

中華民國第四十五屆中小學科學展覽會
作品說明書

國中組 理化科

031621

簡單去味法第二部曲

臺中市立五權國民中學

作者姓名：

國三 簡宜貞 國二 李瑋婷 國二 簡廷欣
國二 詹明瑾

指導老師：

羅維權 林姝如

作品名稱：「簡單去味法」第二部曲

壹、摘要：

實驗的重點在「一氧化碳的去除效果」上面，經實驗與分析數據，得到以下結論：

- 一、在含有CO的密閉空間中，放入 2wt%的 NaHCO_3 水溶液，CO的減少比例可達 40%以上。
- 二、在 CO 含量較多的密閉空間中，2wt%的檸檬酸鈉水溶液去除 CO 的比例可達 47.41%。
- 三、檸檬原汁稀釋成 5wt%檸檬汁水溶液，在CO含量較多的密閉空間中去除CO的比例為 43.53%，效果較同屬酸性、濃度 2wt%、5wt%及 40wt%的 CH_3COOH 水溶液好。
- 四、在含有 CO 的密閉空間中，放入酸度 40 的純糯米醋，CO 的減少比例為 30.29%到 40.29 %間，且該溶液在去除 CO 之後，pH 值的變化率僅在 0.57%到 0.68%間，表示溶液的持久性跟耐受度極高。
- 五、每年冬天，常發生「一氧化碳中毒，造成多人死傷」的意外事件，希望學生的發現：『2wt%的 NaHCO_3 水溶液、2wt%的檸檬酸鈉水溶液及酸度 40 的純糯米醋能有效減少密閉空間中CO的含量』，能夠減少這類意外事件的發生。

貳、研究動機：

去年，以一篇「簡單去味法」的實驗報告參加台中市中小學科學展覽，有幸獲得諸位評審老師的肯定並且給予不錯的成績，但是當得獎的喜悅與興奮的感覺逐漸沈澱後，同組同學已經漸漸忘記那段在週末假期放棄休息時間、忍受待在實驗室裡與瞌睡蟲搏鬥的煎熬時，帶領我們做實驗的指導老師卻告訴我們：「實驗並未結束，應該說你們只是到了開始的道路上而已！」在寒假期間，他甚至一直希望我們好好的針對去年實驗過程中，相關實驗設計上的缺點予以著手改進，並針對「去味」的主題作更深入的研究，所以，我們在重新閱讀去年的實驗記錄【附件】與仔仔細細的考量實驗的主題之後，我們重新設計與規劃實驗，開始著手進行這個『簡單去味法第二部曲』的實驗工作，並將研究的重點放在「一氧化碳的去除效果」上面。

參、研究目的：

在本篇報告中，實驗研究的目的為：

- 一、在較少 CO 含量的密閉空間中，酸性、中性、鹼性水溶液對 CO 的去除效果。
- 二、在較多 CO 含量的密閉空間中，酸性、中性、鹼性水溶液對 CO 的去除效果。
- 三、比較酸性、中性、鹼性水溶液對 CO 的去除效果與水溶液酸鹼性變化量間的關係。

肆、研究設備及器材：

一、實驗器材：

燒杯、量筒、錶玻璃、92 公升的聚丙烯材質收納箱、2 尺長的透明塑膠軟管、橡皮塞子、熱熔膠、熱熔膠槍、600 毫升空保特瓶、膠帶、紙箱、美工刀、打火機。

二、實驗儀器：

酸鹼指示計 (pH meter)、電子天平、一氧化碳測試儀。

三、實驗藥品：

- 1、香菸（黃長壽硬盒香菸）。
- 2、中性物質：RO 水。
- 3、酸性物質：純糯米醋（酸度 40）、檸檬原汁、檸檬酸鈉（白色晶體）、試藥級醋酸。
- 4、鹼性物質：試藥級碳酸氫鈉、試藥級碳酸鈉。

伍、研究過程或方式：

一、實驗原理：

若某種液體（水溶液）去除一氧化碳效果越好，表示香菸燃燒時所產生的一氧化碳，很容易被該液體（水溶液）吸收，則一氧化碳的殘餘濃度（ppm/公升）值應該會較低。

二、實驗流程：

- （一）以 92 公升的聚丙烯材質收納箱，製作實驗裝置。【照片一、照片二】
- （二）配製濃度不同之酸性、鹼性吸附 CO 的水溶液。【照片三、照片四、照片五】
- （三）在箱中放置錶玻璃一片，在錶玻璃的正上方放一個已鑽孔的橡皮塞，孔洞大小以正好可讓一支香菸垂直插入為要求。

- (四) 在箱內放置一個 250 毫升的燒杯，並依實驗設計每次倒入 100 毫升的液體（RO 水及十二種「吸附 CO 氣體的酸性及鹼性水溶液」）。【照片六】
- (五) 每天早上 08：00 準時將香菸點燃，插在已鑽孔的橡皮塞上，將收納箱蓋上，並在收納箱上放置兩張木椅緊壓，確保香菸燃燒時所產生的 CO 氣體不會逸散，而導致影響了實驗的精確度。【照片七、照片八、照片九、照片十】
- (六) 當香菸在收納箱內燃燒殆盡，每節下課時間（詳見實驗總表）持續測量收納箱中 CO 氣體的濃度（ppm /公升），直至當日下午 18：00 為止。【照片十一】
- (七) 每日下午 18：00，測量「去除 CO 水溶液」的 pH 值。【照片十二】
- (八) 每日下午 18：00，測量並記錄當日香菸燃燒後殘餘的菸灰、菸蒂重量。【照片十三、照片十四】
- (九) 分析、討論實驗所得數據及繪製實驗表格。

陸、實驗結果：

一、實驗結果整理如總表一、總表二、總表三、總表四、總表五、總表六、總表七、總表八。

二、在較少 CO 含量的密閉空間中（一次只點燃一根香菸）

(一) 對中性液體（RO 水）

由總表一及表一，兩次實驗測試的結果皆發現 RO 水的 pH 值下降，顯示香菸燃燒所產生的氣體溶於 RO 水中時，使 RO 水呈現酸性的反應，且兩次實驗對密閉空間中 CO 的減少比例（平均值）為 26.41%。

(二) 對鹼性液體

1、碳酸氫鈉水溶液

由總表二及表二，2wt%的碳酸氫鈉水溶液對減少 CO 的效果優於 5wt%的碳酸氫鈉水溶液（CO 減少的比例高了 3.10 倍）。

2、碳酸鈉水溶液

由總表二及表二，5wt%的碳酸鈉水溶液對減少 CO 的效果優於 2wt%的碳酸鈉水溶液（CO 減少的比例高了 2.27 倍）。

(三) 對酸性液體

1、檸檬汁

由總表三及表三，不管是 5wt%的檸檬汁（CO 減少的比例 1.71%），或是 100wt%的檸檬原汁（CO 減少的比例為 0.08%），對 CO 的減少並沒有太多的幫助。

2、檸檬酸鈉水溶液

由總表三及表三，不管是 2wt%的檸檬酸鈉水溶液或是 5wt%的檸檬酸鈉水溶液，對 CO 的減少完全沒有幫助。

3、醋酸水溶液

由總表四及表三，對減少 CO 的效果依序為 2wt%的醋酸水溶液 > 5wt%的醋酸水溶液 > 40wt%的醋酸水溶液，意思就是醋酸水溶液的重量百分濃度越低，去

除 CO 的效果就越好，若只拿 2wt% 的醋酸水溶液和 40wt% 的醋酸水溶液做比較，2wt% 的醋酸水溶液讓 CO 減少的比例是 40wt% 的醋酸水溶液的 14.26 倍。

4、純糯米醋（酸度 40）

由總表四及表三，酸度 40 的純糯米醋，是所有酸性液體中，讓 CO 減少的比例最高的。

三、在較多 CO 含量的密閉空間中（一次點燃二根香菸）

（一）對中性液體（RO 水）

由總表五及表四，兩次實驗對密閉空間中 CO 的吸收比例（平均值）為 15.35%，這個數值較在「較少 CO 含量的密閉空間中」的 26.41% 為低，顯示 RO 水能吸收 CO 的量有其一定的極限。

（二）對鹼性液體

1、碳酸氫鈉水溶液

由總表六及表五，2wt% 的碳酸氫鈉水溶液對去除 CO 的效果更優於 5wt% 的碳酸氫鈉水溶液（CO 減少的比例高了 3.74 倍），這個結果和在「較少 CO 含量的密閉空間中」的測試結果雷同，但在 CO 的減少比例上更為明顯。

2、碳酸鈉水溶液

由總表六及表二，5wt% 的碳酸鈉水溶液對去除 CO 的效果更優於 2wt% 的碳酸鈉水溶液（CO 減少的比例高了 3.12 倍），這個結果和在「較少 CO 含量的密閉空間中」的測試結果雷同，但在 CO 的減少比例上更為明顯。

（三）對酸性液體

1、檸檬汁

由總表七及表二，5wt% 的檸檬汁對去除 CO 的效果較優於 100wt% 的檸檬原汁（CO 減少的比例高了 1.81 倍），這個結果和在「較少 CO 含量的密閉空間中」的測試結果完全不相同。【照片十五、照片十六、照片十七、照片十八】

2、檸檬酸鈉水溶液

由總表七及表二，2wt% 的檸檬酸鈉水溶液對去除 CO 的效果遠遠優於 5wt% 的檸檬酸鈉水溶液（CO 減少的比例高了 20.01 倍），這個結果和在「較少 CO 含量的密閉空間中」的測試結果完全不相同。

3、醋酸水溶液

由總表八及表六，對減少 CO 的效果依序為：2wt% 的醋酸水溶液 > 5wt% 的醋酸水溶液 > 40wt% 的醋酸水溶液，意思就是醋酸水溶液的重量百分濃度越低，去除 CO 的效果就越好，但是 CO 的減少比例落差不如在「較少 CO 含量的密閉空間中」中的明顯，若只拿 2wt% 的醋酸水溶液和 40wt% 的醋酸水溶液做比較，2wt% 的醋酸水溶液讓 CO 減少的比例，只有 40wt% 的醋酸水溶液的 1.40 倍而已。

4、純糯米醋（酸度 40）

由總表八及表六，酸度 40 的純糯米醋，讓 CO 減少的比例次於 2wt%的檸檬酸鈉水溶液及 5wt%的檸檬汁，這個實驗結果和在「較少 CO 含量的密閉空間中」的測試結果不盡相同。

四、比較酸性、中性、鹼性水溶液對 CO 的去除效果與水溶液酸鹼性變化量間的關係。

(一) 在較少 CO 含量的密閉空間中（一次只點燃一根香菸）

由表一、表二及表三，不管是使用鹼性或酸性水溶液，CO 的減少量或 CO 的減少比例與 pH 值間的變化率並未呈現出線性關係。

(二) 在較多 CO 含量的密閉空間中（一次點燃二根香菸）

由表四、表五及表六，不管是使用鹼性或酸性水溶液，CO 的減少量或 CO 的減少比例與 pH 值間的變化率並未呈現出線性關係。

柒、討論

一、使用 RO 水

在「較少 CO 含量的密閉空間中」，置入 100 毫升的 RO 水，CO 的減少比例可達 26.41%，這表示有超過四分之一的 CO 會溶在 RO 水中，但是在「較多 CO 含量的密閉空間中」，同樣置入等量的 RO 水，CO 的減少比例卻只有 15.35%，意思就是僅有七分之一的 CO 會溶在 RO 水中，那表示了 RO 水去除 CO 的效果有限，若要用 RO 水來減少密閉空間中的 CO，那可要「多擺幾杯」了。

二、使用碳酸氫鈉水溶液

不論在「較少 CO 含量的密閉空間中」或是在「較多 CO 含量的密閉空間中」，放入一杯 100 毫升、2wt%的碳酸氫鈉水溶液，CO 的減少比例皆可達 40%以上，表示它去除 CO 的效果相當有效，且 pH 值的變化率僅僅只有 1.76%到 3.05%之間，表示我們藉由實驗過程，找到了一種既沒有醋酸那種刺激性臭味，取得又方便、價格又便宜，去除 CO 效果又好的東西了。

三、使用碳酸鈉水溶液

碳酸鈉俗名叫『洗滌鹼』，藉由實驗數據的分析，我們得知雖然一杯 100 毫升、5wt%的碳酸鈉水溶液去除 CO 的比例，約在 19.94%到 29.21%之間，但是由於 2wt%的碳酸氫鈉水溶液對去除 CO 的效果可以超過 40%，所以，比較之下價格較貴、鹼性較高的碳酸鈉水溶液就相形失色了。

四、使用檸檬汁

去年的『簡單去味法』實驗中，我們曾利用檸檬原汁去做實驗，但是發現去除『煙臭味』的效果不若醋酸水溶液明顯，今年的『簡單去味法第二部曲』，我們增加了在「較少 CO 含量的密閉空間中」及在「較多 CO 含量的密閉空間中」兩個變數，另外亦將檸檬原汁稀釋成濃度較低的 5wt%，如表五，我們發現 5wt%的檸檬汁在「較多 CO 含量的密閉空間中」去除 CO 的比例超過四成（43.53%），效果遠遠超過 2wt%、5wt%及 40wt%的醋酸水溶液，在這裡，我們要修正去年的實驗結果。

五、使用檸檬酸鈉水溶液

檸檬酸鈉一般都是用來去除熱水瓶中的水垢之用，當初在尋覓生活當中的酸性物質時，也順手把它拿來當作實驗的測試材料之一，在「較少 CO 含量的密閉空間中」實驗裡，檸檬酸鈉去除 CO 的效果居然出現負值，CO 的含量比例沒減少還到增加了近四個百分點，但是在「較多 CO 含量的密閉空間中」，2wt%的檸檬酸鈉水溶液去除 CO 的比例攀高到接近五成（47.41%），造成這個差異性的緣由，我們會在『簡單去味法第三部曲』中列為探討的重點。

六、使用醋酸水溶液

不論在「較少 CO 含量的密閉空間中」或是在「較多 CO 含量的密閉空間中」，放入一杯 100 毫升的醋酸水溶液，CO 的減少比例皆遵循『2wt% > 5wt% > 40wt%』，且在去年的『簡單去味法』實驗中，我們曾做出一個結論將香菸燃燒時所產生的物質溶入「試藥級醋酸水溶液」時，原本「透明無色」的水溶液將變成「紫色」溶液，且使用的醋酸水溶液其體積百分率濃度越高，所呈現的紫色越深，我們推測，紫色物質應該是香菸中其它的化學物質與醋酸根離子形成的『錯化合物』所引起的，而這種錯化合物的濃度越高，會阻礙 CO 溶於水溶液。

七、使用純糯米醋（酸度 40）

不論在「較少 CO 含量的密閉空間中」或是在「較多 CO 含量的密閉空間中」，放入一杯 100 毫升、酸度 40 的純糯米醋，CO 的減少比例維持在 30.29%到 40.29%之間，表示它去除 CO 的效果相當有效，尤其在「較少 CO 含量的密閉空間中」去除 CO 的效果更是超過同酸度（40wt%的醋酸水溶液）的 30.44 倍，且溶液 pH 值的變化率更低，僅有 0.57%到 0.68%之間，表示溶液的持久性跟耐受度極高，這也顯示我們藉由實驗的過程中，找到了第二種能夠有效去除 CO 的物質，只不過，它的缺點有兩個：第一、它的味道比 2wt%的碳酸氫鈉水溶液嗆鼻多了；第二、它的價錢也比碳酸氫鈉貴多了。

捌、結論與建議：

- 一、我們在實驗過程中發現，不論在較多或較少 CO 含量的密閉空間中，只要放入一杯 100 毫升、2wt%的碳酸氫鈉水溶液，CO 的減少比例皆可達 40%以上，而且碳酸氫鈉除了不具有醋酸那種刺激性的臭味外，它還具有取得方便、價格便宜，去除 CO 的效果又相當好的優點。
- 二、我們在實驗過程中發現，在「較多 CO 含量的密閉空間中」，2wt%的檸檬酸鈉水溶液去除 CO 的比例可以攀高到接近五成（47.41%），顯示檸檬酸鈉除了拿來清除飲水機、熱水瓶中的水垢外，尚有其它方面的用途等待被發掘。
- 三、我們在實驗過程中發現，若是將檸檬原汁稀釋成濃度較低的 5wt%檸檬汁水溶液，則在「較多 CO 含量的密閉空間中」去除 CO 的比例會超過四成（43.53%），效果較 2wt%、5wt%及 40wt%的醋酸水溶液更好，在這裡，我們要修正去年的實驗結果。
- 四、我們在實驗過程中發現，不論在較多或較少 CO 含量的密閉空間中，只要放入一杯 100

毫升、酸度 40 的純糯米醋，CO 的減少比例能夠達到 30.29%到 40.29%之間，且酸度 40 的糯米醋，在去除 CO 之後，pH 值的變化率僅有 0.57%到 0.68%之間，表示溶液的持久性跟耐受度極高，只是，與碳酸氫鈉比較之後，它的缺點在於：第一、味道嗆鼻；第二、價錢較貴。

五、實驗待改進之處

(一) 由實驗總表一到八，可以看出我們在每節下課休息時間，跑到實驗室利用「一氧化碳測試儀」所量得密閉空間中殘餘 CO 的數值是跳動而不穩定的(數據忽高忽低)，我們討論後覺得應該是因為 CO 的分子量為 28，而空氣的平均分子量為 28.8，兩種氣體之間的密度太過相近，再加上使用的 2 尺透明塑膠導管太長，使得 CO 擴散的情形不夠均勻和穩定所造成。

(二) 建議改進之道：

將在密閉的空間內加裝一個小馬達(小風扇)，以使香菸燃燒時產生的 CO 能夠藉著『強制對流』的方式，達到平均分佈的狀態，使得實驗的精確度更高

六、未來發展

去年年底與今年年初，因為台灣天氣反常的寒冷，所以，每隔一段時間，新聞媒體就會報導「因為門窗緊閉、熱水器因為燃燒不完全而導致一氧化碳中毒，造成多人死傷的意外事件」，希望在實驗中的小小發現：『2wt%的碳酸氫鈉水溶液、2wt%的檸檬酸鈉水溶液及酸度 40 的純糯米醋皆能有效減少密閉空間中 CO 的含量』，能夠減少這類意外事件的發生，能夠減少這類意外事件的發生。

玖、參考文獻：

一、東海大學「大度山之戀」電子佈告欄「生活小常識」版。

<http://bbs.thu.edu.tw>

二、國中自然與生活科技學習手冊(2 下)，民國 93 年初版，康軒·育橋文教事業股份有限公司，台北市。

三、國中自然與生活科技(2 下)，民國 93 年初版，康軒·育橋文教事業股份有限公司，台北市。

四、pH 與酸鹼調節作用，丁一倪編著，環球書社，台北市。

五、化學的快樂書本，藤丸卓哉，2001 年 2 月版，國際村文庫書店股份有限公司，台北縣。

六、中華民國第四十四屆國民中學科學展覽會作品說明書「簡單去味法」，民國九十三年六月，台中市立五權國民中學。

實驗流程照片(第一頁)



照片一、用透明塑膠膜做觀察視窗，便於觀察密閉空間中實驗進行的情形。



照片二、用膠帶封住實驗裝置與桌上的縫隙，避免一氧化碳外漏。



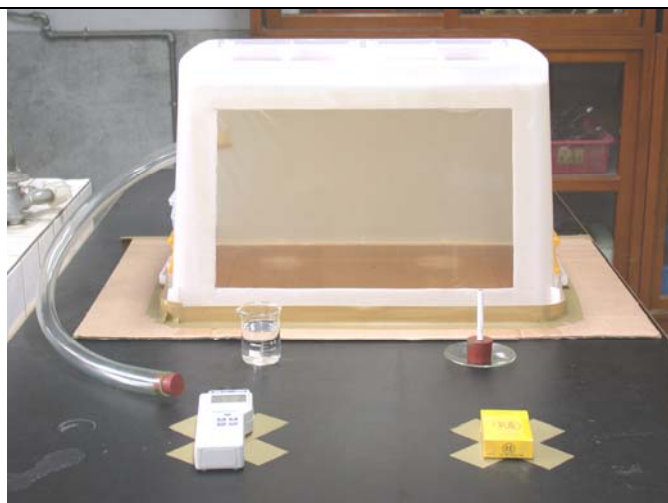
照片三、配製『去除 CO』實驗所需之酸性、鹼性水溶液。



照片四、以 pH 計測量水溶液的酸鹼值。

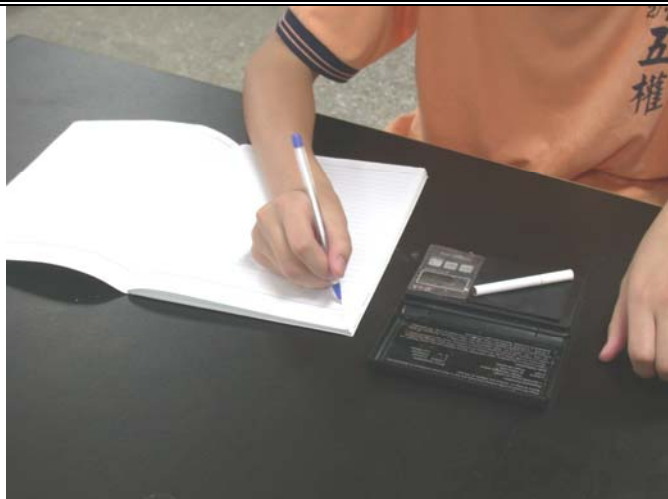


照片五、測試用實驗藥品（由左至右）：糯米醋、醋酸、試藥級碳酸氫鈉、檸檬酸鈉、試藥級碳酸鈉、檸檬汁。



照片六、實驗設計：在 250 毫升的燒杯中裝 100 毫升的水溶液、去除一根香菸所產生的 CO。

實驗流程照片(第二頁)



照片七、實驗開始前，先測量此根香菸的重量。



照片八、每天早上 08:00 整，點燃香菸，開始進行一天的實驗。



照片九、在收納箱上放置兩張木椅緊壓，確保香菸燃燒時所產生的 CO 氣體不會逸散。



照片十、透過觀察視窗，可看到一根香菸正在密閉空間中燃燒的情形。

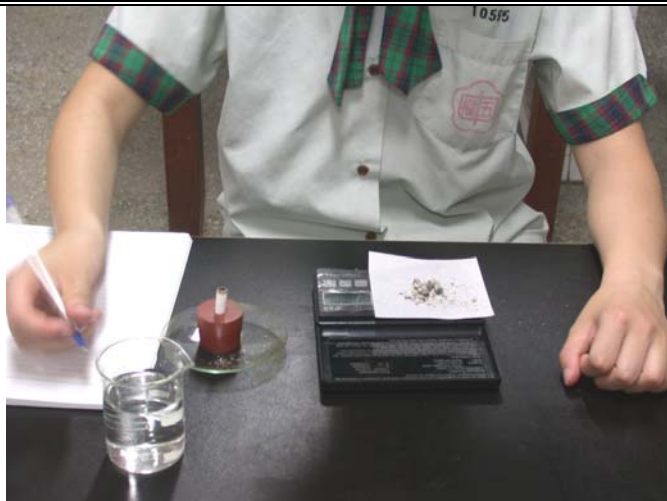


照片十一、每節下課時間持續測量收納箱中 CO 的濃度，直至當日下午 18:00 為止。

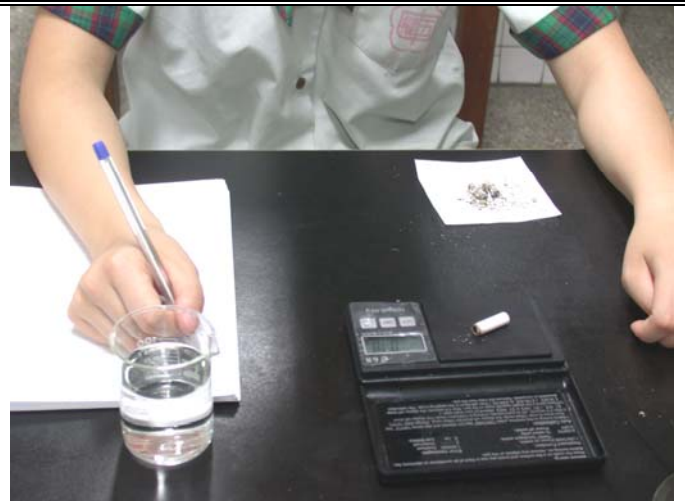


照片十二、每日下午 18:00 放學時，測量「去除 CO 水溶液」的 pH 值。

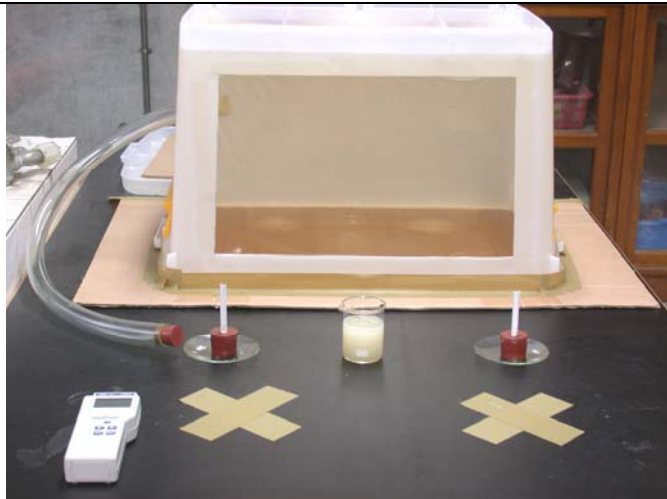
實驗流程照片 (第三頁)



照片十三、測量實驗後，香菸殘餘的菸灰重量。



照片十四、測量實驗後，香菸殘餘的菸蒂重量。



照片十五、檸檬原汁在「較高 CO 含量的密閉空間中」去除 CO 的效果實驗。
(實驗預備)



照片十五、檸檬原汁在「較高 CO 含量的密閉空間中」去除 CO 的效果實驗。
(實驗進行中)



照片十七、檸檬原汁在「較高 CO 含量的密閉空間中」去除 CO 的效果實驗。
(實驗進行中)



照片十八、檸檬原汁在「較高 CO 含量的密閉空間中」去除 CO 的效果實驗。
(實驗進行中)

實驗結果總表 (第一頁)

總表一、在較少 CO 的密閉空間中，『中性』水溶液去除 CO 的關係表

實驗日期	2005.03.08 (二)	2005.03.09 (三)	2005.03.10 (四)	2005.03.11 (五)
實驗環境與狀況	在密閉的空間中，『燃燒一支香菸』，製造較少量的一氧化碳			
溶液屬性	---	---	中性	中性
溶液種類	---	---	RO 水	RO 水
檢測時間	一氧化碳測試儀的讀數（ppm / 公升）			
09：10	136	105	92	91
10：05	186	151	200	154
11：00	280	306	129	168
12：30	204	235	119	214
13：15	262	218	203	199
14：05	180	141	153	135
15：00	115	190	124	135
16：05	191	172	155	101
17：00	194	175	75	61
18：00	175	176	137	124
平均值	192.3	186.9	138.7	138.2
一根香菸重（公克）	0.96	0.96	0.97	0.96
殘餘菸灰重（公克）	0.02	0.02	0.02	0.04
殘餘煙蒂重（公克）	0.18	0.20	0.18	0.20
實際燃燒的香菸重（公克）	0.76	0.74	0.77	0.72
實驗前水溶液 pH 值	---	---	7.051	7.279
實驗後水溶液 pH 值	---	---	6.448	6.671
水溶液 pH 值變化比例（%）	---	---	8.55%	8.35%
實驗結果（換算成每一公克香菸燃燒時）				
每公克香菸燃燒所產生的 CO （ppm / 公升）	253.03	252.57	252.80	252.80
	平均值 252.80			
每公克香菸燃燒所產生的 CO 經 溶液吸收後的殘餘量	---	---	180.13	191.94
			平均值 186.04	
經溶液吸收後減少的 CO 量 （ppm / 公升）	---	---	72.67	60.86
			平均值 66.76	
經溶液吸收後減少的 CO 量 比例（%）	---	---	28.75%	24.07%
			平均值 26.41%	
每公克香菸燃燒所產生的物質 造成溶液 pH 值變化比例（%）	---	---	11.11%	11.60%
			平均值 11.36%	
備註	本表是以『換算成每公克香菸菸草燃燒時』為基準分析			

實驗結果總表 (第二頁)

總表二、在較少 CO 的密閉空間中，『鹼性』水溶液去除 CO 的關係表

實驗日期	2005.03.14 (一)	2005.03.15 (二)	2005.03.16 (三)	2005.03.17 (四)
實驗環境與狀況	在密閉的空間中，『燃燒一支香菸』，製造較少量的一氧化碳			
溶液屬性	鹼性	鹼性	鹼性	鹼性
溶液種類	2wt% 碳酸氫鈉溶液	5wt% 碳酸氫鈉溶液	2wt% 碳酸鈉溶液	5wt% 碳酸鈉溶液
檢測時間	一氧化碳測試儀的讀數 (ppm / 公升)			
09 : 10	79	55	177	90
10 : 05	122	332	107	109
11 : 00	177	334	113	126
12 : 30	105	179	162	189
13 : 15	137	202	175	131
14 : 05	121	116	173	109
15 : 00	71	77	196	179
16 : 05	39	102	188	100
17 : 00	57	118	169	127
18 : 00	116	118	200	156
平均值	102.4	163.3	166.0	131.6
一根香菸重 (公克)	1.00	0.98	1.00	0.96
殘餘菸灰重 (公克)	0.08	0.03	0.08	0.10
殘餘煙蒂重 (公克)	0.20	0.20	0.20	0.20
實際燃燒的香菸重 (公克)	0.72	0.75	0.72	0.66
實驗前水溶液 pH 值	8.458	8.339	11.217	11.250
實驗後水溶液 pH 值	8.644	8.911	10.738	10.903
水溶液 pH 值變化比例 (%)	2.20%	6.86%	4.27%	3.08%
實驗結果 (換算成每一公克香菸燃燒時)				
每公克香菸燃燒所產生的 CO (ppm / 公升)	252.80	252.80	252.80	252.80
每公克香菸燃燒所產生的 CO 經 溶液吸收後的殘餘量	142.22	217.73	230.56	199.39
經溶液吸收後減少的 CO 量 (ppm / 公升)	108.58	35.07	22.24	50.41
經溶液吸收後減少的 CO 量 比例 (%)	42.95%	13.87%	8.80%	19.94%
每公克香菸燃燒所產生的物質 造成溶液 pH 值變化比例 (%)	3.05%	9.15%	5.93%	4.67%
備註	本表是以『換算成每公克香菸菸草燃燒時』為基準分析			

實驗結果總表 (第三頁)

總表三、在較少 CO 的密閉空間中，『酸性』水溶液去除 CO 的關係表

實驗日期	2005.03.18 (五)	2005.03.21 (一)	2005.03.22 (二)	2005.03.23 (三)
實驗環境與狀況	在密閉的空間中，『燃燒一支香菸』，製造較少量的一氧化碳			
溶液屬性	酸性	酸性	酸性	酸性
溶液種類	5wt% 檸檬汁	100wt% 檸檬原汁	2wt% 檸檬酸鈉溶液	5wt% 檸檬酸鈉溶液
檢測時間	一氧化碳測試儀的讀數 (ppm / 公升)			
09 : 10	74	107	65	84
10 : 05	221	218	106	190
11 : 00	256	260	202	231
12 : 30	230	203	268	287
13 : 15	221	219	237	291
14 : 05	156	154	205	206
15 : 00	191	146	238	202
16 : 05	161	168	214	198
17 : 00	151	137	199	190
18 : 00	128	131	104	137
平均值	178.9	174.3	183.8	201.6
一根香菸重 (公克)	1.06	0.96	1.00	1.03
殘餘菸灰重 (公克)	0.14	0.09	0.10	0.08
殘餘煙蒂重 (公克)	0.20	0.18	0.20	0.18
實際燃燒的香菸重 (公克)	0.72	0.69	0.70	0.77
實驗前水溶液 pH 值	3.730	2.432	2.291	1.891
實驗後水溶液 pH 值	2.930	2.407	2.107	1.828
水溶液 pH 值變化比例 (%)	21.45%	1.03%	8.03%	3.33%
實驗結果 (換算成每一公克香菸燃燒時)				
每公克香菸燃燒所產生的 CO (ppm / 公升)	252.80	252.80	252.80	252.80
每公克香菸燃燒所產生的 CO 經 溶液吸收後的殘餘量	248.47	252.61	262.57	261.82
經溶液吸收後減少的 CO 量 (ppm / 公升)	4.33	0.19	-9.77	-9.02
經溶液吸收後減少的 CO 量 比例 (%)	1.71%	0.08%	-3.86%	-3.57%
每公克香菸燃燒所產生的物質 造成溶液 pH 值變化比例 (%)	29.79%	1.49%	11.47%	4.33%
備註	本表是以『換算成每公克香菸菸草燃燒時』為基準分析			

實驗結果總表 (第四頁)

總表四、在較少 CO 的密閉空間中，『酸性』水溶液去除 CO 的關係表

實驗日期	2005.03.24 (四)	2005.03.25 (五)	2005.03.28 (一)	2005.03.29 (二)
實驗環境與狀況	在密閉的空間中，『燃燒一支香菸』，製造較少量的一氧化碳			
溶液屬性	酸性	酸性	酸性	酸性
溶液種類	40wt% 純糯米醋	2wt% 醋酸溶液	5wt% 醋酸溶液	40wt% 醋酸溶液
檢測時間	一氧化碳測試儀的讀數 (ppm / 公升)			
09 : 10	82	55	136	64
10 : 05	115	175	238	108
11 : 00	103	116	223	244
12 : 30	83	202	106	219
13 : 15	100	204	137	187
14 : 05	94	149	187	196
15 : 00	74	170	161	257
16 : 05	110	105	156	159
17 : 00	126	124	98	158
18 : 00	136	148	126	154
平均值	102.3	139.3	156.8	174.6
一根香菸重 (公克)	1.00	0.96	0.98	0.98
殘餘菸灰重 (公克)	0.12	0.10	0.10	0.10
殘餘煙蒂重 (公克)	0.20	0.18	0.20	0.18
實際燃燒的香菸重 (公克)	0.68	0.68	0.68	0.70
實驗前水溶液 pH 值	2.571	2.667	2.466	1.651
實驗後水溶液 pH 值	2.581	2.673	2.443	1.681
水溶液 pH 值變化比例 (%)	0.39%	0.22%	0.93%	1.82%
實驗結果 (換算成每一公克香菸燃燒時)				
每公克香菸燃燒所產生的 CO (ppm / 公升)	252.80	252.80	252.80	252.80
每公克香菸燃燒所產生的 CO 經 溶液吸收後的殘餘量	150.44	204.85	230.59	249.43
經溶液吸收後減少的 CO 量 (ppm / 公升)	102.36	47.95	22.21	3.37
經溶液吸收後減少的 CO 量 比例 (%)	40.49%	18.97%	8.79%	1.33%
每公克香菸燃燒所產生的物質 造成溶液 pH 值變化比例 (%)	0.57%	0.33%	1.37%	2.60%
備註	本表是以『換算成每公克香菸菸草燃燒時』為基準分析			

實驗結果總表 (第五頁)

總表五、在較多 CO 的密閉空間中，『中性』水溶液去除 CO 的關係表

實驗日期	2005.03.30 (三)	2005.03.31 (四)	2005.04.01 (五)	2005.04.04 (一)
實驗環境與狀況	在密閉的空間中，『燃燒二支香菸』，製造較多量的一氧化碳			
溶液屬性	---	---	中性	中性
溶液種類	---	---	RO 水	RO 水
檢測時間	一氧化碳測試儀的讀數（ppm / 公升）			
09：10	183	125	141	182
10：05	292	233	207	308
11：00	329	368	279	336
12：30	387	418	312	428
13：15	341	404	393	398
14：05	430	480	465	370
15：00	340	365	359	270
16：05	260	424	162	220
17：00	237	310	274	122
18：00	284	237	260	248
平均值	308.3	336.4	285.2	288.2
二根香菸重（公克）	1.93	1.98	1.92	2.02
殘餘菸灰重（公克）	0.28	0.26	0.20	0.26
殘餘煙蒂重（公克）	0.42	0.40	0.40	0.40
實際燃燒的香菸重（公克）	1.23	1.32	1.31	1.36
實驗前水溶液 pH 值	---	---	7.843	7.671
實驗後水溶液 pH 值	---	---	6.834	6.591
水溶液 pH 值變化比例（%）	---	---	12.86%	14.08%
實驗結果（換算成每一公克香菸燃燒時）				
每公克香菸燃燒所產生的 CO （ppm / 公升）	250.65	254.85	252.75	252.75
	平均值 252.75			
每公克香菸燃燒所產生的 CO 經 溶液吸收後的殘餘量	---	---	216.06	211.91
			平均值 213.99	
經溶液吸收後減少的 CO 量 （ppm / 公升）	---	---	36.69	40.84
			平均值 38.77	
經溶液吸收後減少的 CO 量 比例（%）	---	---	14.52%	16.16%
			平均值 15.35%	
每公克香菸燃燒所產生的物質 造成溶液 pH 值變化比例（%）			9.75%	10.35%
			平均值 10.55%	
備註	本表是以『換算成每公克香菸菸草燃燒時』為基準分析			

實驗結果總表 (第六頁)

總表六、在較多 CO 的密閉空間中，『鹼性』水溶液去除 CO 的關係表

實驗日期	2005.04.06 (三)	2005.04.07 (四)	2005.04.08 (五)	2005.04.09 (六)
實驗環境與狀況	在密閉的空間中，『燃燒二支香菸』，製造較多量的一氧化碳			
溶液屬性	鹼性	鹼性	鹼性	鹼性
溶液種類	2wt% 碳酸氫鈉溶液	5wt% 碳酸氫鈉溶液	2wt% 碳酸鈉溶液	5wt% 碳酸鈉溶液
檢測時間	一氧化碳測試儀的讀數 (ppm / 公升)			
09 : 10	151	249	89	153
10 : 05	276	407	271	298
11 : 00	141	387	337	272
12 : 30	205	436	396	319
13 : 15	345	335	365	262
14 : 05	246	314	430	310
15 : 00	185	297	306	219
16 : 05	70	114	300	240
17 : 00	123	181	295	98
18 : 00	125	231	235	237
平均值	186.7	295.1	302.4	230.8
二根香菸重 (公克)	1.94	1.96	1.98	1.97
殘餘菸灰重 (公克)	0.24	0.22	0.26	0.26
殘餘煙蒂重 (公克)	0.40	0.42	0.40	0.42
實際燃燒的香菸重 (公克)	1.30	1.32	1.32	1.29
實驗前水溶液 pH 值	8.468	8.416	11.102	11.192
實驗後水溶液 pH 值	8.662	8.628	10.558	10.676
水溶液 pH 值變化比例 (%)	2.29%	2.52%	4.90%	4.61%
實驗結果 (換算成每一公克香菸燃燒時)				
每公克香菸燃燒所產生的 CO (ppm / 公升)	252.75	252.75	252.75	252.75
每公克香菸燃燒所產生的 CO 經 溶液吸收後的殘餘量	143.62	223.56	229.09	178.91
經溶液吸收後減少的 CO 量 (ppm / 公升)	109.13	29.19	23.66	73.84
經溶液吸收後減少的 CO 量 比例 (%)	43.18%	11.55%	9.36%	29.21%
每公克香菸燃燒所產生的物質 造成溶液 pH 值變化比例 (%)	1.76%	1.91%	3.71%	3.57%
備註	本表是以『換算成每公克香菸菸草燃燒時』為基準分析			

實驗結果總表 (第七頁)

總表七、在較多 CO 的密閉空間中，『酸性』水溶液去除 CO 的關係表

實驗日期	2005.04.12 (二)	2005.04.13 (三)	2005.04.14 (四)	2005.04.15 (五)
實驗環境與狀況	在密閉的空間中，『燃燒二支香菸』，製造較多量的一氧化碳			
溶液屬性	酸性	酸性	酸性	酸性
溶液種類	5wt% 檸檬汁	100wt% 檸檬原汁	2wt% 檸檬酸鈉溶液	5wt% 檸檬酸鈉溶液
檢測時間	一氧化碳測試儀的讀數 (ppm / 公升)			
09 : 10	87	321	38	120
10 : 05	159	195	89	227
11 : 00	326	105	176	333
12 : 30	286	263	243	345
13 : 15	253	293	203	347
14 : 05	210	257	191	367
15 : 00	176	241	155	385
16 : 05	126	318	201	366
17 : 00	104	258	161	358
18 : 00	157	281	231	360
平均值	188.4	253.2	168.8	320.8
二根香菸重 (公克)	1.92	1.92	1.89	1.94
殘餘菸灰重 (公克)	0.22	0.22	0.22	0.22
殘餘煙蒂重 (公克)	0.38	0.38	0.40	0.42
實際燃燒的香菸重 (公克)	1.32	1.32	1.27	1.30
實驗前水溶液 pH 值	2.876	2.310	2.153	1.949
實驗後水溶液 pH 值	2.581	2.305	2.138	2.165
水溶液 pH 值變化比例 (%)	10.26%	0.22%	0.70%	11.08%
實驗結果 (換算成每一公克香菸燃燒時)				
每公克香菸燃燒所產生的 CO (ppm / 公升)	252.75	252.75	252.75	252.75
每公克香菸燃燒所產生的 CO 經 溶液吸收後的殘餘量	142.73	191.82	132.91	246.77
經溶液吸收後減少的 CO 量 (ppm / 公升)	110.02	60.93	119.84	5.98
經溶液吸收後減少的 CO 量 比例 (%)	43.53%	24.11%	47.41%	2.37%
每公克香菸燃燒所產生的物質 造成溶液 pH 值變化比例 (%)	7.77%	0.16%	0.55%	8.53%
備註	本表是以『換算成每公克香菸菸草燃燒時』為基準分析			

實驗結果總表 (第八頁)

總表八、在較多 CO 的密閉空間中，『酸性』水溶液去除 CO 的關係表

實驗日期	2005.04.18 (一)	2005.04.19 (二)	2005.04.20 (三)	2005.04.21 (四)
實驗環境與狀況	在密閉的空間中，『燃燒二支香菸』，製造較多量的一氧化碳			
溶液屬性	酸性	酸性	酸性	酸性
溶液種類	40wt% 純糯米醋	2wt% 醋酸溶液	5wt% 醋酸溶液	40wt% 醋酸溶液
檢測時間	一氧化碳測試儀的讀數 (ppm / 公升)			
09 : 10	162	186	213	177
10 : 05	307	419	206	467
11 : 00	334	350	188	397
12 : 30	259	333	395	397
13 : 15	316	222	294	363
14 : 05	336	257	253	343
15 : 00	233	198	314	121
16 : 05	188	258	320	161
17 : 00	110	284	325	201
18 : 00	292	255	220	210
平均值	253.7	276.2	254	283.7
二根香菸重 (公克)	2.06	2.10	1.90	1.98
殘餘菸灰重 (公克)	0.22	0.24	0.24	0.22
殘餘煙蒂重 (公克)	0.40	0.38	0.40	0.38
實際燃燒的香菸重 (公克)	1.44	1.48	1.26	1.38
實驗前水溶液 pH 值	2.567	2.922	2.583	1.847
實驗後水溶液 pH 值	2.542	2.889	2.708	1.760
水溶液 pH 值變化比例 (%)	0.97%	1.13%	4.84%	4.71%
實驗結果 (換算成每一公克香菸燃燒時)				
每公克香菸燃燒所產生的 CO (ppm / 公升)	252.75	252.75	252.75	252.75
每公克香菸燃燒所產生的 CO 經 溶液吸收後的殘餘量	176.18	186.62	201.59	205.88
經溶液吸收後減少的 CO 量 (ppm / 公升)	76.57	66.13	51.16	47.17
經溶液吸收後減少的 CO 量 比例 (%)	30.29%	26.16%	20.24%	18.66%
每公克香菸燃燒所產生的物質 造成溶液 pH 值變化比例 (%)	0.68%	0.76%	3.84%	3.41%
備註	本表是以『換算成每公克香菸菸草燃燒時』為基準分析			

實驗結果分析表 (第一頁)

表一、在較少 CO 含量的密閉空間中，CO 含量減少比例與「中性」液體 pH 值變化率關係表

溶液屬性	溶液	殘餘 CO 的量 (ppm/公升)	CO 減少量 (ppm/公升)	CO 減少比例 (%)	pH 值變化率 (%)	備註
---	---	252.80	---	---	---	空白實驗
中性	RO 水	186.04	66.76	26.41%	11.36%	

【註】本分析表是以『換算成每公克香菸菸草燃燒時』為基準分析。

表二、在較少 CO 含量的密閉空間中，CO 含量減少比例與「鹼性」液體 pH 值變化率關係表

溶液屬性	溶液	殘餘 CO 的量 (ppm/公升)	CO 減少量 (ppm/公升)	CO 減少比例 (%)	pH 值變化率 (%)	備註
---	---	252.80	---	---	---	空白實驗
鹼性	2wt% 碳酸氫鈉溶液	142.22	108.58	42.95%	3.05%	
	5wt% 碳酸氫鈉溶液	217.73	35.07	13.87%	9.15%	
	2wt% 碳酸鈉溶液	230.56	22.24	8.80%	5.93%	
	5wt% 碳酸鈉溶液	199.39	50.41	19.94%	4.67%	

【註】本分析表是以『換算成每公克香菸菸草燃燒時』為基準分析。

表三、在較少 CO 含量的密閉空間中，CO 含量減少比例與「酸性」液體 pH 值變化率關係表

溶液屬性	溶液	殘餘 CO 的量 (ppm/公升)	CO 減少量 (ppm/公升)	CO 減少比例 (%)	pH 值變化率 (%)	備註
---	---	252.80	---	---	---	空白實驗
酸性	5wt% 檸檬汁	248.47	4.33	1.71%	29.79%	
	100wt% 檸檬原汁	252.61	0.19	0.08%	1.49%	
	2wt% 檸檬酸鈉溶液	262.57	-9.77	-3.86%	11.47%	
	5wt% 檸檬酸鈉溶液	261.82	-9.02	-3.57%	4.33%	
	40wt% 純糯米醋	150.44	102.36	40.49%	0.57%	
	2wt% 醋酸溶液	204.85	47.95	18.97%	0.33%	
	5wt% 醋酸溶液	230.59	22.21	8.79%	1.37%	
	40wt% 醋酸溶液	249.43	3.37	1.33%	2.60%	

【註】本分析表是以『換算成每公克香菸菸草燃燒時』為基準分析。

實驗結果分析表 (第二頁)

表四、在較多 CO 含量的密閉空間中，CO 含量減少比例與「中性」液體 pH 值變化率關係表

溶液屬性	溶液	殘餘 CO 的量 (ppm/公升)	CO 減少量 (ppm/公升)	CO 減少比例 (%)	pH 值變化率 (%)	備註
---	---	252.75	---	---	---	空白實驗
中性	RO 水	213.99	38.80	15.35%	10.05%	

【註】本分析表是以『換算成每公克香菸菸草燃燒時』為基準分析。

表五、在較多 CO 含量的密閉空間中，CO 含量減少比例與「鹼性」液體 pH 值變化率關係表

溶液屬性	溶液	殘餘 CO 的量 (ppm/公升)	CO 減少量 (ppm/公升)	CO 減少比例 (%)	pH 值變化率 (%)	備註
---	---	252.75	---	---	---	空白實驗
鹼性	2wt% 碳酸氫鈉溶液	143.62	109.13	43.18%	1.76%	
	5wt% 碳酸氫鈉溶液	223.56	29.19	11.55%	1.91%	
	2wt% 碳酸鈉溶液	229.09	23.66	9.36%	3.71%	
	5wt% 碳酸鈉溶液	178.91	73.84	29.21%	3.57%	

【註】本分析表是以『換算成每公克香菸菸草燃燒時』為基準分析。

表六、在較多 CO 含量的密閉空間中，CO 含量減少比例與「酸性」液體 pH 值變化率關係表

溶液屬性	溶液	殘餘 CO 的量 (ppm/公升)	CO 減少量 (ppm/公升)	CO 減少比例 (%)	pH 值變化率 (%)	備註
---	---	252.75	---	---	---	空白實驗
酸性	5wt% 檸檬汁	142.73	110.02	43.53%	7.77%	
	100wt% 檸檬原汁	191.82	60.93	24.11%	0.16%	
	2wt% 檸檬酸鈉溶液	132.91	119.84	47.41%	0.55%	
	5wt% 檸檬酸鈉溶液	246.77	5.98	2.37%	8.53%	
	100wt% 純糯米醋	176.18	76.57	30.29%	0.68%	
	2wt% 醋酸溶液	186.62	66.13	26.16%	0.76%	
	5wt% 醋酸溶液	201.59	51.16	20.24%	3.84%	
	40wt% 醋酸溶液	205.58	47.17	18.66%	3.41%	

【註】本分析表是以『換算成每公克香菸菸草燃燒時』為基準分析。

附件、『簡單去味法』實驗報告

中華民國第四十四屆國民中學科學展覽會作品說明書

作品名稱：「簡單去味法」

壹、摘要：

爲了去除家中書房裡那股陳年難聞的菸臭味，在東海大學「大度山之戀」電子佈告欄的「生活小常識」版上得知「白醋」可以有效的去除菸臭味，經過在家中書房內擺上幾碟「白醋」實地測試後，確實讓有輕微呼吸道過敏症的我，在進入書房內時不再噴嚏連連，於是興起了探究「去除菸臭味」的原理和方法；經裝置簡單的模擬實驗後，發現以下幾個令人意外的結果及值得更深入探討的特點：

- 一、經實驗發現，將香菸燃燒時所產生的物質溶入「試藥級醋酸水溶液」時，原本「透明無色」的水溶液將變成「紫色」溶液，且使用的醋酸水溶液其體積百分率濃度越高，所呈現的紫色越深。
- 二、經實驗發現，將香菸燃燒時所產生的物質溶入「工研醋（白醋）」時，原本略呈「淡黃色」的水溶液將變成「橙色」溶液。
- 三、同屬「醋酸類」的水溶液，體積百分濃度（vol%）越高，或是醋酸水溶液的 pH 值越低，去除菸臭味的效果會越好。
- 四、「檸檬汁」亦可以去除菸臭味，但效果不如醋酸水溶液來得明顯有效。
- 五、未來發展：今年三月份爆發的「甲醛魚事件」，台北市衛生局在最短時間內便推出「紫醛」試劑供民眾做簡單檢測，加上我們在實驗中觀察到「醋酸水溶液」通入香菸燃燒時所產生物質後變「紫色」與「工研醋（白醋）」通入香菸燃燒時所產生物質後變「橙色」的特性，我們聯想到：可以重新檢討及設計實驗方式，開發檢測「地毯上殘留菸臭味」的試劑。

貳、研究動機：

爸爸是個從事旅遊行業的導遊，每年到了旅遊旺季時，他經常徹夜未眠的躲在書房內，除了手上拿著筆不停的規劃著旅遊行程外，嘴上總不忘叨著根香菸，除了叫人擔心他這樣的行徑會危害自己的健康外，更令人頭疼的是鋪有地毯的書房內總是瀰漫著一股濃濃的、散不掉的煙臭味與霉味，這讓負責打掃的媽媽、要在書房內用電腦打作業的哥哥、還有從小就對香菸菸味特別敏感的我，每回要進出書房都是件痛苦事，經上網查詢資料後，在東海大學「大度山之戀」電子佈告欄的「生活小常識」版上得知『在房間四周放置裝有白醋的小碟子，可以有效的去除菸臭味』，經實地實驗後，果然讓家中書房裡的菸臭味聞起來沒那麼重，當我進到

書房中時，也不再像以前一樣噴嚏連連，到底是什麼樣的原理，讓菸臭味變淡？且除了白醋外，有沒有其他的物質也有相同類似的效果？這引起了我一個極大的好奇心，在與同學、老師討論之後，便進行了次實驗。

參、研究目的：

在本篇報告中，實驗研究的目的為：

- 一、實驗證實「白醋」對菸臭味去除的效果。
- 二、實驗與比較其餘酸性物質對菸臭味去除效果。

肆、研究設備及器材：

一、實驗器材：

品名	數量	品名	數量	品名	數量
透明壓克力水槽	十二個	玻璃樣品罐	十二個	保鮮膜	一捲
白色棉質小方巾	十二條	1 公升量杯	一個	錶玻璃	十二個
250 毫升量筒	二個	5 公升水桶	一個	橡皮塞	一個
100 毫升燒杯	四十八個	25 毫升量筒	一個	打火機	一個

二、實驗儀器：

pH 計、電子天平

三、實驗藥品：

香菸、工研醋（白醋）、工研烏醋（黑醋）、檸檬、試藥級醋酸、試藥級丙酮、蒸餾水。

伍、研究過程或方式：

一、實驗製備：

（一）原理：

- 1.使用「白色棉質小方巾」模擬「書房的地毯」，用「透明壓克力水槽」模擬「密閉的書房」。
- 2.香菸燃燒時所產生的物質，在密閉空間中，一部份的物質將會慢慢沈降（溶入）裝有「去除菸臭味液體」的燒杯中，而剩下的物質將分別吸（黏）附在「白色棉質小方巾」的纖維及「透明壓克力水槽」的槽壁上。
- 3.理論上來說，「去除菸臭味液體」的消除菸臭味效果越好，表示香菸燃燒時所產生的物質，很容易被該液體（水溶液）吸收，則此種液體（水溶液）的 pH 值在實驗前、實驗後的變化比例會比較大，也就是說，當越多的香菸燃燒時所產生的物質被「去除菸臭味液體」吸收，則殘留在「白色棉質小方巾」纖維與「透明壓克力水槽」槽壁上的物質就越少，那麼浸泡過後所得的水溶液 pH 值變化率將越低。

（二）香菸燃燒後所產生的物質，有一部份是不易溶於水的有機物質，我們配製了低濃度(5vol

%)的丙酮水溶液，作為溶解負(黏)著於「透明壓克力水槽」槽壁及「白色棉質小方巾」纖維上有機化合物的溶液。

(三)「去除菸臭味液體」的選定：

香菸燃燒後所產生的物質溶於水時呈現「弱鹼性」，故我們除了選用在東海大學電子佈告欄「生活小常識」版上所提供的「工研醋(白醋)」外，另外選定其餘四種酸性水溶液作為測試及比較之用，詳細資料請見下表。

蒸餾水	PH=7.02	
工研醋(白醋)	pH=2.77	酸度 4.5 vol%
試藥級醋酸水溶液	pH=1.94	濃度 4.5 vol% (仿照工研醋的濃度配製)
工研烏醋(黑醋)	pH=3.18	酸度 1.8 vol%
試藥級醋酸水溶液	pH=3.11	濃度 1.8 vol% (仿照工研烏醋的濃度配製)
檸檬汁	pH=2.61	新鮮現搾

二、實驗流程：

- (一) 在白色棉質小方巾的正中央放置錶玻璃一片，在錶玻璃的正上方放一個已鑽孔的橡皮塞，孔洞大小以正好可讓一支香菸垂直插入為要求。
- (二) 錶玻璃的四周放置四個 100 毫升的燒杯。
- (三) 在左下方的燒杯中，倒入 10 毫升的液體(蒸餾水及五種「去除菸臭味液體」)。
- (四) 將香菸點燃，插在已鑽孔的橡皮塞上，將透明壓克力水槽倒置蓋上。
- (五) 當香菸在透明壓克力水槽內燃燒殆盡，繼續「悶」兩個小時，讓香菸燃燒時所產生的物質慢慢的沈降，讓一部份香菸燃燒時產生的物質溶入裝有「去除菸臭味液體」的燒杯裡的液體中，而剩下的部分吸(黏)附在「白色棉質小方巾」的纖維與「透明壓克力水槽」槽壁上。
- (六) 測量蒸餾水、「去除菸臭味液體」的 pH 值。
- (七) 將 5vol%、7 公升的丙酮水溶液注入「透明壓克力水槽」中，浸泡二十四小時後，測量水槽內水溶液的 pH 值。
- (八) 以 5vol%、5 公升的丙酮水溶液浸泡「白色棉質小方巾」二十四小時後，測量浸泡過白色棉質小方巾水溶液的 pH 值。
- (九) 以樣品罐留存「溶入香菸燃燒時所產生的物質」的 4.5vol%醋酸水溶液、1.8 vol%醋酸水溶液及工研醋(白醋)。
- (十) 分析、討論實驗所得數據及繪製圖表。

陸、研究結果：

一、溶入香菸燃燒所產生的物質後，「去除菸臭味液體」的 pH 值變化情形

(一) 放置一杯「去除菸臭味液體」時：

由附表一的實驗數據得知，在實驗裝置內只放置一杯(10 毫升)的「去除菸臭味液體」時，以「4.5vol%醋酸水溶液」的 pH 值變化比例最大，達 75.26%；而「新鮮檸檬汁」的 pH 值變化比例最小，只有 12.64%；此外，蒸餾水的 pH 值變化比例為 11.68%。

(二) 放置四杯「去除菸臭味液體」時：

由附表一的實驗數據得知，在實驗裝置內放置四杯（每杯內裝 10 毫升）的「去除菸臭味液體」時，以「4.5vol%醋酸水溶液」的 pH 值變化比例最大，達 67.01%；而「工研烏醋（黑醋）」的 pH 值變化比例最小，只有 10.69%；此外，蒸餾水的 pH 值變化比例為 18.23%。

【附表一】「去除菸臭味液體」溶入香菸燃燒所產生的物質後，pH 值及 pH 值的變化比例

實驗用液體種類	原始 pH 值	放置一杯		放置四杯	
		實驗後 pH 值	變化比例	實驗後 pH 值	變化比例
蒸餾水	7.02	7.84	11.68 %	8.30	18.23 %
工研醋（白醋）	2.77	3.64	31.41 %	3.47	25.27 %
4.5vol%醋酸水溶液	1.94	3.40	75.26 %	3.24	67.01 %
工研烏醋（黑醋）	3.18	3.60	13.21 %	3.52	10.69 %
1.8vol%醋酸水溶液	3.11	3.76	20.90 %	3.65	17.36 %
新鮮檸檬汁	2.61	2.94	12.64 %	2.90	11.11 %

二、吸（黏）附香菸燃燒所產生的物質後，將「白色棉質小方巾」浸泡於 5vol%、五公升的丙酮水溶液二十四小時後，水溶液 pH 值的變化情形

(一) 放置一杯「去除菸臭味液體」時：

由附表二的實驗數據得知，在實驗裝置內只放置一杯（10 毫升）的「去除菸臭味液體」時，水溶液 pH 值的變化比例只在 4.13%到 5.98%這個範圍內變動，高低相差不過 1.85 %。

(二) 放置四杯「去除菸臭味液體」時：

由附表二的實驗數據得知，在實驗裝置內放置四杯（每杯內裝 10 毫升）的「去除菸臭味液體」時，水溶液 pH 值的變化比例只在 4.42%到 6.27%這個範圍內變動，高低相差和只放置一杯「去除菸臭味液體」時相同，皆為 1.85%。

【附表二】吸（黏）附香菸燃燒所產生的物質後，將「白色棉質小方巾」浸泡於 5vol%、5 公升的丙酮水溶液二十四小時後，浸泡過白色棉質小方巾水溶液 pH 值及 pH 值的變化情形

實驗用液體種類	放置一杯		放置四杯	
	實驗後 pH 值	變化比例	實驗後 pH 值	變化比例
蒸餾水	7.37	4.99 %	7.54	7.41 %
工研醋（白醋）	7.44	5.98 %	7.45	6.13 %
4.5vol%醋酸水溶液	7.32	4.27 %	7.45	6.13 %
工研烏醋（黑醋）	7.31	4.13 %	7.43	5.84 %
1.8vol%醋酸水溶液	7.31	4.13 %	7.46	6.27 %
新鮮檸檬汁	7.44	5.98 %	7.33	4.42 %

三、吸（黏）附香菸燃燒所產生的物質後，將「透明壓克力水槽」內注入 5vol%、七公升丙酮

水溶液二十四小時後，水槽內水溶液 pH 值的變化情形

(一) 放置一杯「去除菸臭味液體」時：

由附表二的實驗數據得知，在實驗裝置內只放置一杯（10 毫升）的「去除菸臭味液體」時，水溶液 pH 值的變化比例只在 0%到 0.71%這個範圍內變動，高低相差只有 0.71 %。

(二) 放置四杯「去除菸臭味液體」時：

由附表二的實驗數據得知，在實驗裝置內放置四杯（每杯內裝 10 毫升）的「去除菸臭味液體」時，水溶液 pH 值的變化比例只在 0%到 0.85%這個範圍內變動，高低相差 0.85%。

【附表三】吸（黏）附香菸燃燒所產生的物質後，將「透明壓克力水槽」內注入 5vol%、七公升丙酮水溶液，浸泡二十四小時後，水槽內水溶液 pH 值及 pH 值的變化情形

實驗用液體種類	放置一杯		放置四杯	
	實驗後 pH 值	變化比例	實驗後 pH 值	變化比例
蒸餾水	7.03	0.14 %	7.08	0.85 %
工研醋（白醋）	7.07	0.71 %	7.02	0.00 %
4.5vol%醋酸水溶液	7.02	0.00 %	7.06	0.57 %
工研烏醋（黑醋）	6.98	0.57 %	6.98	0.57 %
1.8vol%醋酸水溶液	7.03	0.14 %	7.00	0.28 %
新鮮檸檬汁	6.96	0.85 %	7.03	0.14 %

柒、討論：

一、「去除菸臭味液體」的去除效果：

(一) 蒸餾水：

由圖一和附表一，在實驗裝置內置入蒸餾水，經過兩個小時的溶解與吸附後，測得水溶液的 pH 值為 7.84（放置一杯）及 8.30（放置四杯），可知香菸燃燒時的產物溶於水後呈現鹼性反應，且在放置「四杯」的實驗組中，因其總接觸面積較放置「一杯」的實驗組為大，在相同的沈降時間（兩小時）下，有助於香菸燃燒時的產物較易溶解，故測量出來的 pH 值較高，變化比例亦較大。

(二) 酸性物質：

1.濃度同為 4.5vol%的工研醋（白醋）與醋酸水溶液

由圖一和附表一，雖然兩者的濃度相同，但是以試藥級醋酸所配製的水溶液，在放置「一杯」與放置「四杯」的實驗組中，水溶液 pH 值的變化比例皆較工研醋（白醋）為大，且依據原始液體（水溶液）的 pH 值來看，試藥級醋酸水溶液 pH 值亦較工研醋（白醋）為低，原因是工研醋（白醋）是以糯米釀造，水溶液中所含的「非醋酸物質」較多，造成醋酸分子解離成醋酸根離子與氫離子的比例較低，故工研醋（白醋）去除菸臭味的效果就略遜於試藥級醋酸水溶液一籌。

2. 濃度同為 1.8vol% 的工研烏醋（黑醋）與醋酸水溶液

由圖一和附表一，雖然兩者的濃度相同，但是以試藥級醋酸所配製的水溶液，在放置「一杯」與放置「四杯」的實驗組中，水溶液 pH 值的變化比例皆較工研烏醋（黑醋）為大，且依據原始液體（水溶液）的 pH 值來看，試藥級醋酸水溶液 pH 值亦較工研烏醋（黑醋）為低，原因是工研烏醋（黑醋）是調和醋，水溶液中另含有較多的「非醋酸物質（如糖、鹽）」，造成醋酸分子解離成醋酸根離子與氫離子的比例更低，故去除菸臭味的效果就更不如預期的理想了。

3. 歸納第一點與第二點的討論內容，結合附表一的數據，我們畫出圖四並歸納出一個結論，那就是同屬「醋酸類」的水溶液，其水溶液的 pH 值越低，則將香菸燃燒時所產生的物質溶入水溶液中時，pH 值的變化比例會越大，也就是說，去除菸臭味的效果會越好。

二、「白色棉質小方巾」與「透明壓克力水槽」

由圖二與圖三，雖然長條圖皆呈現出高低分佈的狀態，但由附表二與附表三的實驗數據，可以得知當我們以 5vol%、五公升與七公升丙酮水溶液，分別浸泡模擬家中書房地毯與牆壁的「白色棉質小方巾」與「透明壓克力水槽」二十四小時後，0.5vol% 的丙酮水溶液 pH 值變化比例高低卻只有 1.85% 與 0.85% 的落差而已，變化比例如此微小的原因，經我們討論後歸納出以下三點可能造成檢測上誤差的原因：

- （一）白色棉質小方巾只經過浸泡過程，並沒有用力搓洗，所以香菸燃燒時所產生的部分物質仍然附著於小方巾的棉質纖維上，並未在浸泡過程中完全溶解於 0.5vol% 的丙酮水溶液中。
- （二）透明壓克力水槽的槽壁光滑、孔隙度極小，和家中書房牆壁上的水泥牆上的粗糙與孔隙度較大的情形不同，故除了香菸燃燒時所產生的焦油因黏性較大容易附著外，其餘香菸燃燒後的懸浮物質不易附著，故造成浸泡之後 0.5vol% 的丙酮水溶液的 pH 值變化比例極小。
- （三）所使用的 5vol% 的丙酮水溶液濃度不夠，無法將附著於「白色棉質小方巾」與「透明壓克力水槽」的焦油完全溶解，這個誤差因素我們由「白色棉質小方巾」上依然清晰可見的黃色焦油污跡，及清洗「透明壓克力水槽」時，手上那黏膩的感覺可以得到證實我們的誤差主因。

捌、結論與建議：

- 一、我們在實驗過程中發現，當香菸燃燒時所產生的物質溶入「試藥級醋酸水溶液」時，讓原本「透明無色」的醋酸水溶液變成「紫色」溶液，且使用仿照工研醋（白醋）所配製的 4.5vol% 醋酸水溶液，所呈現出的「紫色」較仿照工研烏醋（黑醋）所配製的 1.8vol% 醋酸水溶液還要深，也就是說「醋酸水溶液」體積百分率濃度（vol%）越高，所顯現出來的紫色會越深。
- 二、我們在實驗過程中發現，香菸燃燒時所產生的物質溶入「工研醋（白醋）」時，會讓原本

略呈「淡黃色」的水溶液變成「橙色」溶液。

三、由實驗數據所畫出的圖四中可以得知：同屬「醋酸類」的水溶液，當使用的體積百分濃度(vol%)越高，或醋酸水溶液的 pH 值越低時，將香菸燃燒後所產生的物質溶入其中時，水溶液的 pH 值變化比例會越大，去除菸臭味的效果會越好。

四、「檸檬汁」亦可以去除菸臭味，且聞起來的「酸度」與「刺激性臭味」不如醋酸水溶液來得強烈，但由實驗所得的數據來分析，去除菸臭味的效果卻不如醋酸水溶液來得明顯，可能是檸檬酸根離子與香菸燃燒時所產生的物質「結合傾向」不如醋酸根離子來得強烈所引致。

五、實驗裝置待改進之處：

(一) 採用表面略微粗糙的石膏板或軟木塞片，取代表面光滑的壓克力材質。

(二) 尋找浸泡「白色棉質小方巾」最適宜的丙酮水溶液濃度。

(三) 放大實驗裝置的規模，本實驗使用的透明壓克力水槽容積僅有 7000 立方公分而已，不能夠精確模擬現實生活中的情形。

六、未來發展：

今年三月份爆發的「甲醛魚事件」，台北市衛生局在最短時間內便推出「紫醛」試劑供民眾做簡單檢測，加上我們在實驗中觀察到「醋酸水溶液」通入香菸燃燒時所產生物質後變「紫色」與「工研醋（白醋）」通入香菸燃燒時所產生物質後變「橙色」的特性，我們聯想到：可以重新檢討及設計實驗方式，開發檢測「地毯上殘留菸臭味」的試劑。

玖、參考文獻：

一、東海大學「大度山之戀」電子佈告欄「生活小常識」版。

<http://bbs.thu.edu.tw>

二、國中自然與生活科技學習手冊（2 下），民國 93 年初版，康軒・育橋文教事業股份有限公司，台北市。

三、國中自然與生活科技（2 下），民國 93 年初版，康軒・育橋文教事業股份有限公司，台北市。

中華民國第四十五屆中小學科學展覽會
評 語

國中組 理化科

031621

簡單去味法第二部曲

臺中市立五權國民中學

評語：

1. 在日常生活中，尋找適當的材料，以去除 CO ，創意頗佳。
2. 以香菸的燃燒作為對象，其產物可能更複雜。
3. 探討 pH 的變化，不更代表是 CO 的變化。
4. 運用及推廣，可能不具簡便。