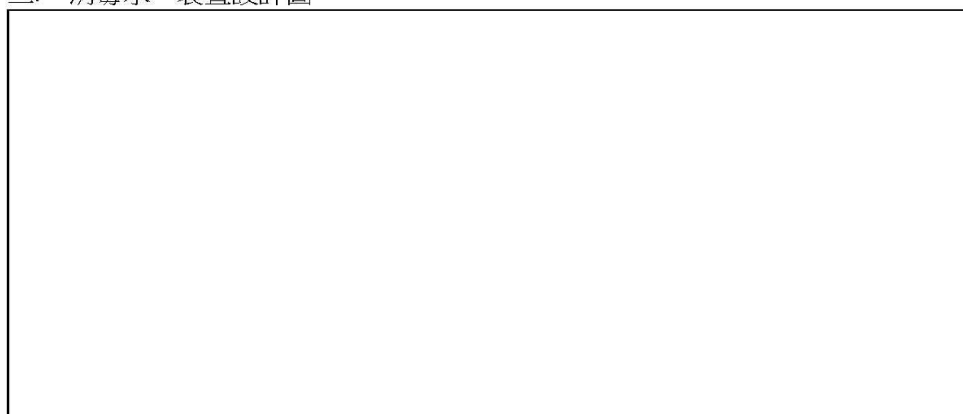
(2)電解時間為：5min。

(3)取樣體積為：10mL。

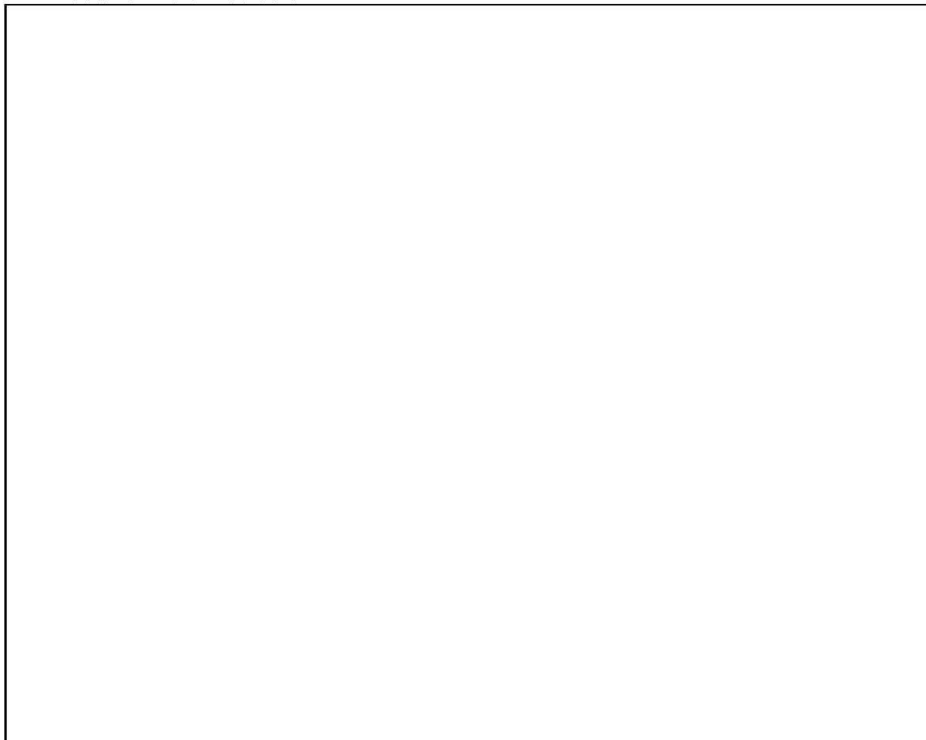
(4)實驗過程中必須佩帶護目鏡及手套，並在開啟抽風設備的情況下才可以開始作業。

6.實驗結束後於取樣溶液中加入10mL 6%KI溶液後再加入5mL的澱粉溶液，用滴定管滴加0.2mol/L硫代硫酸鈉溶液使溶液由藍色變為無色作為滴定終點。比較所用去的硫代硫酸鈉溶液的體積並進行分析。

#### 三.“消毒水”裝置設計圖

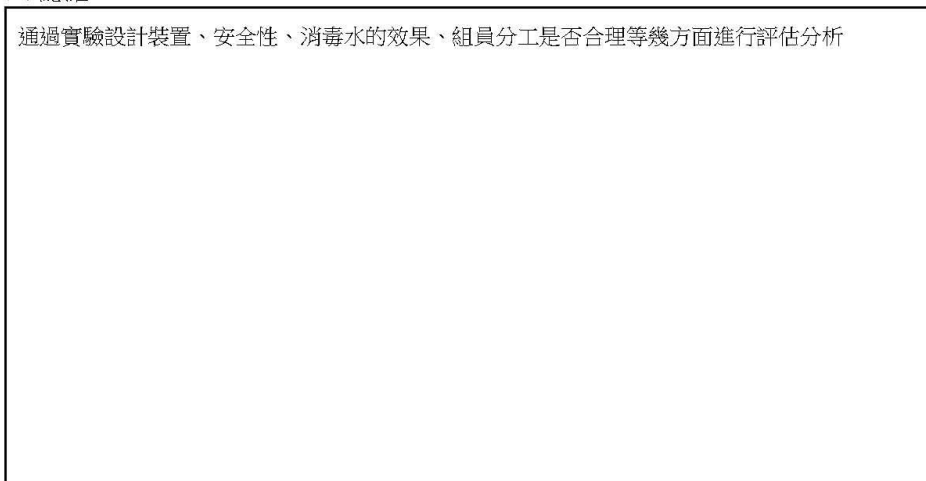


### 三. “消毒水” 裝置設計圖



### 四. 總結

通過實驗設計裝置、安全性、消毒水的效果、組員分工是否合理等幾方面進行評估分析



## 第六課時 活潑金屬是如何提煉出來的

在上一節中我們介紹了電解原理應用的一個重要例子，以電解飽和食鹽水作為其工藝原理的“氯鹼工業”。下面我們將介紹電解原理中另一個重要的應用。

### 一.電冶金屬

在冶煉金屬活動性很強的金屬時，由於這類金屬在化合價時一般都較為穩定，不適合用一般的還原劑使其從化合物中還原出來。於是人們想到使用電解的辦法。

還記得電解質的定義嗎？電解質除了能在水中電離出離子外，一部分電解質在**熔融的狀態**下也能電離出離子，這說明某些電解質在**熔融的狀態**下仍發生電解反應。

例如氯化鈉在加熱到  $801^{\circ}\text{C}$  以上時會融化並發生電離： $\text{NaCl} = \text{Na}^{+} + \text{Cl}^{-}$   
又例如在氧化鋁中加入冰晶石( $\text{Na}_3\text{AlF}_6$ )能使其熔點下降到  $930^{\circ}\text{C}\sim 1000^{\circ}\text{C}$  之間，使氧化鋁融化並發生電離： $\text{Al}_2\text{O}_3 = 2\text{Al}^{3+} + 3\text{O}^{2-}$

其中最為人知的就是天才般的化學家戴維，他和道爾頓是同時代的化學家，戴維利用熔融狀態下的苛性鉀、小蘇打等物質先後用電解的方法分離出鉀、鈉、鎂、鈣等不同的活潑金屬，為科學研究做出很大的貢獻。

所以對於冶煉像鈉、鈣、鎂、鋁這樣活潑的金屬，**電解法**幾乎是唯一可行的工業方法。下面我們將更詳細地分析對電冶金屬的方法。

#### (1) 金屬冶煉的本質

使礦石中的**金屬離子**還原獲得電子，從它們的化合物中提取出來。  
如： $\text{M}^{n+} + ne^{-} = \text{M}$ 。冶煉 Na、Mg、Ca、Al 等活潑金屬，均可用電解法。

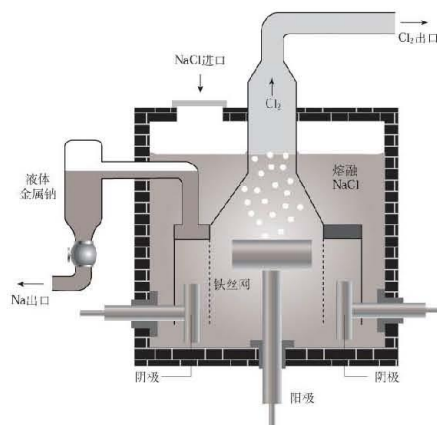
#### (2) 電解熔融的 NaCl 制 Na

發生電離： $\text{NaCl} = \text{Na}^{+} + \text{Cl}^{-}$

陰極：\_\_\_\_\_

陽極：\_\_\_\_\_

總反應式：\_\_\_\_\_



電解熔融氯化鈉制鈉裝置圖

### (3) 電解氧化鋁和冰晶石的熔融體制備鋁

1884年，美國奧伯林學院化學系，有一位叫做查理斯·馬丁·霍爾的青年學生，他應用電解熔融狀態的氧化鋁來冶煉鋁。氧化鋁的熔點很高（2050℃），所以他在氧化鋁中加入了一種能夠溶解氧化鋁而又能降低其熔點的材料——冰晶石（ $\text{Na}_3\text{AlF}_6$ ），使得冰晶石與氧化鋁混合體系的熔點僅在930℃～1000℃之間，而且冰晶石在電解溫度下不被分解，並有足夠的流動性，有利於進行電解，並作出一系列的改良後最後電解出單質鋁。同時，法國化學家埃魯也在同年發明了相同的煉鋁法。

電解法使冶煉鋁的成本大幅度降低，從而使得鋁成為工業上普遍應用的材料。

設備：電解槽，**碳塊**做陽極，

鐵，鎳等金屬做陰極。

陰極：\_\_\_\_\_

陽極：\_\_\_\_\_

總反應方程式：\_\_\_\_\_

助熔劑：冰晶石（ $\text{Na}_3\text{AlF}_6$  六氟合鋁酸鈉），陽極材料（碳）和熔融氧化鋁需要定期補充。

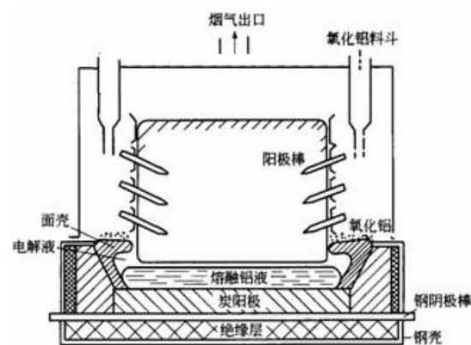


图2 旁插槽示意图

## 二. 電鍍與電鍍的原理

### 1. 電鍍的含義

電鍍是應用**電解原理**在某些金屬表面鍍上一薄層其他金屬或合金的方法。

### 2. 電鍍的目的

主要是使內層金屬與空氣隔絕而不生鏽(使金屬增強抗腐蝕能力)，增加美觀和表面硬度。

### 3. 電鍍的原理

電鍍時，一般都是用**含有鍍層金屬離子的電解質**配成電鍍液；把**待鍍金屬制品**浸入電鍍液中與直流電源的正極相連，作為陰極，用**鍍層金屬**作為陽極，與直流電源正極相連。以下為電鍍各種金屬的例子：

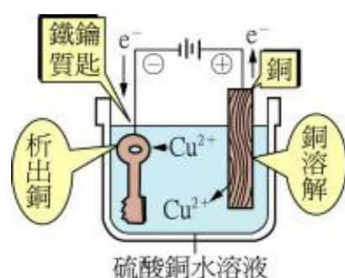
鍍上的金屬	正極	負極	電鍍液的鹽類
(鐵質)鑰匙要鍍銅	銅片	(鐵質)鑰匙	硫酸銅 $\text{CuSO}_4$ (藍色)
銅匙要鍍鎳	鎳片	銅匙	硫酸銨亞鎳(綠色)
銅板要鍍銀	銀片	銅板	銀氰化鉀(無色)

#### 4.電鍍時兩電極的反應

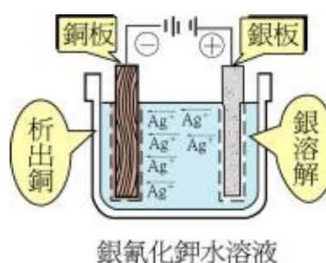
- (1) 正極反應：欲鍍的金屬(當作正極)，失去電子而溶解為金屬離子。
- (2) 負極反應：溶液中欲鍍的金屬離子接受電子，形成金屬原子，而由電解液析出在負極的被鍍物體的表面上。

例 1：鐵質鑰匙鍍銅的反應（如下圖(一)）：

- (1) 負極反應：溶液中的銅離子獲得 2 個電子，變成金屬銅而由電解液析出於鑰匙的表面，即  $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- = \text{Cu}$ 。
- (2) 正極反應：銅片上的銅原子失去 2 個電子，變成銅離子溶於水中，即  $\text{Cu} = \text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^-$ 。



圖(一) 鐵質鑰匙鍍銅的裝置



圖(二) 銅板鍍上銀的裝置

例2：銅板要鍍上銀，則純銀作正極，銅板作負極，以銀氰化鉀溶液為電鍍液（如上圖(二)）。

- (1) 正極反應： $\text{Ag} = \text{Ag}^+ + \text{e}^-$
- (2) 負極反應： $\text{Ag}^+ + \text{e}^- = \text{Ag}$

#### 5.電鍍完成後：

- (1) 因金屬離子在負極形成金屬原子析出，故負極重量增加。
- (2) 因正極金屬溶解，形成金屬離子於溶液中，故正極重量減少。
- (3) 電鍍液中的離子數目保持一定，故濃度不增加也不減少。

【註】電鍍後，被鍍物表面上的金屬薄膜是否均勻堅實，受到溫度、電流強度及電鍍液濃度等因素影響。

至今為止，業界已發展出不同的電鍍工藝技術，可以電鍍出不同種類的金屬，包括鍍鎳、鍍鉻、鍍錫、鍍銀、鍍金、鍍銅等。



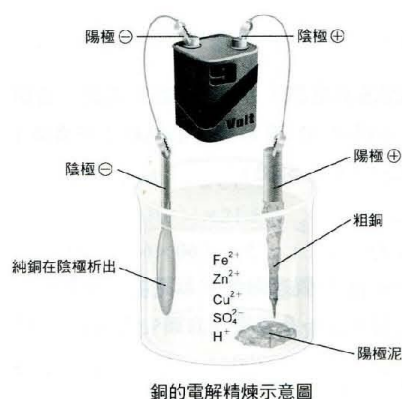
### 三.電解精煉銅

電解原理在冶煉金屬中的另一種要應用就是電解精煉技術，電解精煉是指利用不同元素的陽極溶解或陰極析出難易程度的差異而提取純金屬的技術。電解精煉常用於有色金屬的精煉。如粗銅，粗銀，粗鎳等的精煉

由於銅礦經還原所得到的銅，常含有少量鐵，鋅，金，銀以及白金等其他金屬與雜質而降低其導電性，故一般常使用電解精煉作為銅金屬純化的方法，得到純銅以增加其導電度才能作為電線等工業材料的規格要求。

#### 1.銅電解過程中的電極反應

- (1)陽極為**粗銅**：\_\_\_\_\_
- (2)陰極為**純銅**：\_\_\_\_\_
- (3)電解液為硫酸銅與硫酸的混合液。



#### 2.銅的電解精煉與氧化電位關係：

- ①氧化電位大於 Cu 者，以離子狀態存於水中，例如  $Zn^{2+}$ ， $Fe^{2+}$ ， $Sn^{2+}$ 。
- ②氧化電位小於 Cu 者，不氧化而掉落於陽極底部，稱為**陽極泥**，例如：Au，Ag，Pt。
- ③**陽極泥**，所出售得到的金額往往足以支付大部分電解精煉銅所需的電費。

## 第七課時 有關電鍍的探究實驗

### 一.實驗目的

- 1.了解電鍍池的基本工作原理
- 2.通過實驗進一步認識電解精煉銅的工作原理
- 3.通過改變實驗中的參數(如電壓、電極板距離、電解液的濃度)對生成物速度的影響讓學生自行進行探究
- 4.培養學生的觀察能力、動手能力、思維能力

### 二.實驗用品

儀器：學生電源、石墨棒、銅片、導線、燒杯、帶鱷魚夾的導線若干、吹風機、間尺

藥品：硫酸銅溶液(1mol/L)/ (2mol/L)/ (3mol/L)

### 三.實驗原理

#### 電鍍原理

電鍍時，一般都是用含有鍍層金屬離子的電解質配成電鍍液；把待鍍金屬制品浸入電鍍液中與直流電源的負極相連，作為陰極，用鍍層金屬作為陽極，與直流電源正極相連。通入低壓直流電，陽極金屬溶解在溶液中成為陽離子，移向陰極，這些離子在陽極獲得電子被還原成金屬，覆蓋在需要電鍍的金屬制品上。

電鍍後被鍍物質的質量，受到溫度、電流強度、電壓強度及電鍍液濃度等因素影響。

### 四.實驗步驟

(一).以銅極為陽極，電解硫酸銅溶液

按以下步驟操作，並觀察石墨表面的變化

- 1.將石墨電極及一片銅片分別接在帶鱷魚夾的導線的一端上，另一端將連接石墨電極的導線接在學生電源的負極，將連接銅片的導線接在學生電源的正極。
- 2.將這兩電極浸在硫酸銅溶液(1mol/L)中，打開學生電源，將電壓調至 6~12V 左右(按電解的情況進行調節)，反應一段時間。
- 3.觀察陰極及陽極電極表面的變化。

(二).通過改變參數分析對生成物速度的影響

1.以 6~8 名學生為一組，通過討論分析下列變量可能對(陰極)生成銅的速度的影響關係並設計出合理的探究方案進行探究。

(1)可通過改變電壓值進行分析 (自行設計實驗表格)

(2)可通過改變兩電極的距離進行分析 (自行設計實驗表格)

(3)可通過改變溶液濃度進行分析 (自行設計實驗表格)

2.相關實驗的注意事項

(1)因實驗需測量電解前後生成銅的質量變化，故電解前必須先稱量石墨的質量，電解後可用吹風機將石墨表面的水分適當吹乾再進行稱量。

(2)需定量控制每次進行測量的時間(建議測時間為 5min)

(3)當設計好探究的方案後讓老師進行批閱並給出意見後方可開始進行相關實驗。

五.實驗數據收集、相關現象分析

(一).以銅極為陽極，電解硫酸銅溶液

現象	相關電極反應式
陰極上石墨棒_____	陽極：_____
陽極上的銅片質量_____	陰極：_____
有關的反應方程式：_____	

(二).通過改變參數分析對生成物速度的影響 (參考例子)

(1)可通過改變電壓值進行分析

分析結果					

(2)可通過改變兩電極的距離進行分析

分析結果				

(3)可通過改變溶液濃度進行分析

分析結果				

## 第八課時 家用自來水檢測背後的真相及銷售科學大破解

### 一. 實驗目的：

1. 了解自來水中各項水質指標的簡介說明
2. 通過各種實驗的演示，通過學生進行觀察、分析、討論從而了解不同誤導方法背後的原理
3. 了解某些不良銷售的偽科學
4. 提升學生批判性思維的能力

### 二. 實驗材料

儀器：電極棒、可攜式電源、鐵棒、鋁片

試劑：食鹽、酚酞、硝酸銀溶液、草酸鈉溶液、漂白水、余氯試劑、維他命 C、碘液、硫代硫酸鈉溶液

### 三. 實驗內容

(一). 先閱讀以下內容[或由老師利用 PPT 先進介紹]。

- (1) 有關水的基本認識及評價水質的各種指標。
- (2) 我們生活中的用水可能存在哪些風險？

水是生命之源。地球上水的總量約為  $1.39 \times 10^{18} \text{m}^3$ ，主要分佈在海洋中，淡水約占 2.53%，比例甚少，並且大約 70% 淡水分佈在冰川凍土中。存在於湖泊、河流、土壤和地下 600 米之內的含水層中的淡水僅占淡水總量的 30% 左右，可見地球上的淡水資源並不豐富。

我國水資源總量為  $2.81 \times 10^{12} \text{m}^3$ ，居世界第 4 位。但我國人均占水量只有  $2.35 \times 10^3 \text{m}^3$ ，只有世界人均占水量的 27%，耕地平均占有的河川年徑流量也只有世界平均水平的 80%，所以是一個水資源比較貧乏的國家。

水本身是潔白無瑕的，但當水中雜質的數量達到一定程度後，就會對人類環境或水的利用產生不良影響，水質的這種惡化稱為水的污染。為了保護水資源、防治水污染，必須加強水環境污染的分析工作。

#### 水質指標

水及其雜質共同表現的綜合特性，叫做水質。衡量水中雜質的標度叫做水質指標。

水污染程度之水質指標，依性質分為：物理性、化學性及生物性指標

### 1.物理性指標

- (1)水溫：水的溫度。溫度過高或過低的水排入水中會造成污染，可能影響水中生物生長。
- (2)臭與味：「臭」起於溶解性氣體(如  $H_2S$ )和揮發性有機化合物，「味」則係溶解的無機鹽類(如鐵、鋅、鎂、銅、鈉、鉀等)。可由鼻聞、口嚐感知。
- (3)色度：水的色度對造紙、染整、食品業等在視覺上會產生差異。
- (4)濁度：係因水中含有妨礙光線透過的懸浮固體所致，多由懸浮性有、無機物產生，對水生植物和魚類的生長、繁殖有影響。

### 2.化學性指標

- (1)pH 值：大於 7 為鹼性、小於 7 為酸性，會影響生物生長、廢水處理。
- (2)酸度：水中和鹼的能力，會影響水質好壞及水體的自淨作用。
- (3)鹼度：係表示中和酸 $[H^+]$ 之陰離子的含量。鹼度主要來自水中碳酸氫根，有機物、氨、硫化氫於水體中氧化時會產生酸，碳酸氫根等鹼度可將此酸度中和。
- (4)磷：來自於工廠廢水、家庭污水、清潔劑、肥料等。水中含磷濃度高時，表示污染程度高。
- (5)溶氧(DO)：指溶解於水中的氧量。水中溶氧來自大氣溶解、自然或人為曝氣及水生植物的光合作用等。水若受到有機物質污染，則水中微生物在分解有機物時會消耗水中的溶氧，造成水中溶氧降低至成缺氧狀態。

我們生活中的用水可能存在哪些風險？

#### 1.自來水中殘餘的氯氣

##### 氯氣會引發過敏

天氣越來越熱，雖然夏天尚未來臨，但已經有許多人受不了高照的豔陽而紛紛洗冷水澡，但皮膚科醫師仍要提醒民眾，要小心氯引發的皮膚問題。因為水中的氯可能會對皮膚產生過敏及傷害，而吸收過量也會導致高氯血症、酸中毒等。

不過，與我們日常生活息息相關的自來水中，也會加入氯來殺菌，但民眾或許不知道，洗澡或游泳時，水中的氯可能會破壞皮膚或頭髮中的蛋白質，這也是為什麼部分民眾游泳過後會導致肌膚敏感、乾燥或發癢。

### 洗澡洗出癌症來？一項研究發現洗得愈久或空間愈小風險愈高

洗澡也可能危害身體健康！由於自來水普遍含有氯仿等揮發性有機物，中國醫藥學院職業安全與衛生學系教授吳焜裕研究發現，因洗澡而吸入揮發性有機物造成的致癌風險大於百萬分之一。這項研究也發現，洗澡時間越長或浴室空間越小，致癌風險也相對提高。

現行法規對於飲用水揮發性有機物的管制標準往往僅考慮飲用進入體內所造成的影響，忽略揮發性有機物從自來水擴散到空氣中，特別是淋浴時經由肺臟吸收至人體，造成潛在性危害。

### 2.水「透明」非乾淨！水管藏鐵銹看不到

別以為家中流出來的水是透明的，就以為水很乾淨，其實家中水管卡了鐵銹污垢，清洗水管的師傅說，用特殊機器加上檸檬酸清洗水管，流出來的水黑黑的就像石油一樣，還有的是暗紅色，水管裡頭有氧化鐵，甚至有的是綠色，代表水管含有銅綠。



### 3.看不到的硬水

硬水是含有高濃度礦物質的水，尤其是含有高濃度的鈣和鎂。雖然人體可以透過飲用硬水吸收水中的礦物質，但若是礦物質補充過量或長期飲用硬度過高的水，就會對健康造成影響。

工業界為避免礦物質在鍋爐、冷卻塔或其他處理水的設施中沉澱產生水垢而導致故障，經常對水的硬度做監測。

日常生活中硬水會使肥皂及牙膏無法在水中起泡。且會導致熱水爐在鈣離子與鎂離子與碳酸根或者是硫酸根結合從而產生水垢。

看到這裏，大家是否很擔心自己家中的食用水安全呢？

(二).對上述內容有初步的認識後，由老師扮演推銷員將以下常見的，具有欺詐性的銷售手法向大家展示開來。

1.神奇水質測量法 電解棒法(1)

以電解棒，插入水樣中，加入少量食鹽(增大導電能力)，通電(3V)電解後發現水體逐漸變黃，說明自來水不乾淨，鐵管生鏽了。

謎思破解：寫出你認為存在的欺詐原因及可能的相關化學原理

2. 神奇水質測量法 電解棒法(2)

以電解棒，插入水樣中，加入少量食鹽(增大導電能力)，通電電解後發現水體逐漸變渾濁，說明自來水不乾淨。

謎思破解：寫出你認為存在的欺詐原因及可能的相關化學原理

3. 神奇水質測量法 電解棒法(3)

以石墨棒作電解棒，插入水樣中，加入少量食鹽(增大導電能力)，再加入數滴神奇試劑，通電電解後發現水體逐漸變紅，說明含有很多雜質。

謎思破解：寫出你認為存在的欺詐原因及可能的相關化學原理



#### 4. 神奇水質測量法 試劑法(1)

在自來水中滴加幾滴神奇試劑，很快我們發現自來水出現混濁，說明含有很多雜質(很多氫離子)。

謎思破解：寫出你認為存在的欺詐原因及可能的相關化學原理

#### 5. 神奇水質測量法 試劑法(2)

在自來水中滴加幾滴神奇試劑，很快我們發現自來水出現混濁，說明含有很多雜質。(水的硬度很高)

謎思破解：寫出你認為存在的欺詐原因及可能的相關化學原理

#### 6. 神奇水質測量法 試劑法(3)

在自來水中及蒸餾水中分別滴加幾滴余氯測試劑，很快我們發現自來水變黃，說明自來水含高含量的余氯。

謎思破解：寫出你認為存在的欺詐原因及可能的相關化學原理

(三).其他常見的欺詐手法

**超級漂洗劑及超強抗氧化劑左旋維他命 C**

- 1.將浸有醬油污漬的濕紙巾放到超級漂洗劑中觀察現象。
- 2.將裝有碘酒的燒杯中加入左旋維他命 C 並觀察現象。

謎思破解：寫出你認為存在的欺詐原因及可能的相關化學原理

**四.實驗總結**

通過老師(出色的銷售員)講解有關不同欺詐式的銷售實驗，寫出你對這一堂學會了些什麼呢？