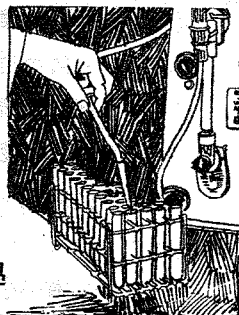




十一月份化學教室

從一位國中化學教師來函說起



魏明通

國立臺灣師範大學

壹、十月底，科教中心收到一位國中化學教師的來函，我覺得這一位教師的想法、做法很對，值得公開來研討並介紹給各位教師。此一封信的內容是這樣的：

老師：

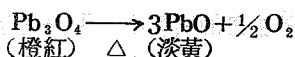
您們好！首先向您們致無上的敬意——為國家的科學教育的改進工作不辭辛勞地奔走、揮汗、苦思、……。

我是化（65）甲的學生，今年如願地分發到苗栗獅潭國中實習，從事於國民中學科學教育的紮根工作（教化學、物理）。有一天，上化學第一冊，實驗2-1時，打算讓學生們做這個實驗。於是照著課本自己先試了一下，看看會不會有問題發生。結果發覺鉛丹和氧化鋅加熱，無論如何均做不出和課本相同的結果。鉛丹加熱不但不變成淡黃色粉末，反而變得更深的紅色（祇有最底下極小部份有變色，此為一線索），而冷卻後又恢復原來顏色，屬一種暫時變化。氧化鋅則毫無變化……。

於是我一面告訴學生要忠於實驗，結果和課本不同沒關係，另方面趁着沒課時，自己又反覆地做了好幾次實驗：

（I）首先我考慮到：依課本P-23 所

述：鉛丹（ Pb_3O_4 ）由橙紅色粉末（室溫）加熱變成淡黃色，應該是由



（II）其次我想：在試管中的 Sample 和空氣接觸着，加熱時空氣中的 O_2 仍和 Pb_3O_4 不斷地接觸，那麼 Pb_3O_4 要如何失去 O_2 而變成 PbO 呢？

（III）又根據資料的記載， Pb_3O_4 的製造，乃是利用 PbO 在高溫時（ $400 \sim 500^\circ\text{C}$ ）氧化而成的，因此想到使生成的 PbO 不再接觸 O_2 ，而利用坩堝。

（IV）結果仍然失敗。追究原因乃坩堝中仍有 O_2 的存在。而 Pb_3O_4 放出的 O_2 也會繼續被接觸着。又由前幾次的實驗，壓在最底下而無法接觸空氣的部份有些微的變化。於是考慮到 O_2 的消除！

（V）本想加碳粉於鉛丹的表面，可是考慮到本章所述乃“熱對物質的影響”而碳粉的加入不但和 Sample 混雜，且碳粉的變化不易觀察到（學生會誤認，祇有鉛丹受熱影響，而碳粉毫無變化）於是靈機一動，採用最簡便之法——“塞入幾小片衛生紙”。

(VI) 加熱等衛生紙燒完之後，果然鉛丹大部份變成了淡黃色（偶爾會混有鉛）。而用坩堝效果更佳。於是證實了我的想法沒錯！祇是這種方法會使實驗顯示“兩種物質（衛生紙和鉛丹）同時呈永久變化。在本章採用此法是否欠妥？

於是有小小的建議：

(1) 是否在本實驗中把鉛丹刪掉，或是以其他藥品取代（我也正在找），以免除教學上的困擾。

(2) 若要繼續採用，能否加入一小段的說明“在放鉛丹的試管中（坩堝更好），塞入少許的衛生紙，加熱後觀察兩種物質有何變化，是屬暫時或是永久？

(3) 氧化鋅的問題目前尚未解決，而何以呈黃色（是否牽涉到能階問題？）能否煩請老師加以指點，感激之情無以言表！

步出校門，初為人師，誠惶為恐，而深感為人師之不易，更有「教學相長」之深切體認。因此，對您們的精神就愈加地佩服與景仰！

恭祝

愉快

看過這一封信時，我覺得很高興，因為這一位教師具有時時刻刻不忘記發現問題、探究問題及解決問題的科學態度。這隨時隨地發現問題，解決問題的科學態度是二十世紀科學時代的每一個國民，尤其是科學教師所必備的。因為科學家無止境的發現問題，探究問題及解決問題，科學才能夠不時的在進步，科學的發現及發明才會無限的增加。關於這一封信實際內容方面我的回答是這樣的。

(一) 我們都知道任何一種科學實驗都有誤差；

有的是可決定的誤差，有的是不可決定的誤差。一般中小學教科書裡的實驗即盡量找出普遍性的，誤差較少而任何學校即能夠做到的為編輯原則而編的。可是仍免不了有一些因素（例如所購買的試劑已變質或不純等）的影響所做的結果與教科書的結果不一致，而我想你的原因可能上述成分較多，為了證實我的想法將師大化學系藥品室的鉛丹拿來做實驗，結果與教科書的結果一致，我還到台北縣永和國中問教師們有關本實驗實施的結果及實地看學生的操作，結果都很滿意的。或許這一位教師所用的藥品不純或已變質了。

(二) 其次，我很欣賞這一位教師探究而解決問題的過程。既然 Pb_3O_4 是由 PbO 在空氣中強熱結果所成的，因此這一位教師設法要隔絕空氣。事實上不必如此的， Pb_3O_4 實際上是 $Pb^{II} \cdot Pb^{IV}O_4$ （即 $PbO \cdot PbO \cdot PbO_2$ ）所成， PbO_2 是很強的氧化劑加熱易分解而放出氧而生成 PbO 的，此反應在較低溫度（比 PbO 與氧再結合的溫度）就可進行，這一點與 HgO 在空氣中加熱時能夠分解為汞及氧一樣。至於這一位教師在加熱前加碳粉、衛生紙等就是加還原劑使 Pb_3O_4 （實際上是 PbO_2 ）較易還原，因為衛生紙燃燒成碳而可使 PbO_2 還原，其本身被 Pb_3O_4 （實際上是 PbO_2 ）氧化成二氧化碳。這一位教師的發現在探究問題、解決問題方面具有寶貴的價值。可是全第一冊第二章教材裡恐怕不能使用。因為那裡要學生探究的是熱對物質的影響，也就是看看單獨的物質在加熱前，加熱時及加熱後怎樣改變；不是討論物質與物質的交互作用（也就是 Pb_3O_4 與 C 的氧化還原反應）問題。惟在上課時提起學生留意也很值得的。

氧化鋅因為鋅結合力極強，加熱到 $1400^\circ C$ 直接昇華，在普通酒精燈溫度只能使其核外電子提升至激態，由激態恢復到基態時放出黃色波長的電磁輻射線。對於其晶體結構沒有改變。

(三) 常常聽到中小學教師說每年的科學展覽

找不到適當的題目可做……我覺得這一位教師所做的我們可以效法。也就是說，從教科書裡找科學研討的題目。在國中化學教科書裡有很多的實驗。這些實驗做的結果是不是都如書本或教師手冊都一樣？如果不一樣時，你可以設法探究其原因。或是改變其他變因（如溫度、壓力或試劑等）看看結果如何？教科書的實驗有沒有改良的？或另設計一符合於教學目標的新實驗……等等都是科學研究最好的題目，也就是科學展覽最好的材料。希望各位中小學教師們盡量從這一方面來着手，相信有很大的成果。

貳、十月中旬台灣省國民學校教師研習會舉辦兩星期各縣市科學中心小學輔導員研討會。在會上各位輔導科學的教師提出目前所用小學自然課本中有關化學方面的疑難問題，由我協助解答。我想這些問題可能也是全省各小學教師所共同的問題，分別介紹如後：

一、燃燒蠟燭做氧占空氣五分之一的實驗，結果水進入瓶中超過五分之一，如何解釋。

答：很可能燃燒前及燃燒後沒有調整瓶內與瓶外的水面相等（即瓶內氣體壓力等於大氣壓）的緣故。在密用瓶中燃燒蠟燭時，因消耗瓶內空氣中的氧，因此瓶內氣體壓力減少，因為大氣壓較瓶內氣體壓力大，一見水進入瓶中超過五分之一。如果燃燒前調整瓶內及瓶外水面相等後記一記號於瓶壁，燃燒後再調整瓶內及瓶外水面相等而再記一記號於瓶壁。將瓶取出，用量筒加水於瓶中測量到各記號的體積，即可得氧占空氣的約五分之一。

二、鋼鐵、熟鐵作何區別？

答：一般來講鋼鐵與熟鐵刀因鐵中所含碳的量不同來區別的。熟鐵又叫做鍛鐵，為普通鐵中最中純粹的，含碳量的0.2%。熟鐵的組

織呈纖維狀，質柔軟而富展延性，因此可做鍛接。熟鐵通常用作鐵絲、鐵釘、鐵鏈、鐵錨及電磁的鐵心等。

鋼鐵含碳量約在0.1~1.5%之間。從鼓風爐所得的生鐵（含碳約2~4.5%）經煉鋼廠冶煉，調整其中所含的碳量而有軟鋼（含碳0.2%以下）、中碳鋼（含碳0.2~0.6%）及硬鋼（含碳0.6~1.5%）的區別。軟鋼富展延性、可代替熟鐵製造鐵絲、鐵釘及鐵鏈等；中碳鋼可用於製造鐵軌、鐵筋及其他建築結構材料；硬鋼，性堅硬，可用於製造刮鬍刀片、鑽頭及外科器具等。

三、達克隆、耐綸、人造絲與棉布等有那些性質可以鑑別？

答：達克隆、耐綸為以石油為原料的石油化學工業產物，不溶於酸性及鹼性的溶液；人造絲即以纖維素為原料經氫氧化鈉處理後溶於二硫化碳壓入稀硫酸中所成的再生纖維素，可溶於濃氫氧化鈉溶液中。棉布為纖維素所成，點火燃燒只生成二氧化碳與水。惟近年來市售的紡織製品往往是耐綸與棉纖維交互混合織成或人造絲與達克隆混合的。因此不易識別。

四、如何講解人們身上穿的衣服，部份是石油工業產物做原料做成的。

答：石油是數種碳氫化合物混合起來的，在煉油廠可分餾成各種成分。耐綸為石油分餾所得的已烷（ C_6H_{14} ）為原料所製1.6-己二胺與己二酸聚合而成的高分子化合物。下面一個實驗或許能夠幫助你讓學生了解由石油工業產物可做衣料。

1. 實驗器材：

小燒杯（50ml）2個

5% 1.6-二胺基已烷水溶液

5 %氯化已二醣的四氯化碳溶液

5 %氫氧化鈉溶液

鑷子

玻璃棒

2. 實驗步驟：

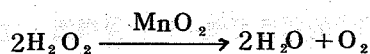
在第一個燒杯中加入 10 ml 的 1.6-二胺基已烷水溶液，並滴加氫氧化鈉水溶液約 20~25 滴。在第二個燒杯中加入 10 ml 的氯化已二醣的四氯化碳溶液。很小心地把第一燒杯內的溶液慢慢加入第二燒杯中（可沿燒杯壁加入），不要攪拌也不要讓兩液體混合。觀察兩液體的接觸面，是不是產生一層白色薄膜？如果有，即生成耐綸纖維。小心用鑷子把這耐綸纖維拉出並捲在玻璃棒上。繼續轉動拉出耐綸纖維直到不再產生白色薄膜為止。

五、水的電解如無電器，依課本方法進行鉑片何處可取得？可以何物代替？以鋁片替代，氫氣產生極多，氧氣幾近停頓？如何解釋？

答：我想此地所講的電器可能是指蓄電池或直流電源或整流器而言。如果沒有這些電器時可使用手電筒用乾電池四個串聯起來代替。鉑片可由理化儀器行購得。如果買不到，可用碳棒代替，把用過的乾電池打開，中間與鉛筆心一樣的黑色棒就是。惟使用碳棒做電極時，陽極所產生的氧較少，這一點原因尚不甚明瞭，很可能所產生的氧一部分氧化碳棒所成的。鋁片不能做電極，因為鋁比氫活潑，可與水（其中的 H^+ ）反應而生成氫氣，鋁本身氧化成鋁離子，這時起化學反應而不是單純的水之電解。

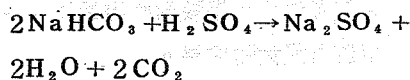
六、以雙氧水及二氧化錳製氧，方程式如何？

答：此一反應是雙氧水的分解反應，二氧化錳只是催化劑而已。如果只雙氧水，加熱亦能使其分解而放出氧的，二氧化錳的存在使分解反應的活化能降低，在常溫也容易進行。



七、一般用滅火器，藥劑使用粉劑加水，其成分如何？

答：通用的滅火器的原理為碳酸氫鈉與硫酸反應而產生二氧化碳以滅火的。器內盛碳酸氫鈉溶液，器頂懸吊硫酸一瓶，遇到火警時將筒倒立，則硫酸流出與碳酸氫鈉反應而產生二氧化碳而噴射到火源以滅火的。



二氧化碳氣體受熱易擴散，滅火效力會減少，因此近年來使用泡沫滅火器，以明礬（或硫酸鋁）代替硫酸，在碳酸氫鈉裡滲入一些甘草粉來做為起泡劑。如此滅火器射到火焰時二氧化碳被泡沫包裹不易擴散。

八、釉的原料為長石、石英、白堊土及硼砂等粉末混合所成。將其加熱熔化後經冷卻、磨碎，加水調成糊狀塗於瓷器表面，在窯中強熱即熔成玻璃狀的釉。

九、鉛字的成分是什麼？焊錫的成分呢？

答：鉛字的成分為 5 % 錫，20 % 銻及 75 % 鉛所成的合金。焊錫為 50 % 錫與 50 % 鉛所成的合金。

十、硫酸銅水溶液中加上酒精為什麼會有硫酸銅沈澱？

答：因為硫酸銅在酒精中的溶解度較在水中溶解度低。

十一、鋁可以和碳酸氫鈉起作用而產生泡泡呢？

答：在常溫時不起作用。

十二、磁鐵能否吸引鋅？應發的金屬標本 11 號鋅鐵能吸引，是否不純的鋅？

答：感磁性的金屬只有鐵、鈷及鎳。鋅應該不能被鐵吸引。11 號金屬可能是鋅與鐵的合金，因此才會被磁鐵所吸引。