

科學實驗室

黃寶鈿

化學實驗設計之一

題目：銅在鋅與酸的反應中之催化作用

- 一、適合年級：高中二年級。
- 二、配合教材單元名稱：高級中學化學東華書局印行，上册第九章化學反應之速率 9-6.3 催化劑之作用。

三、本實驗活動後，學生應發現之主要科學概念：

- 1 許多反應進行緩慢，但若加入其他物質，則可使反應速率加快，此種物質稱為催化劑。
- 2 鋅與硫酸之反應中，加入硫酸銅，可以加速反應，此種催化劑之作用在於銅離子而不是硫酸根離子。
- 3 硝酸銅(II)、氯化銅(II)也有催化作用，其催化作用之效果一樣。
- 4 金屬銅、銀亦有催化作用，其效果比硫酸銅好。

- 5 有的反應催化劑加得愈多，反應愈快。

四、本實驗活動中學生應發展的主要科學技能：

- 1 觀察加入催化劑及未加催化劑的反應情況。
- 2 測量加入催化劑與未加催化劑的反應時間。
- 3 測量加入不同催化劑的反應時間，及放出之氫氣體積。
- 4 根據觀察、測量、推理，解釋所得之資料。
- 5 控制變因以比較不同條件下之反應速率。
- 6 傳達：圖解不同量之催化劑與反應之時間的關係。
- 7 根據實驗之結果，形成假設。

五、本實驗活動後，學生應達成之行爲目標：

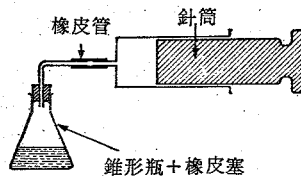
- 1 學生能根據觀察，描述鋅與硫酸反應之情況。
- 2 學生能依據測量，比較催化劑之加入後反應速率之影響。
- 3 學生能根據圖形，說明不同催化劑對反應

速率之不同影響。

- 4 學生能根據實驗結果，寫出鋅粒與銅片混合當催化劑時，所形成之電化學通式。
- 5 學生能將實驗之數據，描畫催化劑之摩爾數對反應時間的倒數之關係的圖形。以及催化劑之摩爾數對反應所放出之氫氣的體積之圖形。
- 6 學生能根據反應，敘明本反應之方程式，及加入催化劑後之反應的可能方程式。

六、實驗器材：

錐形瓶	1	鋅片
玻璃管 (90°)	1	鋅粒
橡皮管	1	硫酸
針筒	1	硫酸銅(II)
氯化銅(II)		硝酸銅(II)
銅片		銀片



圖一：實驗裝置

七、實驗步驟：

- 1 如圖一之裝置妥當。於錐形瓶中，放入30公撮去掉離子的水(deionized water)，並加入0.004摩爾催化劑，使之溶解於水中，然後加入0.025摩爾的鋅粒與10公撮的1M硫酸(0.01摩爾)。注意使每一實驗最初的氫離子濃度保持一定。
- 2 因硫酸中已有硫酸根離子，是否硫酸根離子有催化作用呢？爲了驗證，以其他可溶性銅鹽代替硫酸銅做催化劑，重覆以上實驗，並比較同一反應之時間時所得之產物之量。
- 3 重覆以上活動，但各以0.002，0.004，0.006

，0.008，0.010摩爾金屬銅代替硫酸銅做催化劑。記錄各濃度時的反應時間，及不同濃度時所放出氫氣之體積。

4. 以銀代替銅重覆以上各步驟。比較銅與銀之催化作用，對反應速率之影響。

5. 試以鋅粒做反應物，以銅片為催化劑，並觀察其變化。

八、實驗結果之處理：

1. 反應速率 $\propto \frac{1}{\text{時間}}$ 所以時間愈短，反應愈快。

2. 所放出之氫的體積對銅或銀之摩爾數作圖。

3. 所加銅之摩爾數對反應之時間的倒數作圖。

4. 同一時間內，放出氫氣多者，反應快。記錄同一時間內所產生氣體之體積。

九、實驗結果：

表一 所放出之氫氣體積 (cm³)

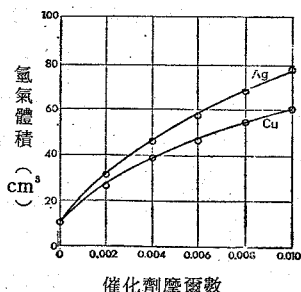
氫氣體積 時間(分) 催化劑	1	2	3	4	5
硫酸銅 (II)	18	32	49	64	83
硝酸銅 (II)	19	31	53	68	82
氯化銅 (II)	16	30	50	63	80

表二 所放出之氫氣體積 (cm³)

氫氣體積 時間(分) 催化劑	1	2	3	4	5
硫酸銅 (II)	18	32	49	64	83
銅	10	22	30	45	60

表三 反應 4 分鐘後所放出之氫氣體積

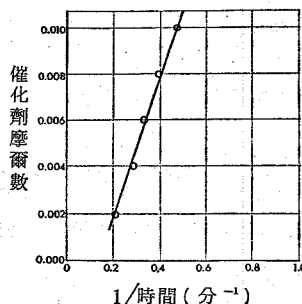
氫氣體積 催化劑 摩爾數	0	0.002	0.004	0.006	0.008	0.010
銀	12	28	47	58	69	79
銅	11	26	39	46	56	60



圖二：不等量之催化劑的影響

表四 收集 35 cm³ 氫氣時之銅摩爾數時反應時間之關係

催化劑摩爾數	0.002	0.004	0.006	0.008	0.010
時間(分)	4.76	3.85	3.13	2.50	2.08
1/時間(分 ⁻¹)	0.21	0.26	0.32	0.40	0.48



圖三：收集 35 cm³ 之氫氣時的銅之摩爾數與時間倒數之關係

十、探討問題

1. 鋅與硫酸之反應很慢，但加入硫酸銅後，則反應加快，為什麼？

2. 硫酸銅、硝酸銅、氯化銅中，那一種離子有催化作用？何以證明？

3. 金屬銅、銀有催化作用嗎？那一種效果較好？

4. 反應速率與催化劑濃度之關係如何？

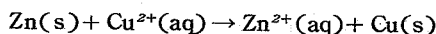
十一、參考資料

1. Philbrick, F.A., and E. J. Holmyard, Theoretical and Inorganic Chemistry (J. M. Dent 1932), P. 323

2. Atkins P.W., & Simons J.P., Physical Chemistry, 1977.

3. 由表一可知硫酸根離子不影響催化作用，因此所得之結果似乎相近，只有實驗誤差之關係而有一點偏差。這點證明硫酸銅中之銅離子有催化作用。

4. 在實驗過程中，有銅之金屬呈現出來，此金屬來自催化劑，其反應如下：



表二為銅或硫酸銅為催化劑時放出氫氣體積之比較，其差異原因為沈澱出來之銅之表面積比加入之銅的表面積大。但相對的鋅的表面積也減小，因此可再加入鋅則反應速率不受影響。因此若使用金屬銅而不用硫酸銅則此效應可消除。

(下接 19 頁)

且構造複雜，體積龐大，以致測定或統計時不易獲得精確的結果。不過，今天由於控制變因下的模型實驗日益可靠，而且電算機的發展一日千里，可大量儲存及處理地學家所收集的繁瑣數據，計量的地球科學研究也快速在開拓中。唯有以準確的數值作後盾，才能把握地球現象的真相，徹底了解其產生過程及來龍去脈，進而對其將來的動態作可靠的預報，提供決策者豐富的參考資料，俾能增進人類的福祉。

最後一點，地球科學的歸納推論型式也有別於理化，後者可以稱為集中型（concentrative type），換言之，物理和化學學者可以靠著少數幾個實驗和一些抽樣於局部地點的證據，就可以寫出一個定律，這是由於人類早就確定了物理和化學現象的均一性和普存性；另一方面，地球科學的概念却屬於分布型（distributive type），因此要確立冰期說之前，還須收集了散布於全球各地千千萬萬個證據，而且這些證據都必須要支持該理論才行，絕不能有所掛漏。

五、結語

由上所述，可知科學是一種探究大自然現象的方法，藉此可用定律說明自然界一切行為活動的型式——包括物質有何結構、能量如何做功、其間之關係又如何，並且怎樣隨時間演變等。各種科學之間，界線本來並不明確，常有重疊現象。地球科學的研究對象為地球環境中的物質和能量，以及其所形成的一切現象，並且向時間和空間兩大方向推衍，時間上要明瞭地球的歷史、空間上要了解地球在宇宙中的位置。

科學家最典型的研究方法為觀察、比較、分類、測量、綜合、分析、實驗，並靠歸納法達成假說，以期充分說明所見之現象。此一假說若能不斷考量，應用於四海而皆準，則成為學說，並可演繹至其他現象。

由於許多地學現象過於龐大複雜，不能帶進實驗室，地球科學主要仍靠實地調查，又由於所處理的問題變數太多，傳統上以定性為主流，但如今電算機的大幅應用已促使地球科學的計量研究十分樂觀，未來的地球科學的前途將會愈趨光明，給人類帶來更大的福祉。

參考文獻

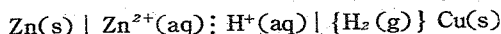
1. 林朝榮（1970）國中地球科學教育的必要，科學教育第15卷第一期，第1～5頁。
2. Mears, B. (1970) The Nature of Geology: Contemporary Readings, New York, Van Nostrand Reinhold. 248 pp.
3. Matthews, W.H. (1971) Invitation to Geology: The Earth through Time, New York: Natural History Press, 148 pp.
4. Bates, R.L. et al. (1973) Geology, D.C. Heath and Company, 541 pp.
5. Press, F. and R. Siever (1974) Earth, W.H. Freeman and Company, 945 pp.
6. 石再添、黃朝恩、張瑞津（1977）美英日三國主要地球科學課程的比較研究，科學教育第八期第54～62頁；第九期第35～40頁。
〔作者現職：國立臺灣師範大學科學教育中心地球科學組助理研究員〕

（上接 48 頁，科學實驗室）

5. 直接比較不同濃度之銅或銀與反應速率之關係，如圖二、表三所示，由圖可示，銅、銀之摩爾數增加時，反應之速率也增加。若以濃度對時間之倒數作圖，可得圖三所示之結果，其結果為直線。這證明反應速率與所加銅之濃度成正比。

6. 若鋅粒與銅片之催化劑一起作用，則大部分之氫氣泡來自銅片只有少數來自鋅。可能之反

應可以電池之通式表示之。



十二、本實驗活動一班二十五組學生所需材料費：約需 500 元。

（本實驗由國立臺灣師範大學化學系講師黃寶鈿提供）