

編序簡易化學實驗介紹(一)

原作者：Hubert N. Alyea

編譯者：黃曼麗 江武雄

一、前言

在這舉世為謀求緩和能源危機，為保護我們的環境，為挽救地球和人類危機而努力的時代裡，我們從事化學教育的人，應該有責任在教學中強調要求人們有效的使用有限的天然資源，同時要減少污染天然環境，使人類免於自尋滅亡之路。基此，我們嘗試編譯編序（Programmed）簡易化學實驗（Armchair Chemistry）供大家參考，期能被選用在國中化學、高中化學及大一的普通化學的實驗課程中。我們也正在嘗試推廣的可行性，並研究推廣時可能遇到的困難。我們將陸續慎重選擇適合於上述程度的化學實驗，提供給讀者參考。

二、本書優點簡介

一、本書所列各實驗項目，彈性甚大，可由教師任選若干專題，作為國中學生至大學一年級學生實驗之用。

二、實驗步驟簡易。

三、實驗所用之儀器不多，可成套裝入用具箱（長20cm，寬14cm，高4cm），若干實驗，並可由學生攜帶用具箱至教室中，各自動手實驗。

四、實驗所用之儀器不多，所用之藥品量少，不但節省經費，同時又節省時間，節約能源，減少污染環境。

五、實驗後所提出的問題，大半與日常生活有關，學生除在問題中獲得應具之化學知識外，且可舉一反三，融會貫通。

六、部分實驗可使用OHP（透明式投映機）示範

教學。

實驗器材

（一）附屬品

1 試劑架（如圖1）前面部分放一塊聚苯乙烯板（Polystyrene），用鑽孔器鑽七個孔，可放七個試劑瓶（容1g藥品）所用的試劑瓶是玻璃瓶且有可推入的蓋子。後面部分放入七個聚乙炔滴瓶（容半呷藥水）。

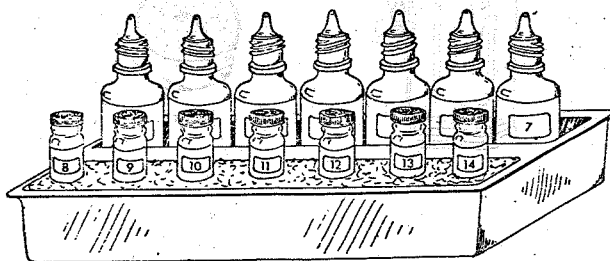


圖1

2 反應盤，裝水用的塑膠瓶，垃圾桶。（如圖2）

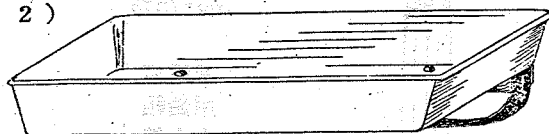


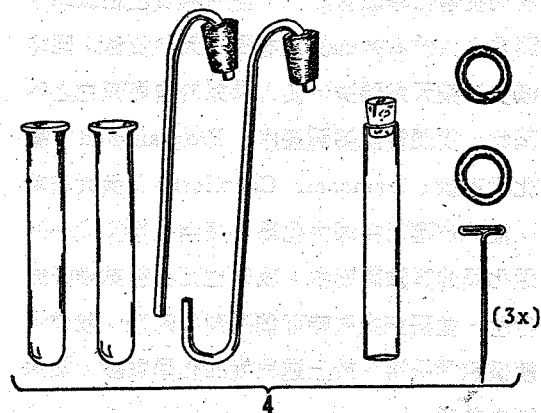
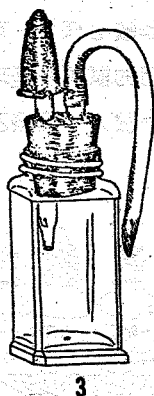
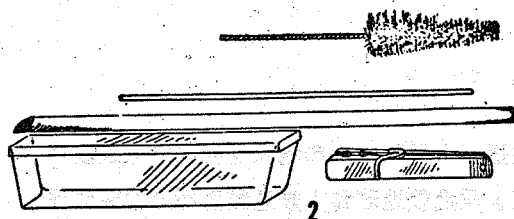
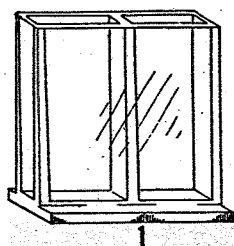
圖2

(二) 簡易化學實驗用工具箱內的器材 (如圖3)

1 透明壓克力槽：透明壓克力製成的小槽，隔成兩部分。它可以裝熱水，但不可裝有機溶劑或超過 6 M 的濃酸，有機溶劑或濃酸須裝入試管或玻璃瓶，再放入小槽中，小槽也可以當作四支小試管 (13×100mm) 的試管架。

2 雜物：刷子、塑膠製的飲料吸管 (6×¼吋)，晾衣夾 (用來夾住試管)，木製攪拌棒或本片 (6×½吋)，塑膠盒或盤 (4×1½×1吋) 橡皮塞 (#00)

3 瓶子裝置：雙孔橡皮塞、玻璃瓶 (3 呎) 橡皮頭滴管，橡皮導管，和塑膠導管。



20 cms
of
Pt-25%
Mo-75%

當電極
用鉑鉬
合金線

8

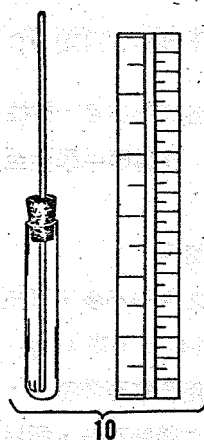


圖 3

4 收集氣體裝置：氣體收集器 (3×½吋塑膠管和塞子)，S型和J形的½吋銅管附有單孔橡皮塞 (#00)，13×100mm 試管 2支，用來將試管支持在架上的“O”形環，在每次使用銅管前用來打開銅管塞子的T字形別針，(將T

字形別針穿入小塞子，容易將塞子拔出。)

5 燃燒用具：石棉條、瓶蓋、焦煤。

6 加熱裝置：酒精灯在使用時較危險，蠟燭較安全，但會形成油煙，須用紙巾擦拭。耐火的雙孔架子。鱷魚形夾用來固定於透明壓克力槽 (可

使用在透明式投映機示範教學)。

7. 電解單元：兩個併連在一起的塑膠試管，兩個塞子，T字形別針兩根鉑—鉍合金線。

8. 電解裝置(不包含在用具箱內)：5×1~ $\frac{1}{2}$ × $\frac{1}{8}$ 吋透明塑膠板，鑽兩個孔(約 $\frac{1}{64}$ 吋)，兩孔距離 $\frac{3}{4}$ 吋，距底 $\frac{1}{4}$ 吋。另鑽兩個 $\frac{1}{8}$ 吋孔，兩孔距離 $\frac{3}{4}$ 吋，距頂2吋。在孔內插入小螺釘帽固定兩根2吋黃銅螺絲。將#24銅絲，鎳鉻絲或鉑絲固定在螺絲上，將9V電池與螺絲連接。(如圖4)

9. 注射筒：附3吋有彎曲性塑膠管，作為移液和測定體積用。

10. 溫度計，M°設計：一支12×75mm試管，罩孔橡皮塞，5× $\frac{1}{8}$ 吋塑膠管(可用細玻璃管代替。)

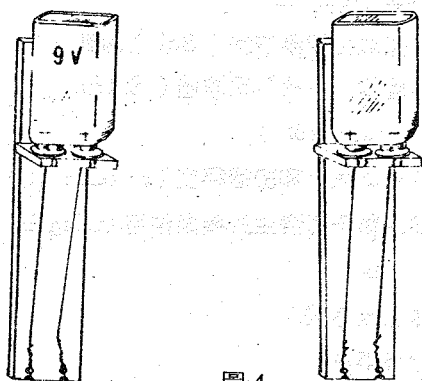
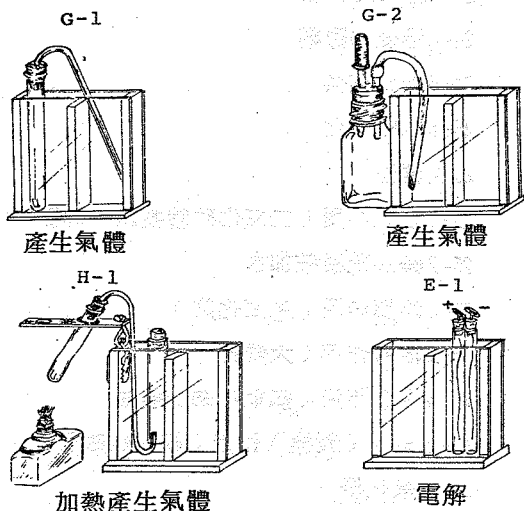


圖4

(三) 利用透明式投映機(O. H. P.)示範實驗之舉例

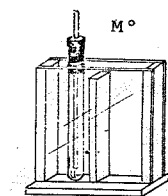


產生氣體

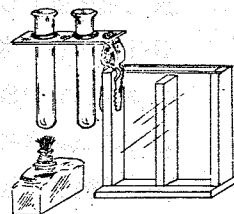
產生氣體

加熱產生氣體

電解



測量溫度和壓力



溶液加熱

四、實驗項目

專題 I：物理變化

1. 在低壓下沸騰
2. 水的蒸餾
3. 樟腦丸加熱
4. 對流與擴散
5. Cartesian潛水器
6. 表面張力

專題 II：電化學

7. 電導度
8. 電鍍
9. 電解水
- 10-1 電解氯化鈉
- 10-2 電解碘化鉀

專題 III：化合(Combination)

11. 分析：點滴試驗(Spot-test)
12. 分析：和酸的反應
13. 分析：焰色反應

專題 IV：分解(Decomposition)

14. 電解水
15. 分解氧化汞
16. 物理變化與化學分解

專題 V：取代(置換)

17. 金屬的化學活性
- 17-1 銅和鐵
- 17-2 銅、鎂和銀
- 17-3 銅、鋁、鎂、和鉛
- 17-4 金屬和氫離子(H⁺)
18. 非金屬的化學活性

專題 VI：氣體的性質

19. 二氧化碳 (CO₂)

19-1 向清石灰水中呼氣

19-2 向加有酚酞的碳酸鈉溶液中呼氣

19-3 將石灰水在空氣中搖盪

19-4 燃燒紙，並用清石灰水檢驗燃燒生成物

19-5 由 HCO₃⁻ 和 H⁺ 製 CO₂

19-6 由塞爾茲蘇打 (Alka-Seltzer) 製 CO₂

19-7 CO₂ 的性質

19-8 CO₂ 比空氣重

19-9 清石灰水加 CO₂

19-10 碳酸氫鹽加熱

20. 一些氣體元素的性質

20-1 氯—漂白作用

20-2 用電解法製氯

20-3 用電解法製氫

20-4 由金屬和酸製氫

20-5 由鋁和氫氧化鈉製氫

20-6 碘的昇華

20-7 由分解過氧化氫製氧

20-8 由氯酸鉀加熱製氧

21. 氣體化合物的性質

21-1 氨的製備

21-2 氨的溶解度

21-3 氨加氯化氫

21-4 硫化氫的性質

21-5 硫化氫的製備

21-6 硫化氫的還原作用

21-7 硫化氫應用於定性分析

21-8 二氧化氮 (NO₂)

21-9 二氧化硫 (SO₂) 亞硫酸根離子 (SO₃⁼) ; 亞硫酸氫根離子 (HSO₃⁼) 的檢驗

21-10 SO₂ —漂白作用

21-11 SO₂ —還原作用

21-12 SO₂ —溶解度

21-13 SO₂ 加氯化氫

21-14 未知溶液的檢驗

專題Ⅶ：其他各方面不同的化學 (Miscellaneous Chemistry)

22. 吸收作用 (Absorption)

22-1 物質被碳吸收

22-2 物質被有機溶劑吸收

22-3 香烟焦油 (Cigarette tar) 的吸收作用

22-4 吸收熱

22-5 用氫氧化鋁作吸收劑

22-6 物質漂浮在油上

23. 膠體

23-1 泡沫 (Foam)

23-2 乳濁液 (Emulsion)

23-3 膠凝體 (Gel)

23-4 煙 (Smoke)

23-5 氫氧化鐵膠溶體 (Sol) 的製備

23-6 硫的“日落”膠溶體 (Sulfur sunset sol)

23-7 粒子大小和濾過程度 (Filterability)

23-8 因離子而發生的凝聚作用 (Coagulation)

23-9 保護膠體

24. 化學平衡

24-1 濃度對平衡的影響—(FeCNS⁺⁺)

24-2 同離子效應 (NH₄⁺)

24-3 壓力的影響

24-4 溫度的影響

24-5 離子交換

24-6 水的軟化

25. 反應熱

25-1 吸收作用 (二氧化矽膠凝體—矽膠)

25-2 鋅加硝酸銨加水

25-3 溶解作用 (氫氧化鈉)

25-4 溶解作用 (大蘇打)

25-5 中和作用 (氫氧化鈉加鹽酸)

25-6 取代 (置換) 作用 (鎂和氫離子)

26. 有機化學

烴的衍生物

26-1 甲醇加氧

26-2 乙醇加初生態氧 [O]

26-3 醃肉熱裂 (Cracking) 溴化作用

26-4 光溴化作用

26-5 酯的水解

碳水化合物, 蛋白質

26-6 糖的本尼迪克試驗 (Benedict's test)

26-7 糖的氫氧化鈉試驗

26-8 藍色瓶實驗 (Blue bottle experiment)

26-9 體積改變 (葡萄糖加氧)

26-10 蔗糖的水解

26-11 澱粉的水解

26-12 澱粉 - 碘試驗

26-13 蛋白質的雙脲 (Biuret) 試驗

26-14 檢驗蛋白質中的硫

酶、維生素

26-15 氧化酵素 (Catalase)

26-16 轉換酵素 (Invertase)

26-17 唾液的作用

26-18 橘子汁中的維生素 C

27. 氧化和還原

27-1 過氧化氫加顏料

27-2 硝酸加銅

27-3 碳加銅礦

27-4 釩酸鉍 (Ammonium vanadate) 加初生態氫 [H]

27-5 容量分析 (過錳酸鉀)

27-6 碘滴定法 (Iodimetry)

28. 反應速率

28-1 濃度 (改變 H^+)

28-2 碘秒錶反應和濃度

28-3 參與作用的質量 (Active mass) (燃燒鐵)

28-4 鋅加氫離子

28-5 壓力 (在氧中燃燒和在空氣中燃燒的比較)

28-6 溫度 (鋅加 H^+)

28-7 過氧化氫分解和溫度的關係

28-8 碘秒錶反應和溫度的關係

28-9 催化劑, 過電壓 (Ovevoltage)

28-10 過氧化氫、銅離子和四氨銅離子

28-11 過氧化氫和不同量的銅離子

28-12 過氧化氫和銅離子 / 鐵離子——共同催化劑 (Co-Catalyst)

28-13 過氧化氫和酒精抑制劑

28-14 碘秒錶反應和汞離子抑制劑

29. 溶解度

29-1 空氣溶於水中

29-2 氨氣噴泉

29-3 完全互溶和不能互溶的液體

29-4 硼酸加水 (溫度的影響)

29-5 碘溶於不同溶劑中

29-6 食物顏料

30. 銀的化學

30-1 鍍銀

30-2 照相術

30-3 用銅取代銀

30-4 用鎂、銅、鋁取代銀

30-5 取代熱

30-6 錯離子 [二氨銀離子 $Ag(NH_3)_2^+$]

30-7 硫代硫酸銀離子 $[Ag(S_2O_3)_2]^{3-}$

30-8 其他化合物 (硫化物)

30-9 氯化銀膠體

30-10 定性分析: 各屬的分離 (Group separation)

30-11 第 I 屬的分析

31. 體積變化

31-1 波義耳定律

31-2 真空中的氣球

31-3 查理定律

31-4 混合液體

31-5 燃燒硫

31-6 從 CO_3^{2-} 和 HCO_3^- 製 CO_2

(下接 75 頁)

平的普通用法。但如果我們用上減法時，情形會如何呢？在天平的一端放物品及 x 克的砝碼，另一端放 y 克的砝碼，若天平保持平衡，很容易便知道物品重 $(y - x)$ 克，因此當我們第二個砝碼重 3 克時，2 克的物品可在同一端放 1 克的砝碼而另一端放 3 克的砝碼稱出來，當 $n = 4$ 時，我們只須 2 個砝碼而不是 3 個砝碼，因此上面的方法並不滿足「最少」的條件，這不是我們所要的答案。那麼答案是什麼呢？

我們假設要稱 1 至 n 克的整數克數時須 ℓ 個砝碼，分別重 w_1 克、 w_2 克、 $\dots$ 、 w_ℓ 克，我們並且假設 $w_1 < w_2 < \dots < w_\ell$ ，當然我們可以取 $w_1 = 1$ ，然後再取最大可能的 w_2 ，使得 2 克可以利用 w_1 與 w_2 稱出，即

$$2 = w_2 - w_1 = w_2 - 1$$

所以可以取 $w_2 = 3$ 。4 克也可以稱出來了，接著要稱 5 克時，必須有第三個砝碼，現在取最大可能的 w_3 ，則

$$5 = w_3 - w_1 - w_2 = w_3 - 1 - 3$$

所以可以取 $w_3 = 9$ ，而且利用 9 分別減去 3、2、1，可以得到 6 克、7 克及 8 克的重量。現在我們可以看出一個法則，則下一個砝碼的重量的最大可能為前面幾個砝碼重量和的兩倍再加 1，然後利用減法可以得到這個砝碼的重量數與前幾個砝碼重量和之間的各個整數克數。我們利用數學歸納法可以得到 k 個砝碼分別重 1 克、3 克、 3^2 克、 $\dots$ 、 3^{k-1} 克所能稱的重量為 1 至 $1 + 3$

$$+ 3^2 + \dots + 3^{k-1} = \frac{1}{2} (3^k - 1) \text{ 克的整數克數}$$

，而下一個砝碼的最大可能重量是 $w_{k+1} = 2 \left[\frac{1}{2} (3^k - 1) \right] + 1 = 3^k$ 克。因此我們所要的砝

碼的重量分別為 1 克、3 克、 3^2 克、 $\dots$ 等等，且當 $w_1 = 1$ ， $w_2 = 3$ ， $\dots$ ， $w_\ell = 3^{\ell-1}$ 時，我們能夠

稱 1 至 $\frac{1}{2} (3^\ell - 1)$ 克的整數克數。因此當 $\frac{1}{2}$

$$(3^{\ell-1} - 1) < n \leq \frac{1}{2} (3^\ell - 1) \text{ 時，共須 } \ell \text{ 個}$$

砝碼，其重量可以取 1 克、3 克、 $\dots$ 、 $3^{\ell-1}$ 克。

但除了 $n = \frac{1}{2} (3^\ell - 1)$ 外，取法並不唯一，例

如當 $n = 7$ 時，除了 1 克、3 克、9 克的取法外，還有 1 克、3 克、4 克；1 克、2 克、6 克；1 克、1 克、5 克； $\dots$ 等等的取法。

最後我們求得原題目的答案如下： $40 = \frac{1}{2}$

$(3^4 - 1)$ ，所以只須 4 個砝碼，其重量分別為 1 克、3 克、9 克與 27 克，而且答案是唯一的。



(上接 71 頁)

32 重量測定

32-1 燃燒鋼絨

32-2 當量 (鎂和 H^+)

32-3 分子量 (Victor Meyer 測定法)

32-4 分子量 (凝固點下降測定法)

專題 VIII：酸、鹼、離標值 (pH) 指示劑

33. pH 指示劑

33-1 酚酞

33-2 溴甲酚綠

33-3 混合指示劑

33-4 萬能指示劑 (Universal indicators)

33-5 用花做 pH 指示劑

34. 酸鹼滴定

34-1 氫氧化鈉的標定

34-2 你的醋合乎規定嗎？

34-3 弱酸和弱鹼的滴定——選擇指示劑
(待續)

II. 參考書

Armchair Chemistry

A Programmed Laboratory Manual

Second Edition

Second Printing

1976

by Hubert N. Alyea