

教科書中的錯誤

— 石墨的潤滑性

國立台灣大學化學系 牟中原

在高中化學及大學化學課本中都提到石墨可以作為固體滑潤劑。一般的解釋是基於石墨的平面構造，晶體內面與面之間並無共價鍵而只有較弱的凡得瓦引力，故每層面之間得以滑動，這項解釋可能是錯誤的，或至少不完整。

石墨的晶體構造是由一層一層的平面正六面結構重複而成，同一平面內 C-C 鍵長為 $1.42 \text{ \AA}$ 而面與面的距離是 $3.40 \text{ \AA}$ ，故面與面之間不可能有共價鍵。一般就認為面與面之間可滑動而造成滑潤效果。這項解釋起源於布拉格 (W. Bragg)，他是首先以 X 光繞射法決定出石墨的構造。多年以來這項解釋一直出現在化學教科書之中。但在第二次大戰中，就發現在高空飛機引擎中石墨會失去其滑潤效果。戰後科學家們對它研究，以純淨的石墨在真空中試驗其摩擦係數 μ ($\mu=0.5 \sim 0.8$)，發現其滑潤性遠比其在大氣下的滑潤性為差（大氣中石墨的摩擦係數 $\mu=0.1$ ）。而金

剛石 (diamond) 在大氣中的摩擦係數事實上與石墨差不多！同時試驗石墨在水蒸氣壓力 7 mmHg 左右，其摩擦係數就可以降到正常的低數值。磨細的石墨粉是早為化學家知道是很好的吸附劑，它幾乎可以很容易地吸附任何氣體。因此這意味着石墨的滑潤性起源於它表面吸附着一層氣體分子而能減弱它與被潤滑物之間或石墨顆粒之間的凡得瓦吸引力，而並不是前述一般教科書中的解釋。可能是一般化學家並不知道機械工程師在石墨這方面的研究，以致化學教科書仍保持着相當古老的說法。

根據前面所述，可能有關滑石粉 (talc)， $\text{Mg}_3(\text{Si}_2\text{O}_5)_2(\text{OH})_2$ 的平滑性質的一般解釋也不是正確的。一般認為滑石粉的 $\text{Si}_2\text{O}_5^{2-}$ 在晶體中排列為平面層次構造而造成其滑潤效果，現在也可問滑石的滑潤性是否與它的表面吸附性質較有關係呢？

□

