



油膜實驗的進一步探討



陳偉民

國中化學課本第一冊實驗6-2，是利用簡單的方法，來測定硬脂酸薄膜的厚度，並推算分子之直徑。

學生對這個實驗非常有興趣，因為分子是何等微小，不但肉眼及普通顯微鏡看不到，其質量也是天平所測不出來的，如今竟能由如此簡單的實驗及簡單的計算，得知分子之直徑。

這個實驗的計算很粗略，薄膜的形狀為圓形，為了計算方便，可當作正方形來看，因為本實驗的目的，只是要讓學生對分子之大小有一個概念而已。但筆者認為如果能再添幾個計算步驟，即可使學生對分子之「形狀」也能有概念！因為學生見到「直徑」二字，本能的就會問分子是否都是球形的呢？告訴他：不一定。他馬上又問：那硬脂酸分子是球形的嗎？這時候老師便不得不細說從頭了。

這裏有一個簡單的方法可以說明硬脂酸分子的形狀。

硬脂酸 ($C_{17}H_{35}COOH$) 分子，為十八個碳原子所串成的長鏈狀分子。浮在水面時， $-COOH$ 為親水基 (hydrophilic group) 朝向水，而疏水基 (hydrophobic group) 碳氫端朝上。這層薄膜可視為緊靠站立的長鏈分子所形成的，如圖一。依課本計算，以薄膜厚度為分子直徑，事實上，把薄膜厚度看成分子之「長度」要恰當些。

以下我們引用課本上的數據：

1 硬脂酸溶液的份量為 0.1 克/升；
2 此一溶液 1 公撮，共計 20 滴，一滴溶液的體積是 $1 \div 20 = 0.05$ 公撮；

3 薄膜在計算時可看作方形，每邊長約 5 公分，薄膜面積是 $5 \times 5 = 25$ 平方公分；

另外，我們可查表（或由分子式計算）知道

硬脂酸之分子量 284。便可展開計算：

一滴溶液中所含硬脂酸有

$$\frac{0.05}{1000} \times 0.1 = 5 \times 10^{-6} \text{ 克} \quad (\text{式 1})$$

$$\text{相當於含有} \frac{5 \times 10^{-6}}{284} \times 6 \times 10^{23} = 1.0 \times 10^{16}$$

個硬脂酸分子 (式 2)

課本在計算薄膜厚度時，假設薄膜只含一個分子的厚度，這個假設須有個前提——硬脂酸分子是緊密相靠的，否則，若分子間很鬆散，表面積變大，求出的直徑就比實際為小了。我們有了以上的假設及前提後，只要把表面積平均分給每個分子，就可求出分子的截面積了。

$$\frac{25}{1.0 \times 10^{16}} = 2.5 \times 10^{-15} \text{ 平方公分} = 25 \text{ \AA}^2 \quad (\text{式 3})$$

假設硬脂酸分子的橫截面為圓形的話，則其

$$\text{直徑為 } 2 \times \sqrt{\frac{2.5 \times 10^{-15}}{\pi}} = 5.6 \times 10^{-8} \text{ cm} = 5.6 \text{ \AA}$$

至此我們可以得到硬脂酸分子的大略形狀了（如圖 2），課本所算出之「直徑」20 Å，只是長度，分子橫截面的直徑更小到 5.6 Å 呢！

當然，對學生說明不必引出親水基、疏水基等名詞，只需一步一步演算給他看，自然得出一個長鏈形的分子來，而整段演算只有式 2 需要有分子量及亞佛加厥數的觀念，因此教師可在 6-3 教完之後，再回頭講 6-2 這段。或者以後在課本的編排上，可將這兩節次序互調，因為學習 6-3，並不需要有 6-2 的基礎。

此外，全部運算均引用原有教材之數據，不須重新設計實驗及測量，可依附於原有教材作為補充，甚為簡便。

〔作者現職：臺北縣立新泰國民中學教師〕