

創意微型實驗—微型木材乾餾

方金祥

創意微型科學工作室

chfang1273@yahoo.com.tw

「木材乾餾」在化學教師之教學和學生的學習過程中是一項很重要且又非常有趣的化學實驗，進行木材乾餾最重要的目的是實驗結果能明確地在木材乾餾過程中得到所產生之氣體（可燃性與不可燃性）、固體（木炭）及液體（焦油）等三項乾餾產物。在現行國中教材中之木材乾餾實驗，其材料是用衛生竹筷（免洗筷），在進行乾餾實驗時，會產生一股刺激難聞的氣味而污染了實驗室的空氣，同時使用酒精燈來加熱，偶有遇到實驗疏忽時而弄倒酒精燈的情形，進而發生酒精燃燒或爆炸之危險性。

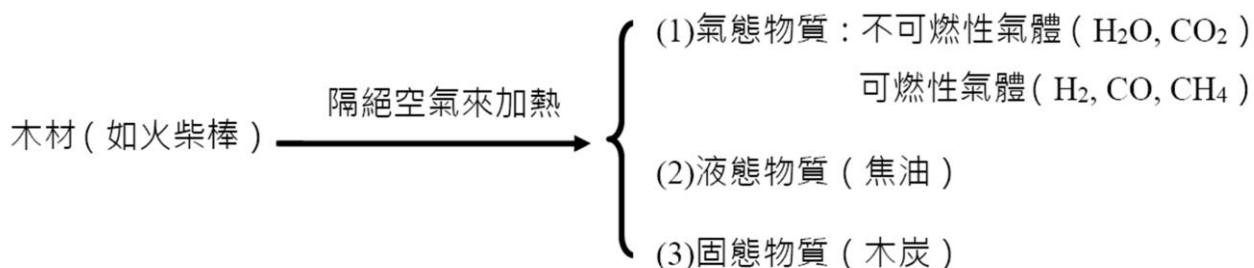
有鑑於傳統式的木材乾餾在實驗時仍有其缺點，本文為因應教師創新教學之需，來設計成低成本且安全的「微型木材乾餾裝置」，使木材乾餾實驗兼具安全、經濟、低污染且有趣的實驗，在實驗室及一般教室中皆可操作，教師的教學演示或學生親自操作將會更為方便、快速、安全與有趣，且能激發

教師帶學生做實驗的意願與更能引起學生實做的興趣，因此對自然與生活科技領域教師之創新教學定會有莫大的助益與成效。

■ 原理

木材乾餾的原理是將木材或竹材隔絕空氣加熱之，而使其分解的過程。簡單地說，就是在實驗室中利用鋁箔紙將木材或竹材如木筷、竹筷、木質牙籤或火柴棒等包裹起來隔絕空氣加熱時，會將木材或竹材中之成分加以分解。由於木材的成分是一種含有碳（C）、氫（H）、氧（O）等成分之植物纖維，在乾餾過程中會分解產生三種狀態的物質，一為氣態物質如水蒸氣（ H_2O ）、二氧化碳（ CO_2 ）等不可燃性氣體以及氫氣（ H_2 ）、甲烷（ CH_4 ）、一氧化碳（ CO ）等可燃性氣體，二為液態物質之焦油，三為乾餾後之固態物質如黑色木炭。

木材乾餾的反應可以用下式來表示：



■ 微型木材乾餾裝置之設計與製作

一、材料

瓦斯點火器 (市售) 1 個、鋁線 (直徑 2 mm, 長 50 cm) 1 條、鋁箔紙 (5 cm x 5 cm) 1 張、火柴 1 盒, 如照片一所示。



照片一：瓦斯點火器 (左)、鋁線 (中)、鋁箔紙 (右)

二、設計與製作

1. 準備一支市售的瓦斯點火器。
2. 將一條鋁線的一端在瓦斯點火器上捲成 5 圈螺旋狀之鋁線圈, 再將鋁線的另一端捲成較小的 4 圈的螺旋狀之鋁線圈, 如相片二所示。



相片二：兩端捲成螺旋狀之鋁線圈

3. 將捲成較大的 5 圈螺旋狀之鋁線圈套入瓦斯點火器的前端上, 並用膠帶固定之, 如相片三所示。



相片三：鋁線圈的套入瓦斯點火器的前端

4. 將較小的 4 圈螺旋狀之鋁線圈拉至瓦斯點火器的出火口上方當作木材乾餾的支架, 即組裝完成「微型木材乾餾裝置」, 如相片四所示。



相片四：組裝完成之「微型木材乾餾裝置」

■ 實驗操作及化學教學演示

1. 將 2 支使用過的火柴棒置放在一張 5 cm x 5 cm 鋁箔紙的上方, 然後再將一支火柴棒交錯地置放在 2 支使用過的火柴棒的上方, 並使火柴棒露出鋁箔紙約 2 cm

左右，如相片五所示。



相片五：火柴棒置放在一張 5 cm x 5 cm 鋁箔紙的上方

2. 將鋁箔紙捲住火柴棒，如相片六所示。



相片六：鋁箔紙捲住火柴棒

3. 將鋁箔紙的末端折回來，然後再將鋁箔紙捲成長條狀，使其更為緊密，如相片七所示。



相片七：將鋁箔末端折回後再捲成長條狀以呈現緊密的狀態

4. 將露出鋁箔外面的一支火柴棒拔出，使捲成長條狀之鋁箔上方留一出口，如相片八所示。



相片八：將露出鋁箔外之火柴棒拔出

5. 然後將捲成長條狀之鋁箔插入微型木材乾餾裝置之鋁線圈中，並調整出口朝上，如相片九所示。



相片九：將鋁箔捲插入鋁線圈中

6. 以手握住瓦斯點火器，經點燃後間接加熱之，經加熱約半分鐘左右，會有白色煙霧從鋁箔上方出口冒出來，如相片十所示。



相片十：點燃瓦斯點燃器間接加熱之

7. 鋁箔上方出冒出來的可燃性白色煙霧，受到瓦斯點燃器上方之火引燃，而在鋁箔捲上方出口產生持續火焰燃燒著，相片十一所示。



相片十一：鋁箔上方出口處有火焰燃燒起來

■ 實驗結果

- 木材乾餾過程中所產生之可燃性氣體經引燃後，火焰在一分鐘之內會逐漸轉強，隨後又漸漸轉弱，約經 1 至 2 分鐘後，火焰會自動熄滅，待鋁箔捲上方出口處之火焰熄滅之後，再關掉瓦斯點燃器。
- 待鋁箔捲冷卻之後，再將鋁箔紙打開，便可見到乾餾後的產品—木炭，及殘留在鋁箔紙上之少量焦油，如相片十二所示。



相片十二：火柴棒乾餾後的產品—木炭

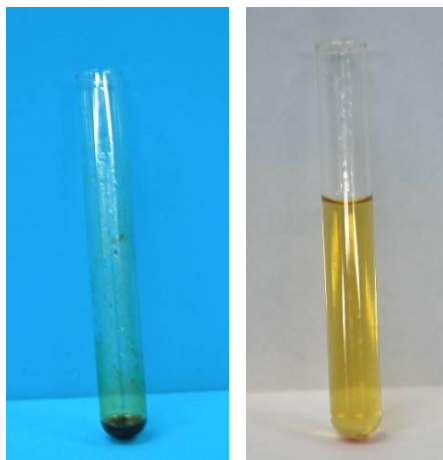
3. 乾餾材料亦可用牙籤替代火柴棒來進行乾餾實驗，其乾餾產物—木炭，如相片十三所示。



相片十三：牙籤經乾餾過程後
轉變而成之木炭

4. 本實驗過程除了可看到可燃性氣體之燃燒及得到乾餾後的固體產物「木炭」之外，還有液體產物「焦油」會留在鋁箔紙上。將留在鋁箔紙上之「焦油」以酒

精溶解，然後再用蒸餾水稀釋約十倍時，便可得到「焦油」，如相片十四所示。



相片十四：乾餾後收集到的焦油（左），
將焦油溶於酒精中（右）

■ 實驗注意事項

1. 乾餾實驗完畢後，需等待插在裝置上之鋁箔捲完全冷卻後才能取出，以防手指頭被燙傷。
2. 包住火柴棒的鋁箔紙之末端必須緊密，以防加熱時氣體由鋁箔紙底端逸出。

■ 微型木材乾餾裝置之特點

1. 乾餾架以彎曲自如的鋁線捲成螺旋狀線



相片十五：前完成使用酒精燈加熱之微型木材乾餾裝置

圈，直接固定在瓦斯點燃器上方而成，組裝及操作容易且安全。

2. 反應快速、時間節省，約 1 至 2 分鐘內即可完成乾餾實驗。
3. 取材方便、只需 1~2 支點燃過之火柴棒或牙籤即可進行乾餾實驗。
4. 節省鋁箔，只要一張 5 cm x 5 cm 鋁箔即可。
5. 利用瓦斯點火器當作加熱器，勿需用酒精燈，加熱及終止加熱操作自如，可增加實驗之安全性。

■ 結語

本創意微型科學工作室以往曾完成一系列微型木材乾餾裝置，效果皆非常好，唯一美中不足之處是仍然需要用到酒精燈來加熱，如相片十五所示。

本文所設計之微型木材乾餾裝置，在組裝實驗及拆卸整理上皆非常容易，操作簡單又安全。材料取得容易，價格非常低廉，且毋需使用酒精燈來加熱，避免掉不當使用酒精燈加熱之危險性。本套微型木材乾餾裝置

每套價格約在三十元左右，在木材乾餾過程中只要耗用1支至2支火

柴棒或竹製之牙籤及耗用更少的鋁箔紙即可進行實驗。因其用量少，乾餾之初所逸出之不可燃性氣體較少，整個實驗過程比較不會有異味之氣體產生而污染實驗室的問題，因此除在實驗室進行實驗之外，還可在一般教室內進行。加熱時既不必將包住火柴棒或牙籤之鋁箔做移動的動作，也不必將火源移動，因此也不會有傳統式使用酒精燈之安全疑慮問題等。故本實驗所設計的改良型的微型木材乾餾裝置可在兩三分鐘之內來完成木材乾餾實驗，甚或可收集到固體（木炭）、液體（焦油）乾餾產物及將可燃性氣體（甲烷、氫氣及一氧化碳）產物加以燃燒，實可稱之為低污染安全之實驗裝置，為配合綠色化學最適合之綠色實驗。