

氨

董有蘭

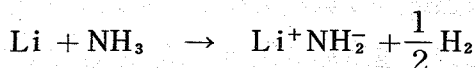
國立臺灣師範大學化學系

氨是我們最熟悉的化學藥品，學生自小學自然科學「認識氨水」單元開始，使用氨的機會很多。下列幾個關於氨的問題與其說明可供教師教學時之參考。

1. 如何使學生明白氨是化合物而不是元素？

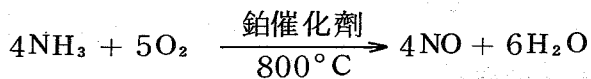
答 這真是個很好的問題。因為氨不像水，可以用電解或其他簡易實驗將氨分成更單純的物質。那麼，如何使學生信服氨的確是化合物，而不是死背或被動接受呢？僅提出下列數點，可做合理的說明。

- ① 由氨之化學式為 NH_3 ，表示氨含有兩種不同元素，當然是化合物（化合物的定義）。
- ② 活潑金屬如鋰、鈉、鉀等與液態氨作用產生氫。



產物氫來自氨，可見氫是氨的成份之一。故氨為化合物。

- ③ 氨可氧化成 NO ，反應為：



產物 NO 中的氮來自氨，可見氮也是氨的成份之一。而另一產物水中之氫也來自氨。可見氨含有氮與氫。此法將氨改成氮的氧化物，是第一次世界大戰時，德國科學家奧斯華德（Ostward）發明，故又稱奧斯華德法，因 NO 可製硝酸，而硝酸是製炸藥不可或缺的原料。商業上也用此法製 NO 。

- ④ 氨加熱分解為氫與氮。工業上利用氨的此一性質及氨易液化，便於運輸，將氨用作供給氫之原料（運輸氫十分困難），此亦可證明氫是氨的成份，而氨為化合物。

2. 新課本上寫 N_2 與 H_2 合成氨時的溫度與壓力是 $400^\circ C$ 及 200 atm 。這與舊教材寫的不一樣，是什麼原故？

答 N_2 與 H_2 合成氨要在高溫高壓下方能產生反應。溫度愈高壓力愈大，反應速率愈大，產物愈多，但高溫高壓很消費能，很不經濟。如加催化劑，可以使需要的溫度與壓力降低些，反應比較容易進行。但催化劑也要花成本，也有不同的性能及成本。故合成氨所用的壓力與溫度，視製造工廠的環境，設備及採用的催化劑而略有不同。

3. 氮與氫的合成反應是發熱的，何以要用高溫？

答 這個問題很好，可以利用以建立“問題意識”，加強學生思考力。解答如下：
從熱力學求得 N_2 與 H_2 化合成 NH_3 的平衡常數，在室溫時是很大的（約為 10^6 ）。但 $N \equiv N$ 的鍵能很大，如果 N_2 不能分解為氮原子，又如何能產生 NH_3 呢？所以在室溫時（ $25^\circ C$ ）氮及氫化合成氨的反應速率幾為零。當然增加反應速率的最好方法是升高溫度。可惜這是個放熱反應。因為



溫度升高此反應平衡常數大大降低。在 $500^\circ C$ 時平衡常數約為 10^{-2} 。故此反應在動力學上的要求（增加速度）與熱力學上的要求（平衡常數大）是互相衝突的。哈柏先生想出一協調方法。他用約 500 atm 的高壓力（使平衡向較小體積，即產物，這一方向移動）及約 $400^\circ C$ 的高溫，再加催化劑（大概是氧化鐵及少量氧化鉀及氧化鋁），終於成功的製得氨。

4. 氨有那些用途？

答 在實驗室氨是最常用的藥品之一。

在工業上氨是製 NO 及 HNO_3 的原料。氮肥硝酸銨，硫酸銨及尿素，都是由氨製得。氨水撒入土中或注射入土，可直接用作肥料。由於氨的鹽類多為水溶性，更加强了氨在工業上的用途。如氯化銨用於鎔焊金屬。磷酸銨用於精製糖及防火衣料。苦味酸銨用於製造炸藥，其威力約與 TNT 相若。碳酸銨用於發酵工業。而氨之用於製有機胺使其在製藥、染料、合成纖維等，工業上的用途甚大。氨也是常用的家庭清潔劑。至於硫化銨在分析化學上的用途更是大家所熟習的。又由於氨價廉，易壓縮，且有很大蒸發熱，所以氨也普遍用作冷凍劑。液態氨也是好溶劑。

5. 氮是不是危險藥物？

答 化學藥物的危險性大概依其毒性及易燃性及易爆性而定。氮易揮發，有臭味，刺激性強烈。濃氮溶液會傷害皮膚、眼睛、黏膜、呼吸氣管。若受氮傷害，立即用水沖洗，並盡速就醫。但空氣中氮之濃度若在 50 ~ 100 ppm (即百萬分之五十~一百以下)，大概不致影響健康。實驗室中用氮時，應在通風櫥中操作。至於藥物的另一危險性：易燃及導至激烈反應以至爆炸，則氮是列為非燃燒物。但與氧仍可引起激烈反應以至爆炸，故氮應與氧化劑藥物隔離遠些。

這也是個好問題，證明老師們注重藥物的危險性而關心實驗室的安全。這樣會提升實驗興趣及實驗品質。

參考資料

1. Gillespie 等，" Chemistry "，1986，Allyn and Bacon Inc.。
2. Demitras 等，" Inorganic Chemistry "，1972，美亞圖書公司。
3. The Merck Index，10 th ed，藝軒圖書公司。
4. McGraw-Hill，Encyclopedia of Science and Technology A部，McGraw-Hill book company，New York，1971。
5. Academic，American Encyclopedia，A部，Arete Publishing Company，Inc.，Princeton, New Jersey，1981。