

2022 年【全國科學探究競賽-這樣教我就懂】

高中（職）組 成果報告表單

題目名稱：干「氫」何事

一、摘要

把鋁片分別放入 NaOH(aq)、HCl(aq)、NaOH+NaCl(aq)、H₂SO₄+NaCl(aq)等四種水溶液中，觀察反應中氫氣的產生，再利用打火機點燃，觀察爆鳴聲、火焰，以當作氫氣生成的依據。實驗中觀察到鋁片在鹼性環境中才會產生氫氣，且加入氯離子後反應速率下降。探討發現鋁片在酸性環境中會鈍化而氧化成氧化鋁，進而降低反應速率，而即使加入氯離子仍未觀察到氫氣生成，我們推測是因等待時間不足；鹼性環境中加入氯離子則是因為鈉的同離子效應，導致氫氧化鈉濃度下降，因此反應速率下降。

二、探究題目與動機

高中化學課時，做了一組將鋁片放入 NaOH 溶液，觀察氫氣生成的實驗，當看到拿打火機點燃氫氣時，劇烈的火焰讓我們對於鋁金屬反應性質感到好奇。

學習高中教材知道因為鋁片為兩性金屬，於是當鋁片放入不同的酸和鹼時，因氧化還原反應會生成氫氣。因此打算在課餘時間，加深研究，觀察鋁片在酸和鹼的環境下是否真的都能生成氫氣。還有探討在酸鹼溶液都添加氯離子的情形下，氫氣生成的快慢是否與原本單純酸鹼環境下有差別。

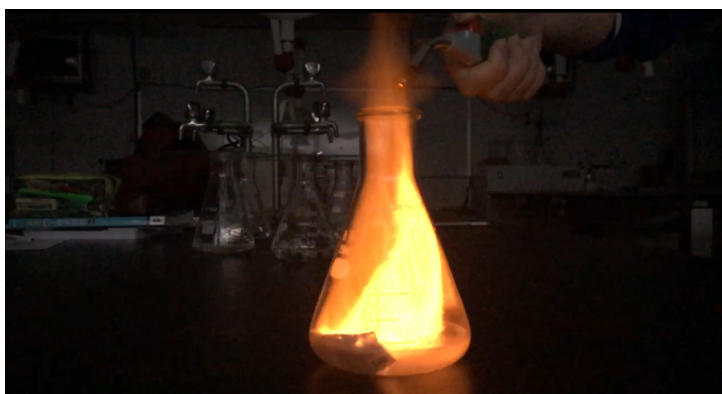


圖1 氫氣的燃燒

三、探究目的與假設

(一)實驗原理

1.鋁的兩性特性

鋁是典型的兩性元素，在酸鹼環境下均會反應產生氫氣。

鋁與酸性溶液反應： $2\text{Al}(\text{s})+6\text{H}^+(\text{aq})\rightarrow 2\text{Al}^{3+}(\text{aq})+3\text{H}_2(\text{g})$

鋁與鹼性溶液反應： $2\text{Al}(\text{s})+2\text{OH}^-(\text{aq})+6\text{H}_2\text{O}(\text{l})\rightarrow 2[\text{Al}(\text{OH})_4]^{-}(\text{aq})+3\text{H}_2(\text{g})$

2.金屬的孔蝕

孔蝕是金屬表面局部被腐蝕產生孔洞，其發生通常需要兩個條件在。第一是材料需具有鈍

態膜，如鋁合金、不鏽鋼、鉻、鈦。其二是所有材料所處的環境必須含有侵蝕性離子的電解質存在，此電解質可為液體、濕的固體、液態薄膜、水滴等不同型態。對鋁合金而言是些侵蝕性離子主要是氯離子、溴離子、碘離子等鹵素離子，尤其是氯離子。

(二)實驗目的

- 1.以打火機點燃放置的錐形瓶並以文字記錄，驗證鋁是否在酸鹼環境均產生氫氣。
- 2.測量鋁金屬同樣的 1M 酸鹼環境下的平均產生氫氣反應時間，比較看鋁是在酸性條件下反應較快，還是在鹼性條件下。
- 3.測量對照組與其他三組變因的平均產生氫氣反應時間，假設氯離子能破壞表面的鋁合金，於是我們添加氯離子，觀察反應的效果。
- 4.以氯離子檢驗對於鋁金屬孔蝕的效果

四、探究方法與驗證步驟

(一)研究架構

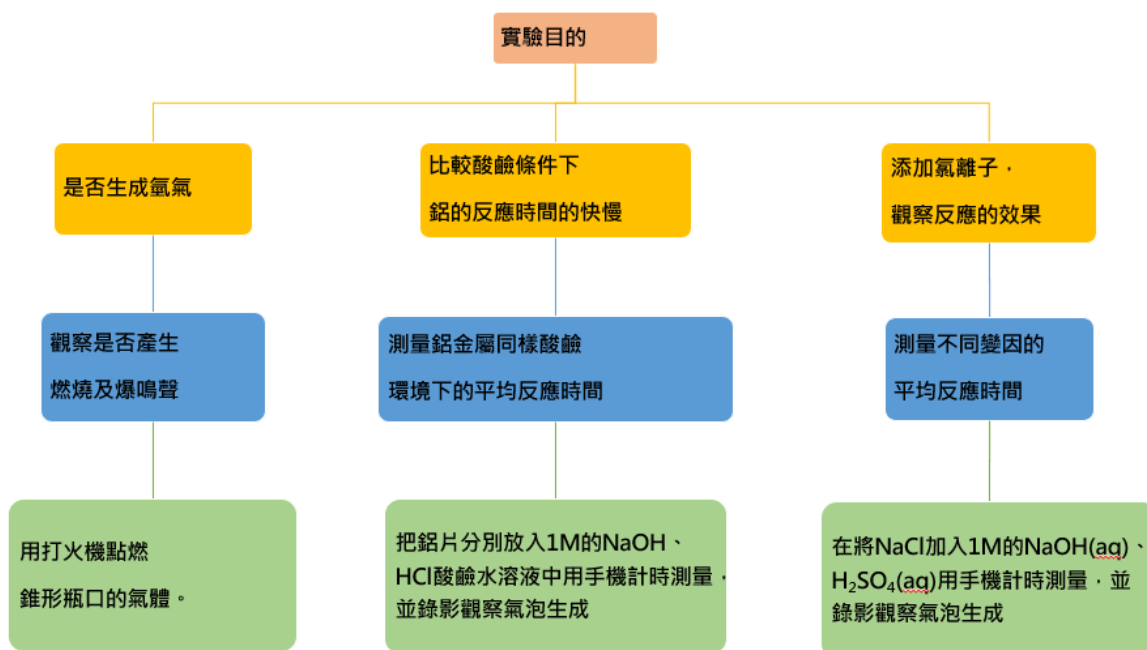


圖2 研究架構

(二)實驗一：觀察有無氫氣的產生

表 1 實驗一結果

| 項目 | 對照組 | | 變因一 | | 變因二 | | 變因三 | |
|--------|---------|-----|--------|-----|--------------|-----|---|-----|
| 溶液 | 1M NaOH | | 1M HCl | | 1M NaOH+NaCl | | 1M H ₂ SO ₄ +NaCl | |
| 燃燒火焰 | ✓ | | x | | ✓ | | x | |
| 爆鳴聲 | ✓ | | x | | ✓ | | x | |
| 氣體生成時間 | 第一次 | 第二次 | 第一次 | 第二次 | 第一次 | 第二次 | 第一次 | 第二次 |
| | 73s | 37s | x | x | 54s | 75s | x | x |
| | 平均時間 | | 平均時間 | | 平均時間 | | 平均時間 | |
| | 55s | | x | | 64.5s | | x | |

結果：於 20 分鐘內統一觀察溶液的反應，再依據表 1 的實驗結果，可以發現圖 3 對照組和圖 4 變因二在兩次的實驗中均有大量的氣泡附著在鋁片上。隨後藉由打火機靠近瓶口即瞬間發生爆鳴聲以及燃燒的火焰，並根據實驗原理，推測確實有氫氣的產生。而變因一跟變因三在兩次的實驗皆無氫氣的生成。

推論：由於酸性環境下氣體生成反應時間不足，或是酸性濃度太低無法使鋁產生氫氣以致於沒有氣體生成的反應所以也就沒辦法產生燃燒與爆鳴聲的現象。

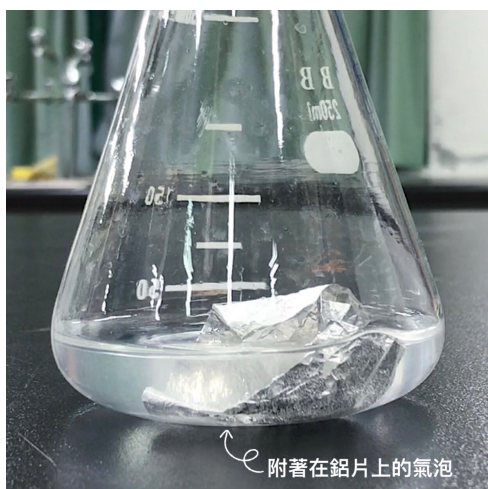


圖 3 對照組的氫氣生成

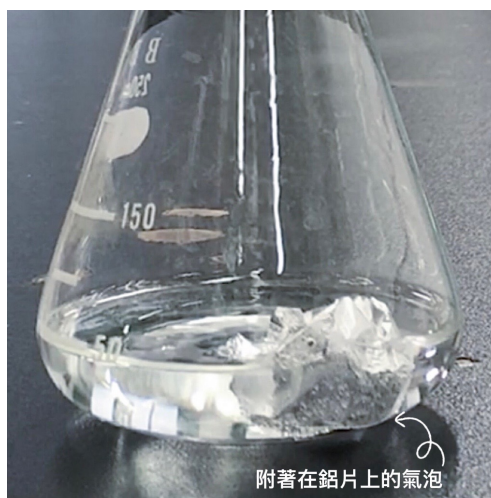


圖 4 變因二的氫氣生成

(三)實驗二：比較酸鹼環境下，氫氣生成的快慢

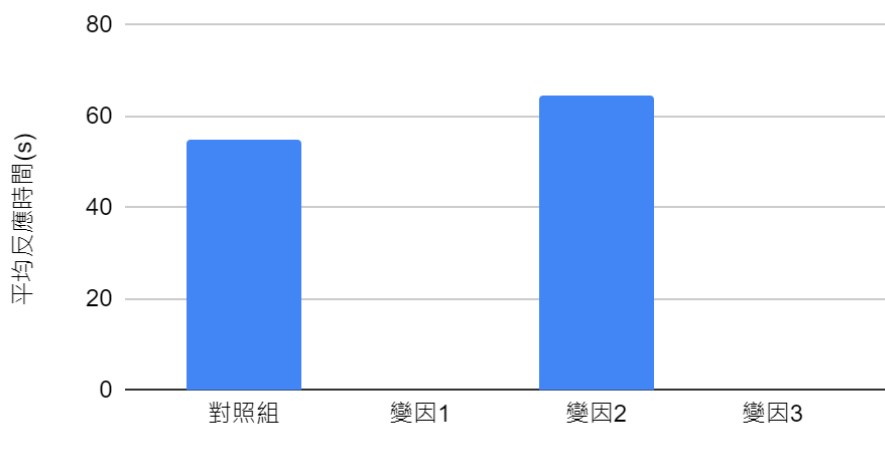


圖 5 平均氫氣生成時間

結果：依據圖 5 氫氣平均生成時間，同為鹼性環境的對照組(1M 氫氧化鈉)和變因二(1M 氫氧化鈉加氯化鈉)皆能夠在 20 分鐘限制下產生反應；而在酸性環境下的變因一(1M 鹽酸)和變因三(1M 硫酸加氯化鈉)由於反應過慢，而無法測出平均時間。

推論：鋁在酸性環境中或空氣中會發生鈍化，而氧化成氧化鋁，所以須藉由氯離子破壞緻密結構，意即需要充足的時間才易發生反應；但在鹼性環境中，其本身會破壞鈍化結構，而形成鋁酸鹽，不影響反應速率，且氫氧化鈉與鋁發生反應時，會放出大量的熱，本身就會使反應速率上升，因此鋁於鹼性溶液會比酸性溶液生成的氫氣速率快。

(四)實驗三：添加氯離子觀察反應的效果

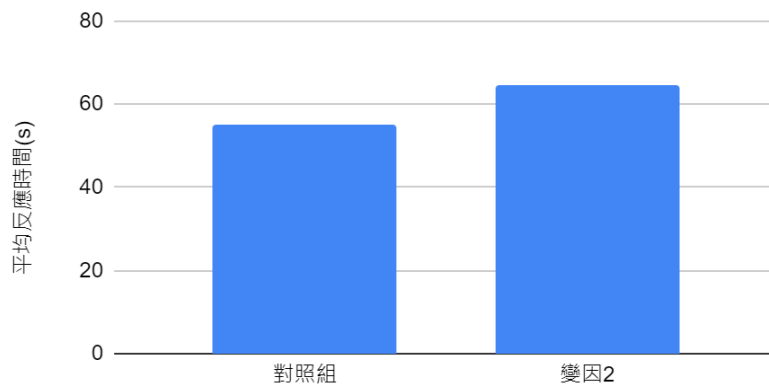


圖 6 平均氫氣生成時間

結果：比較鹼性環境下，由圖 6 可發現對照組的平均氣體生成時間略少於添加氯離子的變因二

推論：由於變因二加入氯化鈉，使鈉離子數量增加，可能發生同離子效應，使氫氧化鈉的濃度下降，導致氫氣生成速率會是對照組大於變因二。

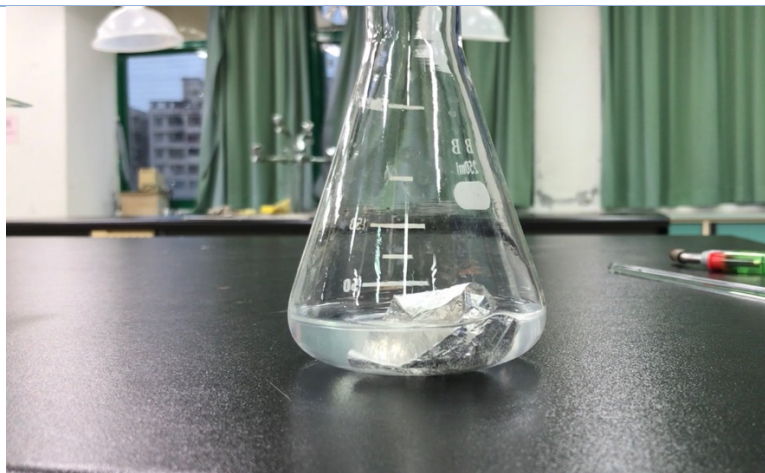


圖 7 變因二的同離子效應

(五)綜合主張：

結果：氯離子對氧化鋁的孔蝕效果並不明顯

推論：根據實驗結果，在酸性環境下的變因一和三，雖皆有氯離子的參與，但對於反應產生氫氣的效果並不理想；而在鹼性環境下讓變因二多添加氯離子，也可能因其他的因素如同離子效應，使效果降低，反而是對照組快於變因二。

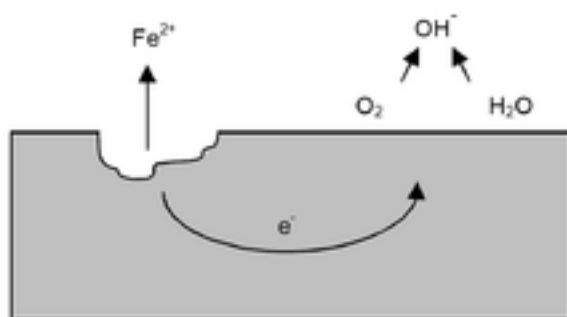


圖 8 孔蝕現象

五、結論與生活應用

(一)結論：1.對照組和變因二都有發生燃燒跟爆鳴聲，變因一和三在兩次實驗則都無發生。

2.鋁於鹼性溶液會比酸性溶液生成的氫氣速率快。

3.在鹼性環境下，添加氯離子的反應速率下降。

4.氯離子對鋁合金的孔蝕效果不明顯

(二)生活應用：1.使用如鋁的鍋子，不論是鋁本身或氧化鋁，皆不可接觸到酸鹼性物質。其皆可能會發生反應而釋放產生鋁離子。

參考資料

鋁的性質。2008年5月7日

取自 <https://highscope.ch.ntu.edu.tw/wordpress/?p=5034>

鋁維基百科。最後編定2021年12月18日

取自 <https://zh.wikipedia.org/wiki/%E9%93%9D>

伽凡尼電池。2011 年 11 月 3 日

取自 <https://highscope.ch.ntu.edu.tw/wordpress/?p=40742>

鋁合金的腐蝕與防治。1991 年 12 月

取自 <https://www.anticorr.org.tw/JCCE/paper/V05/050404.PDF>

選修化學四（上）。

取自 http://www.mingdao.edu.tw/physics/pdf/optional_04.pdf

良醫健康。

取自 <https://health.businessweekly.com.tw/AArticle.aspx?id=ARTL000089281&p=0>