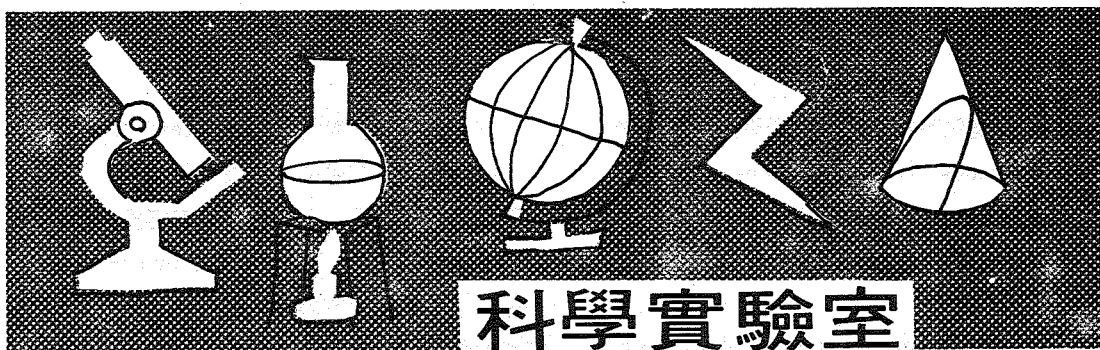




黃寶鈿

化學實驗設計之一

題目：離子的游動

1 適合年級：國中三年級

2 配合教材單元名稱：國中化學第十三章電解質

質 13-3 電解質的導電

3 本實驗活動後，學生應發現之主要科學概念：

(1) 阿瑞尼士 (Arrhenius) 的解離說。

(2) 電解質水溶液中含有帶電的粒子，這些粒子能被陰、陽二極吸引而游動。

(3) 正離子向陰極游動；負離子向陽極游動。

(4) 電解質之水溶液可以導電；非電解質之水溶液不能導電。

(5) 凡固體不能導電，但熔化時可以導電之化合物，其水溶液也一定可以導電。

4 本實驗活動中學生應發展之主要科學技能：

(1) 通電後觀察不同的離子在溶液中的游動情形。

(2) 解釋離子游動之原因。

(3) 預測其他化合物之離子的游動方向。

(4) 電解質之操作型定義。

(5) 電解質與非電解質之分類。

5 本活動後學生應達成之行爲目標：

學生應能—

(1) 指出電解質與非電解質之特性。

(2) 根據觀察，推論其他電解質離子之游動方向。

(3) 區別正離子與負離子。

(4) 列舉數種電解質。

(5) 說出化合物中，正、負離子的名稱。

6 實驗器材：

玻璃管 約 17 公分長 (直徑 1.5 公分)

碳棒

洋菜 (agar) (粉末狀) 3%

碳酸鉀溶液 (5%)

軟木塞

橡皮塞 2

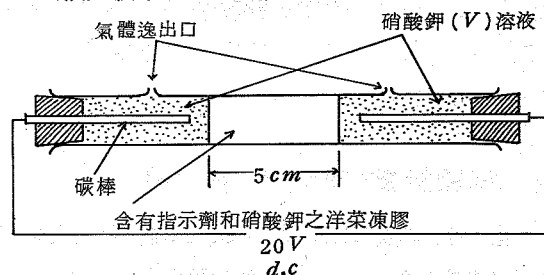
廣用指示劑

電池組或其他直流電源 (d.c 20 volts)

7. 實驗步驟：

(1) 如圖之裝置妥當。

(2) 填充凍膠溶液 (3% 之洋菜於 5% 硝酸鉀溶液)：以一緊而大小合適之軟木塞推入玻璃管內之適當距離處，(軟木塞上先沾一點液體石臘，以減少軟木塞對凍膠之吸附力。) 將含有百分



之五硝酸鉀 (v) 溶液的凍膠加入玻璃管內，至 5 公分深即可。然後用螺絲錐拔出軟木塞，(亦可使用一條牢固的線在軟木塞推入管子前，預先繫住軟木塞；然後再填入凍膠)。

(3) 凍膠冷卻後，玻璃管兩端再填入硝酸鉀 (v) 溶液 (不含凍膠)，以碳棒接好，但碳棒離中間之凍膠必需約 1 公分。再以橡皮塞緊塞兩端。

(4) 通電流：使用 20 伏特，幾分鐘後即可出現顏色之變化。

8 實驗結果之處理：

(1) 兩種不同顏色之離子各向兩極移動，移動之距離與時間可以求出。

(2) 可以比較不同離子之移動時間。

9 實驗結果：

(1) 陽離子之移動可由黃色色帶向陰極之移動得到證明。而陰離子之移向陽極則為藍色色帶。

(下接 35 頁)

當 $k > 2n$ 時, $h^{(k)}(\pi) = 0$

所以, 對於所有的整數 $k \geq 0$,

$h^{(k)}(\pi)$ 也恆為整數

現在我們令

$$H(x) = h(x) - h^{(2)}(x) + h^{(4)}(x) - \dots \\ + (-1)^n h^{(2n)}(x)$$

則由上面之討論知 $H(0)$ 與 $H(\pi)$ 都是整數。又因

$$H''(x) = h^{(2)}(x) - h^{(4)}(x) + \dots \\ + (-1)^{n-1} h^{(2n)}(x)$$

所以 $H''(x) + H(x) = h(x)$

由此得 $\frac{d}{dx} \{ H'(x) \sin x - H(x) \cos x \}$

$$= \{ H''(x) + H(x) \} \sin x = h(x) \sin x$$
 在微積分上的一個性質: $\frac{d}{dx} e^x = e^x$, 將 e 展

$$\text{所以 } \int_0^\pi h(x) \sin x \, dx = H'(x) \sin x - \\ H(x) \cos x \Big|_0^\pi = H(\pi) + H(0)$$

它是一個整數。

另一方面, 當 n 相當大時, 對於 $0 < x < \pi$ 之所有的 x , 恆有

$$0 < h(x) \sin x = \frac{1}{n!} x^n (a - bx)^n \sin x \\ \leq \frac{\pi^n \cdot a^n}{n!} < \frac{1}{\pi}$$

上列最後一個不等式是因為

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\pi^n a^n}{n!} = 0$$

將此不等式各項積分, 得

$$0 < \int_0^\pi h(x) \sin x \, dx < \int_0^\pi \frac{1}{\pi} \, dx = 1$$

此與上列所說的 $\int_0^\pi h(x) \sin x \, dx$ 為一個整數

互相矛盾, 所以 π 不是有理數, 它是一個無理數。

四、總 語

在證明 e 是無理數時, 我們主要的是利用 e

在微積分上的一個性質: $\frac{d}{dx} e^x = e^x$, 將 e 展開成 $e = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{1}{n!}$ 。然後證明它不可能寫成分數

$\frac{k}{m}$ 的形式。而在證明 π 為無理數時, 我們主要的

是應用 $\sin \pi = 0$, $\cos \pi = -1$ 且當 $0 < x < \pi$ 時 $\sin x > 0$ 等性質。在證明了 e 與 π 都是無理數之後, 我們就可以很肯定的說: e 與 π 寫成小數時都是不循環的無限小數。

[作者現職: 國立臺灣師範大學數學研究所所長]

(上接46頁, 科學實驗室)

(2) 移動20分鐘後有紅色與紫色帶之重疊。

10. 探討問題:

(1) 由實驗之結果, 你認為硝酸鉀溶解後, 能解離為兩種不同之粒子嗎?

(2) 鉀離子帶那一種電荷? 硝酸根粒子帶那一種電荷? 為什麼?

(3) 電解質溶液何以能導電?

(4) 什麼力量使正、負離子結合在一起?

11. 參考資料:

(1) 玻璃管上之氣體溢出口的大小並無限制, 只要向外張開即可。

(2) 含電解質之凍膠之配置方法:

於250公撮燒杯中放入100公撮蒸餾水, 然後加入約5公撮硝酸鉀。放在鐵架上以本生燈加熱至沸騰。再加約3克的凍膠粉末並攪拌均勻, 使用小火以免燒焦。當全部凍膠都溶解完畢, 再加入廣用指示劑使溶液帶顏色。

(3) 其他可供試驗之電解質: CuSO_4 , NaOH , NaCl , KMnO_4 , $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, K_2SO_4 等。

12. 本實驗活動一班二十五組學生所需材料費: 約需40元。(只做 KNO_3 電解質時)

[本實驗由國立臺灣師範大學化學系講師黃寶鉅提供]