

簡易化學實驗——電解

蕭次融

國立臺灣師範大學化學系

一、前言

現行高級中學化學實驗手冊，共四冊自民國七十四學年各校使用。其中部分實驗因所使用的化合物或所製備的化合物氣味比較難聞或恐會有害於健康，致有部分實驗不太為學校化學教師所歡迎，而將學生實驗改為教師示範實驗，甚至改在黑板上演示，失去原設立化學實驗的意義而偏離了高中化學課程所設立的目標：「透過實驗活動、培養科學態度、熟練科學方法，以解決問題」以及「從化學實驗，建立化學基本概念，期能成為科學工作者」。因此咸認有從環保意識檢討化學實驗的必要。

近年來國人環保意識日漸提高，對公害的抗議時有所聞，而我國多數學校又毗鄰商店居家。化學實驗若有難聞氣體例如氯氣、二氧化氮、二氧化硫等外洩或汙水排放，恐將遭居民指責與社會批評。為今之計，現行化學實驗教材，應從環保意識上，全盤加以檢討以期改進。

二、化學實驗之改進比較容易而可行的方法有二：

- (一) 減少化學藥品用量，由現行的常量化學實驗改為半微量化學實驗，試劑原以毫升量取者改以滴數計量，如此可節省試藥十倍至千倍，減少汙染，節省經費，且因用量少易於操作，而節省實驗操作時間。
- (二) 將實驗廢棄物或廢液回收再度使用或留給他項實驗使用或將其處理，經由化學反應變為無害後排放。例如劇毒的六價鉻 CrO_4^{2-} 、 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 收集後留做為氧化劑，經還原為無害甚至有益的三價鉻 Cr^{3+} 後排放。又如具有刺激性臭味的二氧化硫廢氣可使其通過氫氧化鈉而被吸收，轉變為無害的亞硫酸氫鈉，可當做還原劑

使用，最後變為可用的白粉硫酸鋁或硫酸鈣等留供他項實驗使用。

本篇介紹「簡易電解」，實驗教材與本刊115期第39頁所刊登者略同，於此不重複，曾經在教師研討會討論過，認為簡易可行，但宜先列為「課外實驗」試用以觀教學效果。因此將研討會教師試做的結果，依照原教師手冊編寫方式寫下，以供教師參考。

實驗九 簡易電解

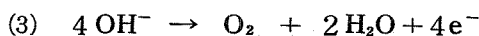
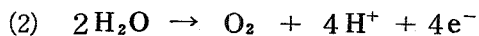
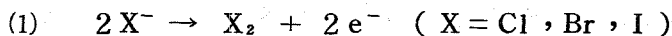
壹、預習報告

1. 說明

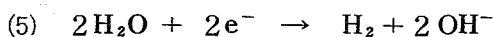
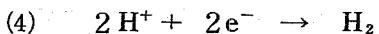
本實驗與高中化學實驗手冊的第二冊「實驗十五電解碘化鉀溶液製碘」以及第三冊的「實驗二氯及漂白粉」和「實驗三碘的製備及鹵素離子的檢驗」有關，可當做課外實驗指導學生複習或統整有關電解的實驗。本實驗所使用的器材都是相當簡單的，甚至日常生活用品，而且操作簡單，試藥用量甚少，故不具危險性，學生在家裡就可以做，尤其篇末所提幾個問題可供學生做進一步的探討研究。這些實驗探討與一般的實驗不同，沒有食譜式的詳細操作說明，希望學生自由發揮，自行設計實驗，享受由實驗發現事實，找尋答案的樂趣。教師從旁指導宜多提示解決問題的可能途徑與需要探究的徵結所在，不宜直接告訴操作的方法。由探究過程學習化學是最有效的學習化學的方法之一。

指導學生整理電解水溶液所得結果，試導引歸納為下列六類型：

陽極



陰極



電極最好使用1公分長的鉑線（ $\phi 0.6\text{ mm}$ ，NT \$ 60/cm）銲接於銅線（ $\phi 1\text{ mm}$ ，長6公分對折後扭絞成約3公分長，在開叉的一端銲接鉑線），如此可避免電極反應，易於解釋不同電解質的電解現象。若無鉑線，可用迴紋針、大頭針、銅線、鐵釘、鉛筆芯替代，不過要注意陽極的電極反應。

2. 問題解答

〔問9-1.1〕自來水會導電嗎？

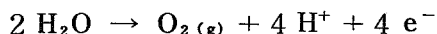
答：會，因自來水含有少量的礦物質等電解質。

〔問9-1.2〕蒸餾水會導電嗎？

答：會，因蒸餾水也溶有少量的二氧化碳。要得電化學上所謂的不導電蒸餾水須要特殊方法製取，不能使用玻璃儀器。

〔問9-1.3〕水電解後在陽極發生什麼反應？產生什麼？

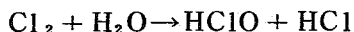
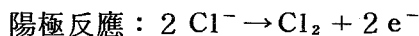
答：在陽極產生氧化反應，產生氧與氫離子：



故陽極附近溶液變成酸性。

〔問9-2.1〕電解食鹽水與電解水的主要產物有何不同？

答：最主要的不同在於電解食鹽水產生氯而氯溶於水則產生次氯酸與鹽酸，如



〔問9-2.2〕在一片有色的花瓣上滴一滴食鹽水後電解，結果會如何？

答：陽極（+極）附近的花瓣，多半會褪色。

〔問9-3.1〕碘化鉀水溶液與食鹽水溶液中最主要的不同是什麼？

答：碘離子與水離子。

〔問9-3.2〕電解碘化物的產物是什麼？如何鑑定產物？

答：碘，用澱粉液可鑑定碘。

貳、實驗記錄

1. 水的電解

- (1) 檢驗所使用試紙對酸鹼的呈色（不同的試紙可能產生不同的顏色，下列試紙的呈色，僅供參考）

(a) 點1滴 食醋 於左邊的試紙，則見試紙呈現① 紅 色；

(b) 點1滴 氨水 於右邊的試紙，則見試紙呈現② 藍 色。

現在所用的試紙，在酸性溶液呈現③ 紅 色，在鹼性溶液呈現④ 藍 色。

(c)在試紙上電解水的結果有何現象發生？⑤ 在陽極附近試紙呈紅色，陰極附近

近呈藍色。

2. 食鹽水的電解

(1) 在試紙上電解食鹽水的結果有何現象發生？⑥ 與⑤相似，不過在陽極附近的紅色中間電極所觸及的地方褪成白色。

(2) 電解食鹽水溶液聞到什麼氣味？⑦ 刺激性臭味。

有何現象發生？⑧ 陰極產生氣泡。

用試紙檢驗電解後溶液的酸鹼性，則

(a) 紅色導線一端的溶液（正極）：⑨ 是酸性。

(b) 黑色導線一端的溶液（負極）：⑩ 是鹼性。

3. 碘化鉀溶液的電解

(1) 電解碘化鉀溶液

(a) 正極一端的溶液：⑪ 呈現黃褐色。

(b) 負極一端的溶液：⑫ 產生氣泡。

(2) 用澱粉溶液檢驗在步驟 3. - (1)電解所得產物，則知：

(a) 正極一端的溶液：⑬ 呈藍色，故知產生碘。

(b) 負極一端的溶液：⑭ 所產生的氣泡是氫。

(3) 電解碘化鉀溶液時，在正極產生⑮ 碘，這是⑯ 氧化反應；而在負極產生⑰ 氫，這是⑱ 還原反應。

(4) 電解碘化鉀溶液時，紅色導線的一端是⑲ 陽極，產生⑳ 氧化反應。

(5) 電解碘化鉀溶液時電極所產生的半反應

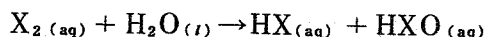
(a) 陽極：⑳ $2 I^{-} \rightarrow I_2 + 2 e^{-}$
 $I_2 + I^{-} \rightarrow I_3^{-}$ ， $(I_2 + H_2O \rightleftharpoons HI + HIO)^{*}$ 。

(b) 陰極：㉑ $2 H_2O + 2 e^{-} \rightarrow H_2 + 2 OH^{-}$ 。

總反應為：㉒ $3 I^{-} + 2 H_2O \rightarrow I_3^{-} + H_{2(g)} + 2 OH^{-}$ 。

(6) 變為紅色的是㉓ 陽極附近。

*[註]：此反應非常的少，由其平衡常數 $K = 2.0 \times 10^{-13}$ 可推知：



$$K = \frac{[H^{+}][X^{-}][HXO]}{[X_2]}$$

於 $25^{\circ}C$ $X = Cl$ 時 $K = 4.4 \times 10^{-4}$

$X = Br$ 時 $K = 7.2 \times 10^{-9}$

$X = I$ 時 $K = 2.0 \times 10^{-13}$