

中華民國第四十三屆中小學科學展覽會參展作品專輯

高中組

化學科

科別：化學科

組別：高中組

作品名稱：真假難辨—假酒檢測

關鍵詞：甲醇、乙醇、氧化還原

編號：040203

學校名稱：

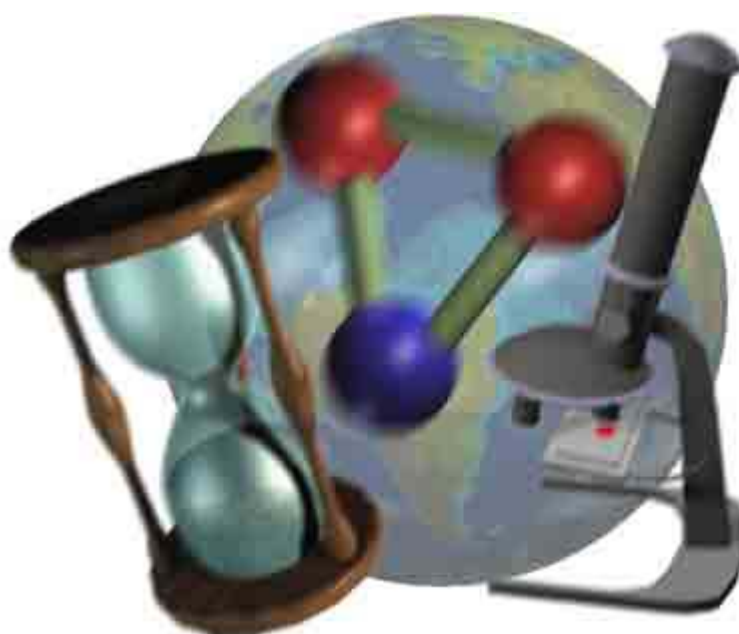
國立新竹高級中學

作者姓名：

劉佩嘉、龍成一、胡少強

指導老師：

麥富德、陳坤田



摘要

由於假酒害人的事件頻傳，如何檢測出酒類中是否含有甲醇，避免人們誤食造成意外的傷害就顯得格外的重要。由於現行檢測法過於複雜，所以我們就嘗試使用氣壓改變量來檢測假酒。根據既有之理論，甲醇和乙醇在氧化反應後可變成甲酸和乙酸，而甲酸可進一步氧化為二氧化碳，利用這種特性，可以由氣壓變化反推甲醇的存在。為減少環境背景因素所導致的影響，我們利用靜置待其平衡加以校正。接著以不同濃度的甲醇水溶液做其氧化的實驗，觀察其氣壓與濃度的數值變化之標準檢量線，發現其結果為一線性關係。最後使用市售的米酒與甲醇配成不同濃度比例的假酒，來模擬真實樣品，其結果同樣也是呈一線性關係。由此一系列的實驗之後，我們已確認利用氣壓變化來檢測假酒是可行的，而且相當具有發展的潛力。

壹、研究動機

最近假酒害人的事件頻傳，新聞媒體上出現許多相關的報導。對於此議題，我們深感興趣，便設法收集假酒檢測的相關資料。然而我們發覺當前的檢驗方法，大多只能測出甲醇的有無，且所須使用的藥劑眾多，手續繁雜。若要求得甲醇濃度，必需借助貴重的儀器。因此我們致力於研究新的檢測方法，使之簡單、快速、無需使用多種藥劑，並且能推算出甲醇濃度。

貳、研究目的

- 一、研究甲醇、乙醇的分辨方法
- 二、研發一套可測量酒中甲醇含量的方法。

參、研究設備及方法

一、理論推演：

(一)文獻探討：

表一：甲醇、乙醇物理性質之比較

特性 \ 物質	甲醇	乙醇
常溫物質狀態	液體	液體
氣味	輕微酒精味	酒精味
沸點(°C)	64.7	78.4
比重(水=1)	0.8100 @0°C	0.789
蒸氣壓(torr)@20°C	88.3	44.3
蒸氣密度(空氣=1)	1.1	1.6
水中溶解度	全溶	全溶

由(表一)得知甲醇與乙醇的物理性質相似，難以直接辨別。現今的方法大多將甲醇轉換成其他物質，再利用此物質來作檢測。如藥物食品檢驗局酒類中甲醇之檢驗方法(參考文獻¹⁾)是將甲醇在磷酸酸性的環境下用高錳酸鉀將之氧化成甲醛，又將過剩的高錳酸鉀用草酸作脫色之後加入品紅亞硫酸試液，由其生成的顏色與標準溶液做比對來判定甲醇是否過量。

從有機化學書籍(參考文獻²⁾)得知，一級醇可加入適當的氧化劑將其氧化成酸類，常用的氧化劑為高錳酸鉀與重鉻酸鉀，其反應式如下：



利用(式一)，甲醇可反應成甲酸，而乙醇則被氧化成乙酸。其中甲酸為常見的還原劑，常溫下能與強氧化劑反應產生二氧化碳和水(參考文獻⁴)：

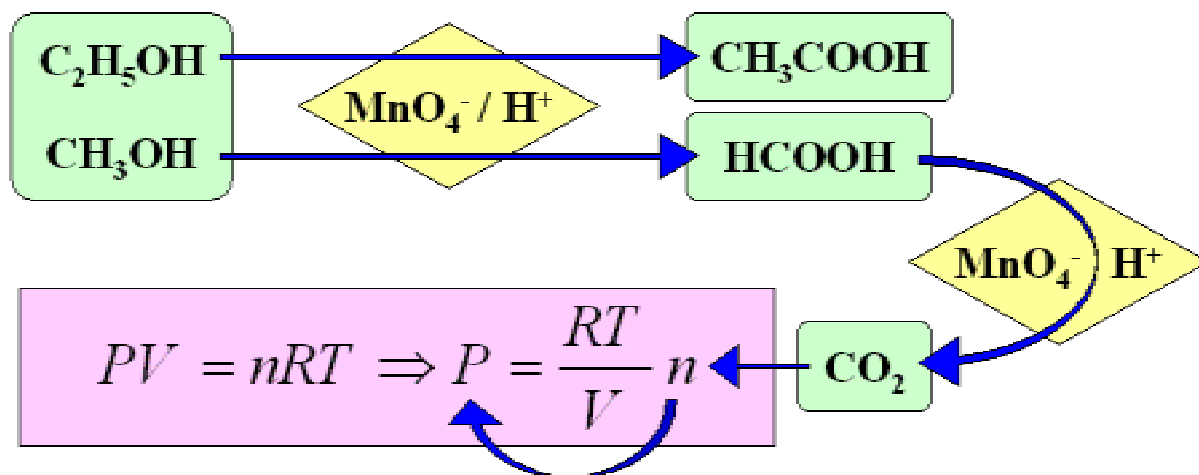


相對於甲酸，乙酸對於氧化劑顯得很安定，在常溫下也不會被強氧化劑（如重鉻酸鉀和高錳酸鉀等）所氧化(參考文獻⁵)。

由上可知高錳酸鉀對甲酸的反應性遠大於對乙酸，若將甲醇與乙醇氧化成甲酸與乙酸，我們認為可以藉甲酸與高錳酸鉀反應產生二氧化碳的特性來檢測酒中有無甲醇。

(一)研究方法：

依照(式 1)與(式 2)，使用高錳酸鉀在磷酸酸性環境下(pH=1~2)把酒中的醇類氧化成酸，若有甲醇，就會產生甲酸；生成的甲酸會再與高錳酸鉀反應產生二氧化碳。二氧化碳是氣體，氣體在密閉系統中會表現壓力。我們將酒與高錳酸鉀置於一密閉系統中反應，則增加的二氧化碳會表現出增加的壓力，可以由此推測甲醇是否存在(圖一)；酒中甲醇越多，產生的甲酸就越多，二氧化碳也越多，壓力將增加越多，可以用壓力增加量來測定甲醇含量。



圖一：研究方法示意圖

我們使用標準檢量法，利用不同已知甲醇濃度的酒與高錳酸鉀反應，固定溫度、系統體積、藥劑量、反應時間。產生的不同壓力差可繪製出濃度－壓力的檢量曲線(參考實驗結果圖)。往後欲知酒的甲醇濃度，可以採用與繪製檢量線實驗同樣的方法與高錳酸鉀反應，所得壓力差與檢量線比對，即可求得甲醇濃度。

一、藥品與器材：

(一) 藥品：

高錳酸鉀(試藥級)-----日本 島久藥品株式會社
磷酸(試藥級)-----日本 林純藥工業株式會社
氫氧化鈣(試藥級)-----日本 島田化學研究所
無水乙醇(試藥級)-----日本 島田化學研究所
甲醇(試藥級)-----日本 和光純藥工業株式會社
甲酸(試藥級)-----日本 島久藥品株式會社
乙酸(試藥級)-----日本 藥理化學工業株式會社
米酒(酒精度 19.5)-----臺灣省菸酒公賣局

(二) 器材：

燒杯-----各種體積共 5 個	酒精溫度計-----2 支
鐵架-----1 座	50 毫升側管錐形瓶-----2 個
滴管-----6 支	側管試管-----2 支
吸量管-----各種體積共 10 支	側管 U 型管-----2 支
洗滌瓶-----1 個	橡皮塞-----各種大小共 20 個
橡膠管-----2 條	離心管-----5 支
轉閥-----2 個	100 毫升容量瓶-----20 個
10 毫升試管-----5 支	安全吸球-----5 個
電子天秤-----1 臺	pH 值測定儀(含測量溫度功能)----1 臺
電子微量氣壓計(Digital Readout: MKS PDR-D-1, Transducers: MKS622A)-----1 組	
超音波振盪器(附保溫功能)(ULTRASONIC CLEANER D-150 H)-----1 臺	

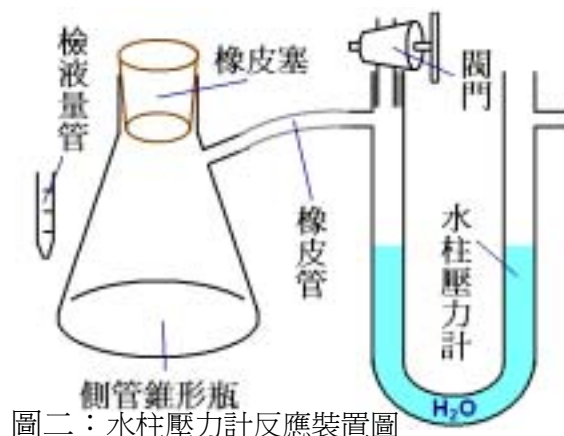
二、儀器原理：

(一)水柱壓力計反應裝置：

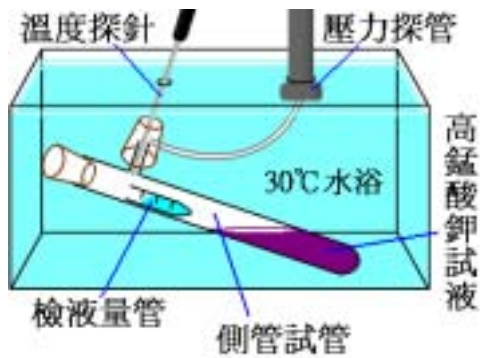
1.原理：製造一密閉的反應環境，利用水柱高度來讀取壓力差。

2.使用方法：

- (1)、將定量高錳酸鉀試液置入錐形瓶，打開轉閥。
- (2)、用檢液量管量好檢液量，置入錐形瓶中，將錐形瓶傾斜，使檢液與試液不接觸。錐形瓶口塞好橡皮塞後，關閉轉閥，使系統密閉。
- (3)、搖動錐形瓶，使檢液傾倒出來與試液混合反應，靜置並定時記錄水柱高度差。



(二)定量反應裝置：



圖三：定量反應裝置圖(左為照片、右為示意圖)

1.原理：利用超音波振盪器的保溫功能，使密閉反應裝置維持定溫；由電子溫度計與微量壓力計讀取反應時溫度和壓力的資料。

2.使用方法：

- (1)、將定量高錳酸鉀試液加入側管試管內，量好檢液之量管亦置入其中，勿使檢液與高錳酸鉀試液混合反應。
- (2)、側管試管接上探測端(溫度探針與壓力探管)並密封瓶口後，置入 30℃ 水浴中。
- (3)、靜置數分鐘(依實驗三之結果)後，讀取 30℃ 時之壓力與溫度。
- (4)、將溫度探針下壓，使檢液與高錳酸鉀試液混合反應，定時記錄溫度與壓力。

四、試藥配製：

(一)、3%高錳酸鉀—磷酸溶液(簡稱高錳酸鉀試液)：

取高錳酸鉀 15g 於 500 ml 容量瓶中，加少量蒸餾水，再加入磷酸 75 ml，搖動，最後以蒸餾水定溶至 500 ml。

(二)、澄清石灰水：取 1g 氫氧化鈣溶於 100 ml 蒸餾水中，搖均後過濾得澄清溶液。

(三)、甲醇標準溶液：[濃度單位：(g/100ml) 即 100 ml 溶液中所含溶質的克數]

1. 1%~7% & 20%：照表(二)之配製方法。

表二：甲醇水溶液配製法(1%~7%，20%)

甲醇濃度(%)	甲醇劑量(g)	取 100ml 容量瓶於電子天秤上，加入定量甲醇，以蒸餾水定溶至 100ml
1	1	
2	2	
3	3	
4	4	
5	5	
6	6	
7	7	
20	20	

2. 0.1%~0.7%者以 1%~7%者稀釋 10 倍；0.01%~0.07%者以 0.1%~0.7%者稀釋 10 倍。

(四)、添加甲醇之米酒(模擬假米酒)：

1. 使用市售米酒與 20%甲醇水溶液來配製，其方法如表(三)：

表三：模擬假米酒配製法(0%~0.1%)

甲醇濃度(%)	乙醇濃度(%)	20%甲醇溶液量(ml)	米酒量 (ml)
0	19.5	0	100
0.2	19.30	0.1	99
0.4	19.11	0.2	98
0.6	18.92	0.3	97
0.8	18.72	0.4	96
1	18.53	0.5	95

2. 0.01%者以 0.1%者用米酒稀釋 10 倍。

肆、研究過程及方法

實驗一、高錳酸鉀與甲酸、乙酸的反應

- (一)、目的：了解甲酸、乙酸對高錳酸鉀的反應情形，測試使用高錳酸鉀分辨甲酸、乙酸的可行性。

- (二)、步驟：

1. 取 3 ml 高錳酸鉀試液，分別置入兩根 10 ml 試管中。

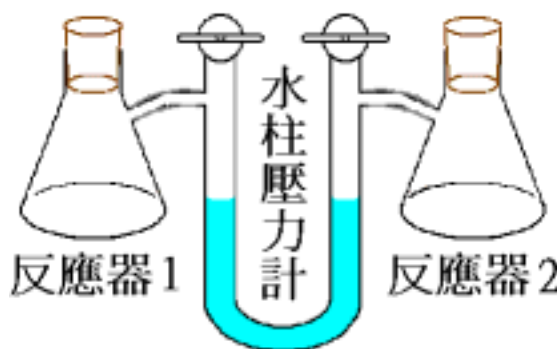
2. 各加入甲酸、乙酸 2mL，搖勻 5 秒，靜置觀察反應情況。
3. 同樣取 3 ml 高錳酸鉀試液置入 10 ml 兩試管中，分別加 2 ml 甲酸與乙酸，外接橡皮管通入澄清石灰水中，靜置觀察反應情況。

實驗二、甲醇、乙醇的分辨

(一)、目的：承實驗一，測試使用高錳酸鉀分辨甲醇、乙醇的可行性。

(二)、步驟：

1. 使用 U 型管壓力計為反應器。
2. 取 0.5 ml 甲醇與乙醇為檢液，高錳酸鉀試液取 10 ml。
3. 其餘步驟照「儀器原理」之水柱壓力計反應裝置使用方法。
4. 將反應器改為比壓裝置(圖七)，重覆 2、3 之步驟(左右反應必需同時)。
5. 仿照實驗一之步驟 3，分別將高錳酸鉀與甲醇和乙醇混合反應，外接橡皮管至澄清石灰水中。



圖七：水柱壓力計反應裝置改版(比壓反應裝置)

實驗三、系統反應前溫度、壓力與時間的關係

(一)、目的：了解在系統於反應前達成溫度與壓力平衡所需的時間，以確定進行檢液與高錳酸鉀試液反應的時刻。

(二)、步驟：

1. 取 0.1% 甲醇水溶液 1 ml 為檢液，高錳酸鉀試液取 10 ml。
2. 將高錳酸鉀試液與裝好檢液的量管置入側管試管內，勿使檢液與高錳酸鉀試液混合反應。
3. 把側管試管密封，接上探測端後，開始計時並記錄溫度與壓力。

4. 將整個系統置入 30°C 水浴中，定時記錄溫度與壓力(如第 5 頁圖三)。

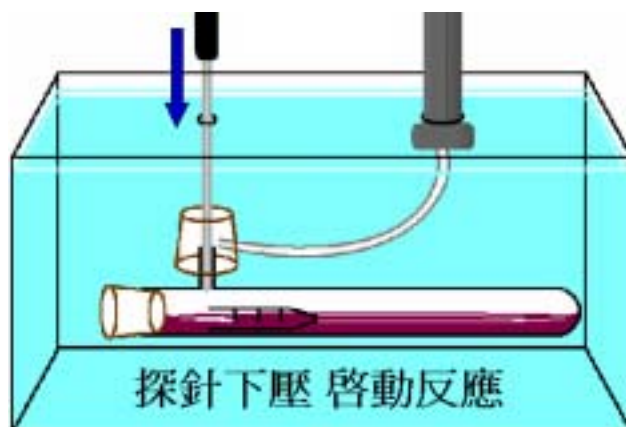
實驗四、甲醇水溶液與高錳酸鉀的反應

(一) 目的：確知甲醇水溶液與高錳酸鉀反應之壓力與時間關係。

(二) 方法：利用甲醇與高錳酸鉀反應產生甲酸再轉成二氧化碳的特性來偵測反應情形。當反應達到平衡時系統總壓也達成平衡，所以由壓力的變化可得知反應達到平衡的時間。

(三) 步驟：

1. 選定以 0.1% 甲醇水溶液為檢液，高錳酸鉀試液取 10 ml。
2. 其餘步驟照儀器原理之定量反應裝置使用方法。



圖五：定量反應裝置啟動反應方法

實驗五、甲醇水溶液與高錳酸鉀應產生壓力差與濃度之檢量線

(一)、目的：利用不同濃度甲醇水溶液與高錳酸鉀反應，在相同時間下產生不同之壓力差，繪製標準檢量線。

(二)、方法：先以不同濃度甲醇水溶液與高錳酸鉀反應，繪製壓差-時間圖；藉此比較不同時間點所得濃度之壓差，選取一固定時刻，繪製濃度-壓差圖。

(三)、步驟：

1. 將檢液分成三組，如表(四)所示，高錳酸鉀試液取 10 ml。

表四：甲醇水溶液分組表

組別	甲醇水溶液濃度(%)
一	0、1、2、3、4、5、6

二	0、0.1、0.2、0.3、0.5、0.6、0.7
三	0、0.02、0.03、0.05、0.06、0.07

2. 其餘步驟照「儀器原理」之定量反應裝置使用方法。

實驗六、添加甲醇之米酒與高錳酸鉀反應產生壓力差與濃度之檢量線

- (一)、目的：利用不同甲醇濃度之米酒與高錳酸鉀反應，在相同時間下產生不同之壓力差，繪製標準檢量線。
- (二)、方法：先以不同甲醇濃度之米酒與高錳酸鉀反應，繪製壓差-時間圖；比較不同時間點所得濃度之壓力差，選取一固定時刻，繪製濃度-壓差圖。
- (三)、步驟：
 1. 仿照實驗三的方法，以含 0.1% 甲醇之米酒為檢液，了解系統反應前壓力與時間的關係。
 2. 取甲醇濃度 0%、0.01%、0.02%、0.04%、0.06%、0.08%、0.1% 之模擬假米酒 1 ml 為檢液，高錳酸鉀試液取 10 ml。
 3. 其餘步驟照「儀器原理」之定量反應裝置使用方法。

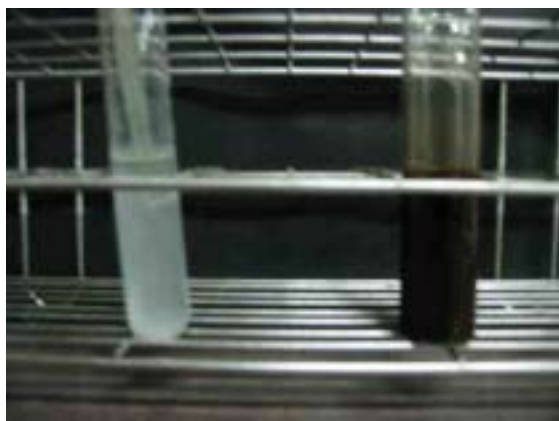
伍、研究結果與討論

實驗一：

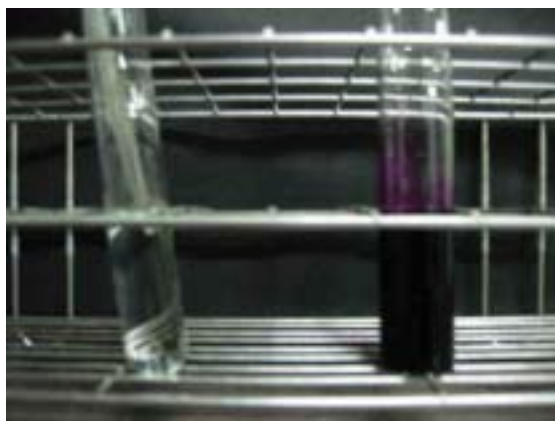
- (一)、結果：



圖六：甲酸(右)立即與高錳酸鉀反應，溶液由紫色變為棕色，且快速產生氣體；反之，乙酸(左)數小時後仍無明顯反應。



圖七：甲酸反應所產生的氣體，在短時間(一分鐘內)使澄清石灰水混濁。



圖八：乙酸加入高錳酸鉀後，外接管至澄清石灰水中，久置(一小時後)並無白色沉澱現象。

(二)、 討論：

由實驗一知，藉由高錳酸鉀顏色改變及氣體產生與否，確定常溫下可使用高錳酸鉀分辨甲酸與乙酸。並且由(式 2)及圖(七)推斷甲酸反應所產生的氣體為二氧化碳。利用這種特性，若能將甲醇、乙醇氧化成甲酸、乙酸，則可藉實驗一之結果分辨甲醇與乙醇。

實驗二：

(一)、 結果：



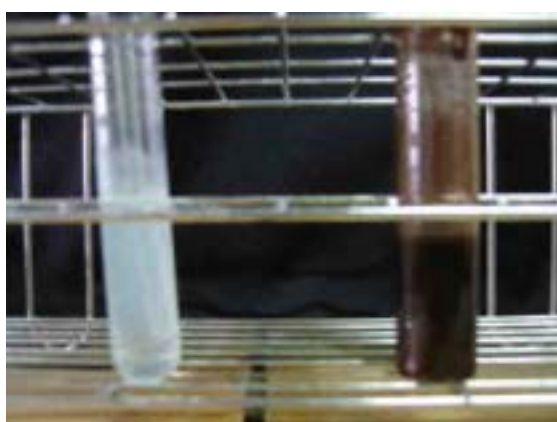
圖九：甲醇與高錳酸鉀反應產生之氣體，使 U 型管內水柱有明顯的高度差。



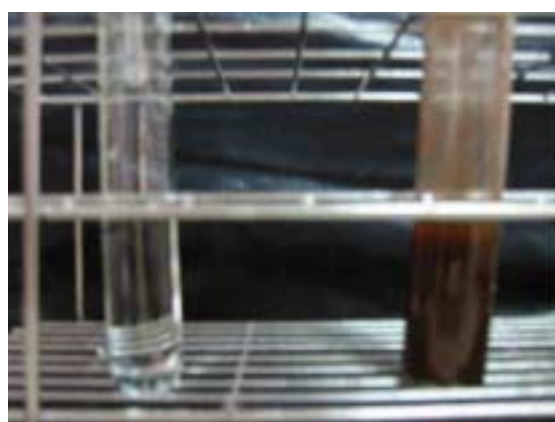
圖十：乙醇與高錳酸鉀反應只產生些微高度差，推測為水與醇類蒸氣造成。



圖十一：高錳酸鉀在比壓裝置下與甲醇(右)、乙醇(左)反應，甲醇邊產生較大的壓力。



圖十二：甲醇與高錳酸鉀反應產生之氣體，使澄清石灰水產生白色沉澱，此與實驗一甲酸的结果相同。



圖十三：乙醇與高錳酸鉀反應後，並無使澄清石灰水產生白色沉澱。

(二)、討論：

由實驗二之結果得知，甲醇確實可與高錳酸鉀反應生成二氧化碳，而乙醇不會；所以利用產生二氧化碳有無可應用來檢測酒中有無甲醇的存在。

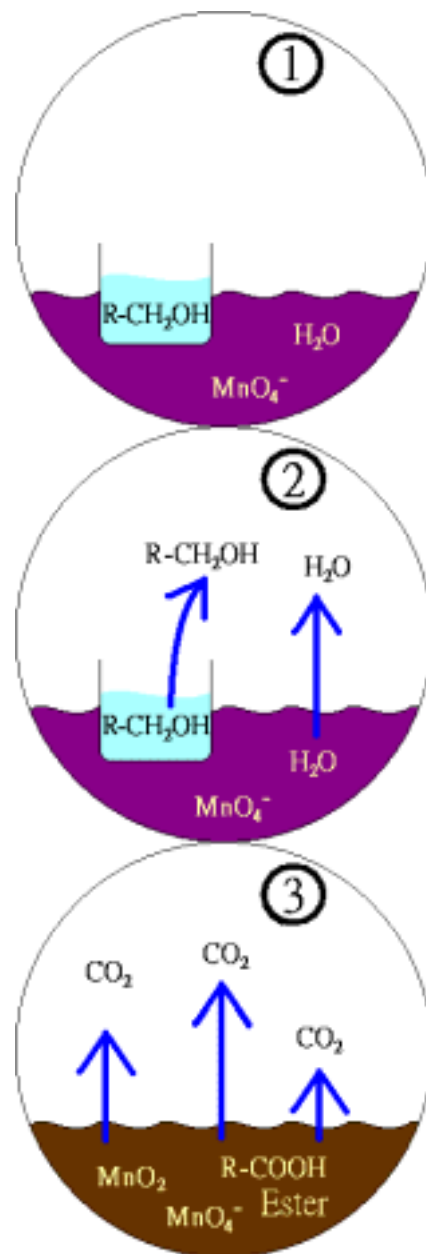
考慮理想情況，假酒主要為甲醇、乙醇的混合水溶液。以高錳酸鉀試液與之反應後欲得到壓力的變化，必須建立一密閉系統。系統內可分為氣體與液體兩大部分：氣體為空氣；液體含有水、甲醇、乙醇、高錳酸鉀溶液等(圖十四之 1)。為了減少變因，實驗過程中使系統維持恆溫。

系統剛成立時，水、醇類不停蒸發。待平衡後，水蒸氣與醇蒸氣達到飽和(圖十四之 2)。啟動反應後，甲醇與高錳酸鉀反應產生二氧化碳，由醇類氧化而來的酸也會與原來的醇類酯化反應成酯類。反應達成平衡後，增加的壓力為二氧化碳、酯類蒸氣造成(圖十四之 3)。

我們推測有越多的甲醇就會產生越多的二氧化碳，造成越多的壓力差。利用此現象，可以用標準方法定量甲醇濃度。不同濃度甲醇對應不同的壓力，可繪製一濃度－壓力檢量曲線，由壓力反推濃度。

要測得正確的壓力差，必須考慮水蒸氣壓的影響。因為系統內無法確定水蒸氣的數量，若系統剛成立時就立即啟動反應，水蒸氣壓增加量將不一致。為避免此誤差，先將系統靜置使水蒸氣達飽和，再來啟動反應，所以必需得知圖(十四)之 1 到 2 的時間差。

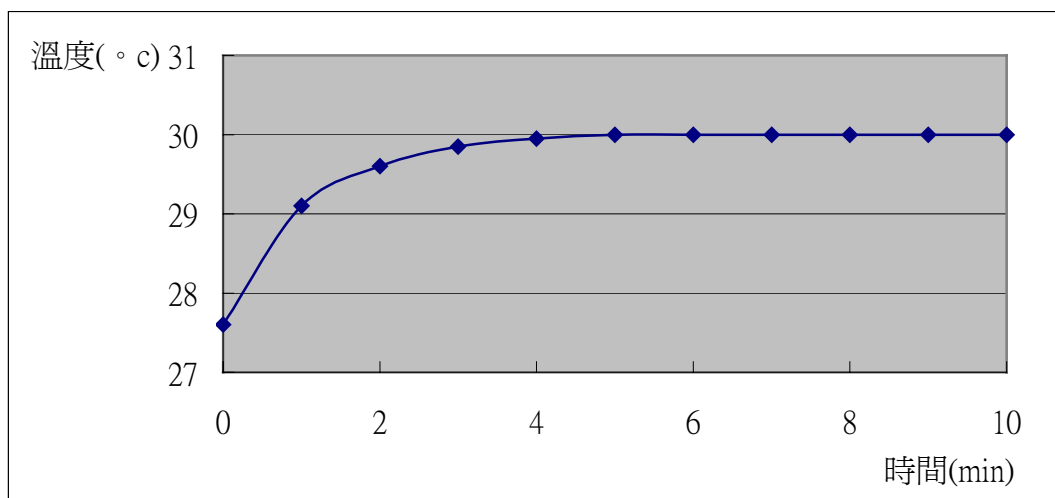
另外需注意的是系統內氣體的體積，由理想氣體方程式 $PV = nRT \Rightarrow P = \frac{RT}{V}n$ ，當氣體體積小時，單位氣體所表現的壓力較大，也就是系統體積對檢測甲醇的極限有決定性的影響。因此欲檢測甲醇濃度低的樣品，必需精心設計小體積的反應器。



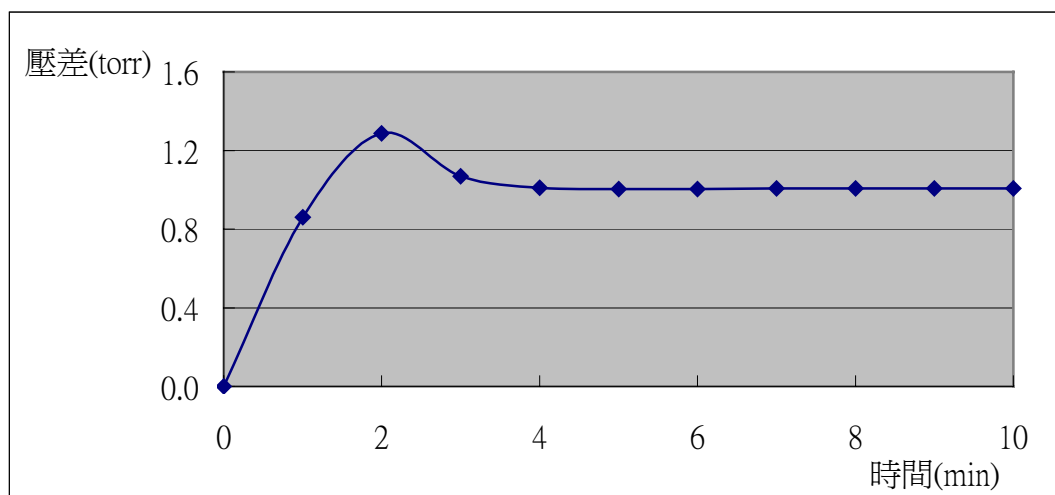
圖十四：系統變化示意圖

實驗三：

(一)、 結果：系統成立後於 5 分鐘內達成溫度與壓力平衡



圖十五：系統成立後溫度與時間關係



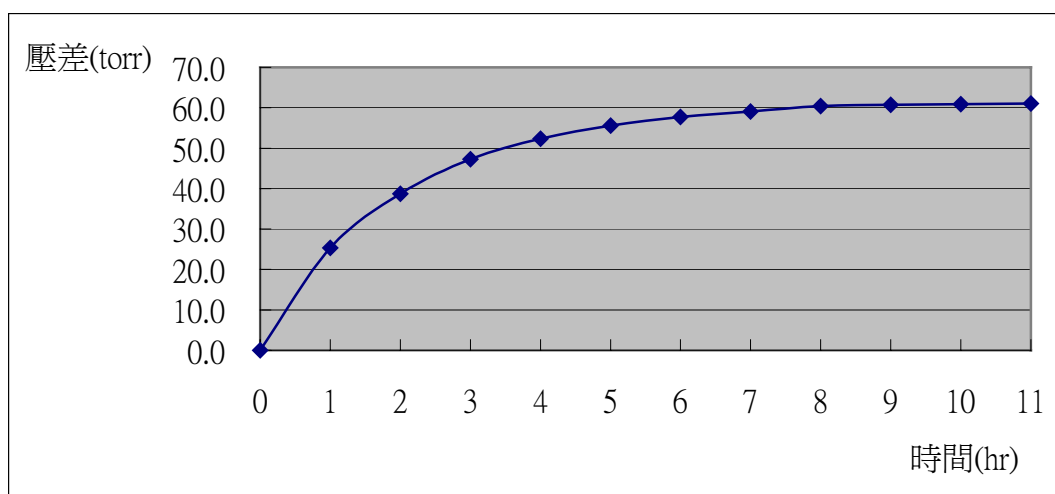
圖十六：系統成立後壓差與時間關係圖

(二)、 討論：

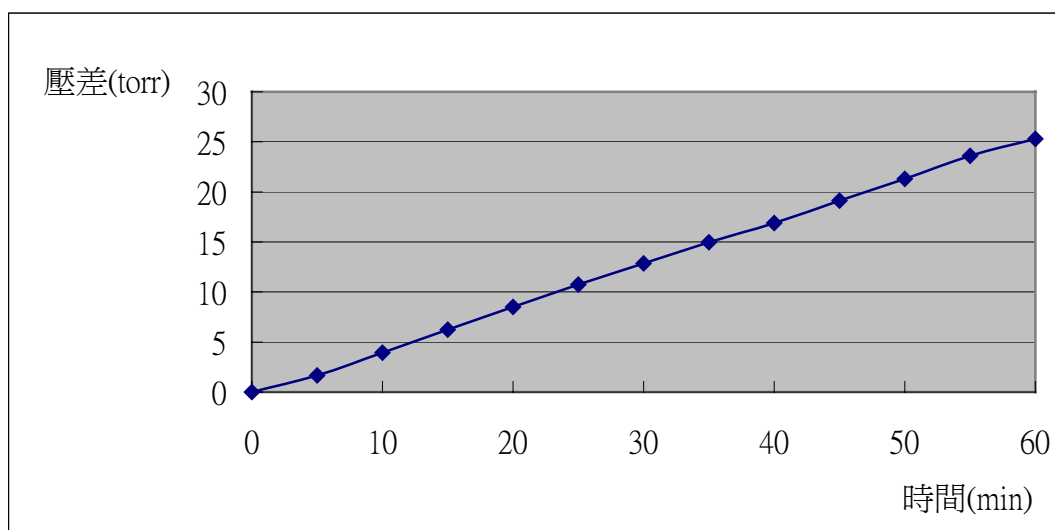
觀察圖(十六)，在前 2 分鐘系統壓力差快速增加，其原因乃反應器剛置入 30°C 水浴中，系統溫度的急劇上升所致。待 5 分鐘後壓力差趨於平緩，溫度也不再改變(圖十五)，系統即達到壓力平衡。因此往後做實驗時，可使系統先靜置 5 分鐘，使系統的溫度與壓力達成平衡，記錄溫度與原始氣壓後再來啟動反應，則反應後所得之氣壓扣除原始氣壓是為壓力增加量，可免去水蒸氣的影響。

實驗四：

- (一)、 結果：系統的壓力在 10 小時內達到平衡，且 1 小時內壓力增加較多。將圖(十七)前一小時放大成圖(十八)，顯示在一小時內其壓力增加與時間有正相關性。



圖十七：0.1%甲醇水溶液與高錳酸鉀反應產生之壓力差與時間關係圖(十小時內)



圖十八：0.1%甲醇水溶液與高錳酸鉀反應產生之壓力差與時間關係圖(一小時內)

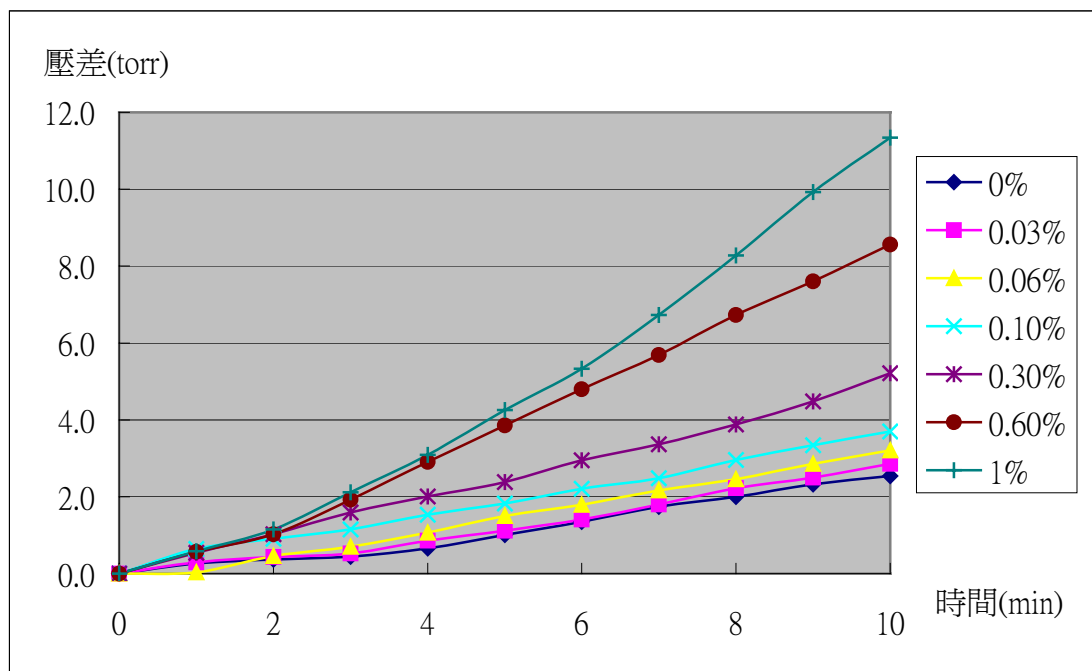
(二)、 討論：

如圖(十七)所示系統的壓力在 10 小時內達到平衡，代表反應也趨近平衡。對檢測者來說，10 小時是一段很長的時間，若都要等其反應達成平衡才讀取氣壓，實在不理想。檢測時間要縮短，可固定反應時間，讀取定時刻之壓力差。觀察圖(十八)，0.1%甲醇水溶液在第 10 分鐘可產生 4 torr 的壓差，表示本方法已具相當的檢測效果。

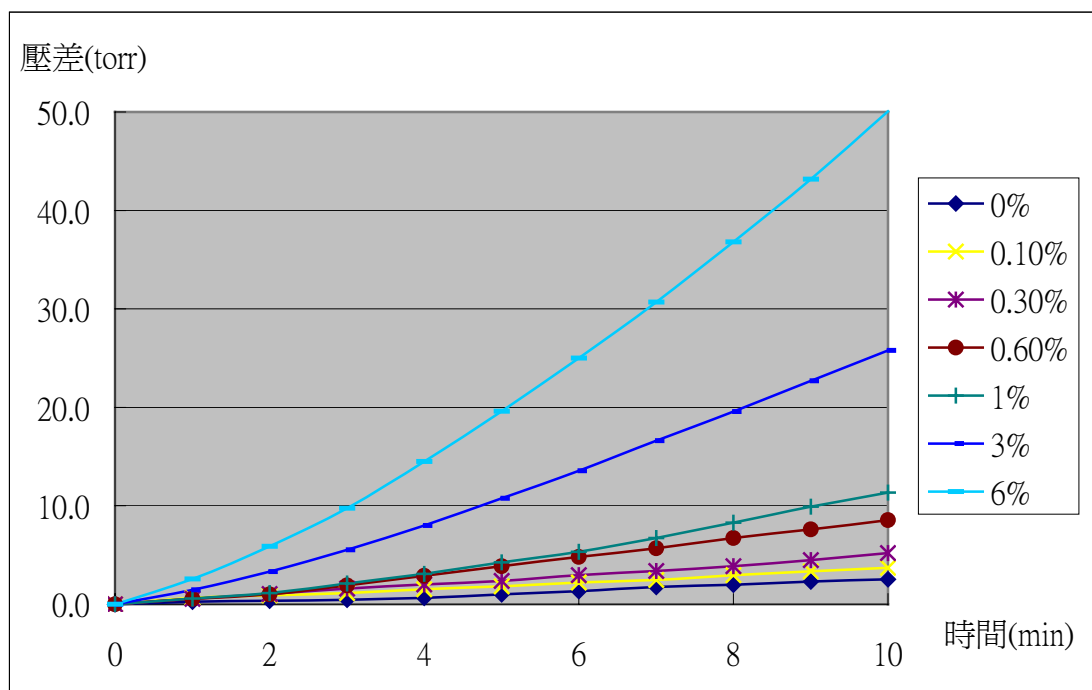
實驗五：

(一)、結果：

1. 甲醇水溶液與高錳酸鉀的反應隨時間增加，所產生壓力差亦愈大(圖十九、二十)，且在相同的時刻下，甲醇濃度愈大，所得氣體壓力差亦愈大。

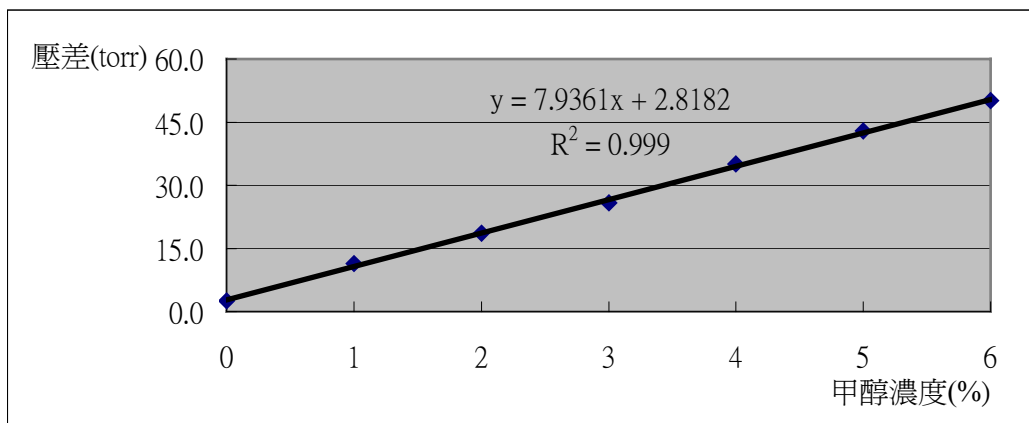


圖十九：不同濃度甲醇水溶液與高錳酸鉀反應產生之壓差與時間關係(0%~1%)

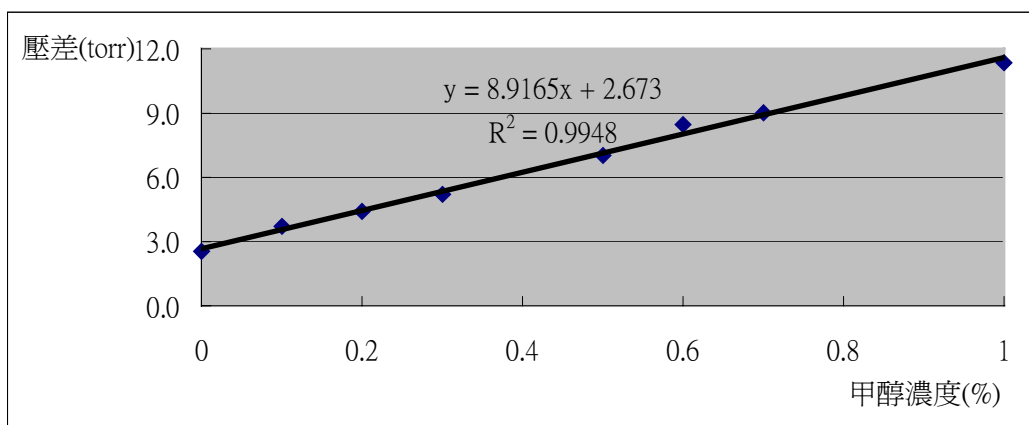


圖二十：不同濃度甲醇水溶液與高錳酸鉀反應產生之壓差與時間關係(0%~6%)

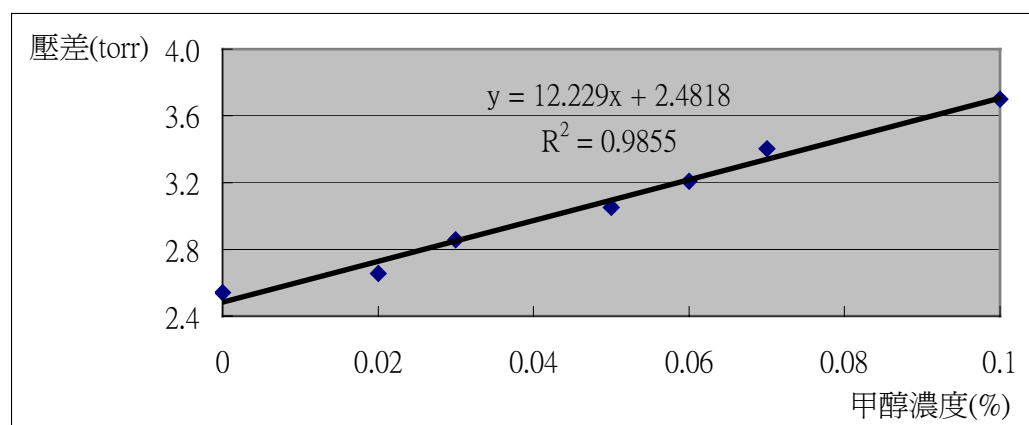
2. 取 10 分鐘時各濃度甲醇水溶液所產生之壓差繪成圖(二十一、二十二、二十三)，可知
 甲醇濃度愈大，所得氣體壓力差亦愈大。



圖二十一：甲醇水溶液之濃度－壓差檢量線(0%~6%)



圖二十二：甲醇水溶液之濃度－壓差檢量線(0%~1%)



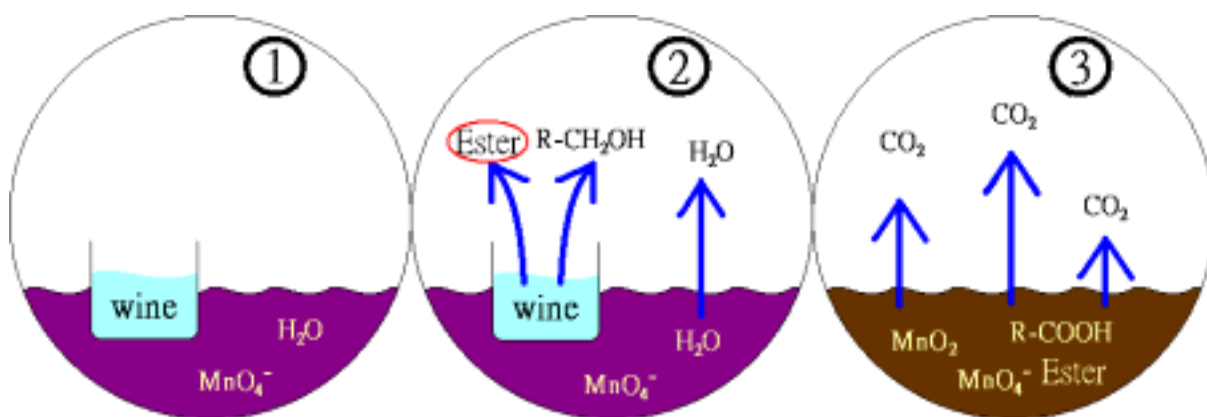
圖二十三：甲醇水溶液之濃度－壓差檢量線(0%~0.1%)

(二)、討論：

圖(十九、二十)中顯示，甲醇水溶液與高錳酸鉀反應在單位時間內，濃度愈大者產生壓力差愈大，其間的關係為一次正比直線。圖(二十一、二十二、二十三)發現當濃度差距愈小時，測量準確度會降低，此為儀器誤義所造成。

檢量線的壓力差於實驗二的討論中解釋為二氧化碳與酯類蒸氣所造成。本實驗中甲醇與甲酸酯化成甲酸甲酯的反應為可逆反應，環境中高錳酸鉀是過量的，甲醇與甲酸都很容易被高錳酸鉀氧化，依勒沙特烈原理，甲酸甲酯會趨向分解為一直消耗的甲醇與甲酸。另外，甲酸甲酯在酸性環境下亦容易分解，本反應又是在酸性溶液中進行，所以甲酸甲酯的含量應是微乎其微的。酯類因素除去後，可以將壓力差視為完全由二氧化碳所造成。由理想氣體方程式 $PV = nRT \Rightarrow n = \frac{PV}{RT} \propto P$ ，可以推論甲醇與足量之高錳酸鉀反應產生二氧化碳的反應速率正比於甲醇濃度。

單討論甲醇對系統壓力的影響之後，我們將之推廣到真實的酒中。酒的一般成份為乙醇、甲醇、總酸、揮發酸、酸值、總酯、糖等，若這些成份不干擾甲醇與高錳酸鉀的反應，且不影響系統氣壓，則可推測任何酒類的甲醇檢量線皆為一次正比圖形。但真實酒中有乙醇，甲醇、乙醇會互相競爭與高錳酸鉀反應。我們的處理方式為加入足以氧化甲醇、乙醇、甲酸的高錳酸鉀溶液量，讓甲醇不致因為高錳酸鉀不足而無法氧化。另一個會影響檢量線的因素是酒中的酯類。不同酒所含的酯類不同，只要其具有蒸氣壓，必定會影響壓力(圖二十四)，所以我們必須取真實的酒來繪製檢量線，探討酯類的影響。

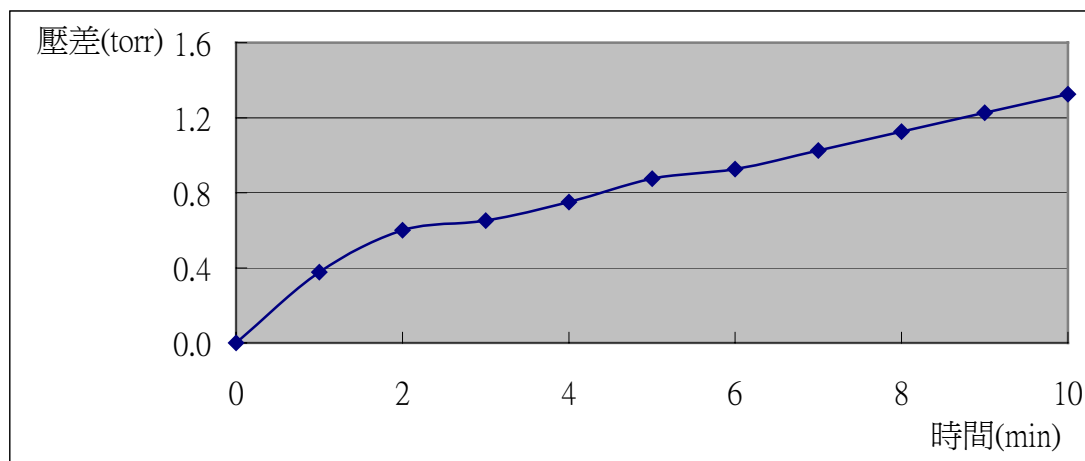


圖二十四：以真實酒類為檢液之系統變化示意圖

實驗六：

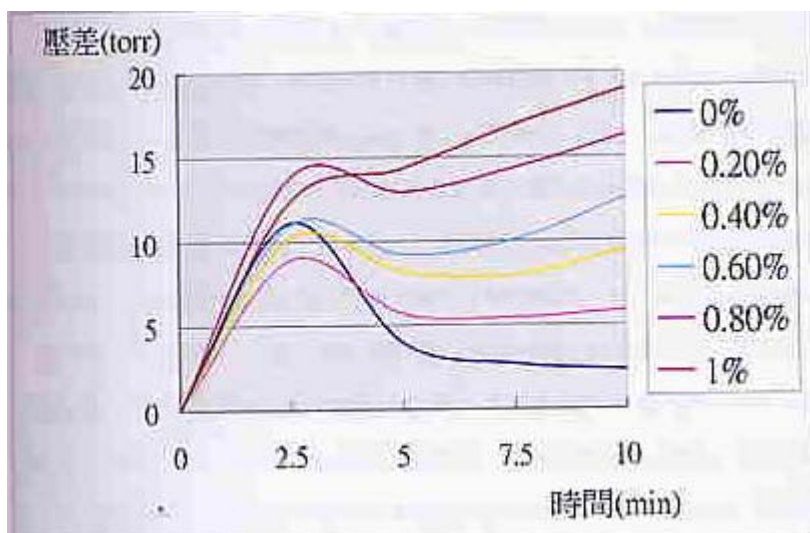
(一)、結果：

1. 圖(二十五)中，以米酒為檢液所成立的系統，壓力剛開始先快速上升，之後成緩慢增加的趨勢。



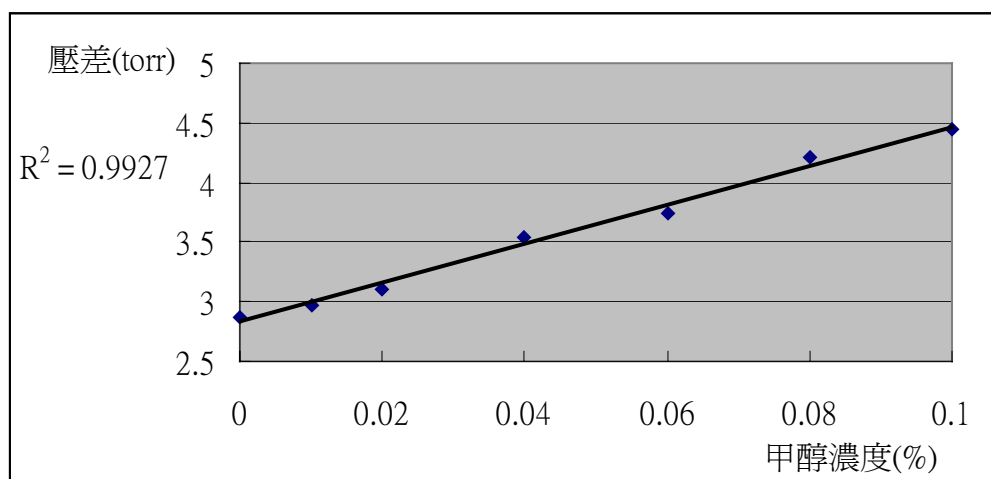
圖二十五：米酒系統成立後溫度與時間關係圖

2. 添加各濃度甲醇之米酒與高錳酸鉀反應在剛開始壓力劇增，之後逐漸緩和(圖二十六)，且反應 4 分鐘後，在相同的時刻下，甲醇濃度愈大，所得氣體壓力差亦愈大。



圖二十六：不同濃度甲醇之米酒與高錳酸鉀反應產生之壓差與時間關係圖

3. 取 10 分鐘時刻各濃度與壓差的關係繪製成圖(二十七)，可知同反應時間下，甲醇濃度愈大，所得氣體壓力差亦愈大。



圖二十七：模擬假米酒之濃度—壓差檢量線(0%~0.1%)

(二)、討論：

在圖(二十六)中反應的前 1 分鐘各濃度的米酒所產生的壓力差皆劇增，甚至還有低濃度較高濃度產生壓差還高的情況。這是因為大量醇類(濃度約為 20%)與高錳酸鉀反應放熱使系統溫度升高所至。

將圖(二十五)與實驗三之圖(十六)做對照，前圖到後面壓力逐漸增加，原因為酒中酯類蒸氣不斷蒸發所至，此表示 5 分鐘的靜置時間並不足以使原含於酒中的酯類蒸氣達到飽和，它將會對檢量線造成影響。然而圖(二十七)中發現甲醇的檢量線仍為一次正比圖形，我們推測酒中酯類蒸氣於選取繪製檢量線的時間點前已達飽和，不再造成後繼的壓力增加；或者是各甲醇濃度的檢液在反應時所增加的酯類蒸氣壓皆相同。以上所造成的影響只是檢量線對 y 軸的截距，並不影響其正比關係。

變因都一一排除後，甲醇水溶液與模擬假米酒所繪之檢量線皆為一次正比。利用此檢量線，可以定量酒中甲醇的濃度。在圖(二十七)中顯示甲醇濃度在 0.01%以上皆可分辨出來，而濃度超過 6%者甲醇含量已相當多，導致微量壓力計破表，所以沒有進行更高濃度的測定。政府規定米酒中甲醇含量超過 200ppm(0.02%)即宣告不合格，正好在我們可以測量的範圍內，因此本方法是相當具有實用價值的。

陸、結論

一、甲酸和高錳酸鉀可發生立即性的反應產生二氧化碳，乙酸則否。利用此特性在常溫下可以分辨甲酸與乙酸。

- 二、 甲醇與高錳酸鉀反應產生之甲酸可繼續再被高錳酸鉀氧化，並在短時間內產生二氧化碳；乙醇則否。此方法可於常溫下分辨甲醇與乙醇。
- 三、 甲醇與足量之高錳酸鉀反應產生二氧化碳的反應速率正比於甲醇濃度。
- 四、 依照本檢測方法，以米酒所繪檢量線(甲醇濃度：0.01%~0.1%)為一次正比圖形。
- 五、 本實驗中所使用的裝置，可檢測出酒中甲醇的濃度範圍為 0.01%~6%。

柒、未來展望

我們往後的目標，希望能夠把實驗做得更微量之外，可以考慮更多的變因，以及縮短實驗步驟及所花的時間，力求推廣到其他的酒類。最終期望設計出假酒檢測器，讓這個方法能夠簡單且大眾化，在家裡也能夠利用簡單幾個步驟就能分辨市售酒類的真假，讓大家能安心的食用。

我們利用氣體來偵測，靈敏度極高。往後只要檢驗樣品有類似的反應性質，皆可以用同樣的方法簡測。另外氣體也是一種良好的感測器，可應用於偵測反應速率、反應平衡所需時間。或許我們也可以試一試其他的氧化劑，也希望能夠做出未知濃度樣品的檢測，讓這個檢測方法更為完整，成為一套正式的檢測方法。

捌、參考資料

- 一、 藥物食品檢驗局/檢測方法/比色篩檢法(Test of Methanol (Screening Colorimetry))：
<http://www.nlfd.gov.tw/>
- 二、 大學普通化學下冊(Keenan • Wood • Kleinfeiter)曉園出版社 Basic Concepts of Chemistry(Leo J • Malone)Wiley
- 三、 物質安全資料表/甲醇/乙醇：<http://www.iosh.gov.tw/msds.htm>
- 四、 大學有機化學(下冊) 摩里遜(Morrison)、波特(Boyd)著、賀孝雍譯/曉園出版社
- 五、 有機化學精義/黃春蘭編著/藝軒出版社
- 六、 簡明有機化學/李展平著/藝軒出版社

玖、附錄

酒類中甲醇之檢驗方法草案(比色篩檢法)

Draft of Method of Test for Alcoholic Beverages— Test of Methanol (Screening

Colorimetry)

1.適用範圍：本檢驗方法適用於不含色素及糖分等蒸餾酒類中甲醇之篩檢。

2.檢驗方法：比色法(Colorimetry)。

2.1. 裝置：水浴。

2.2. 試藥：高錳酸鉀、磷酸、草酸、硫酸、對玫瑰苯胺鹽酸鹽(pararosaniline hydrochloride)、無水亞硫酸鈉、鹽酸、活性碳、甲醇及無水乙醇均採用試藥特級。

2.3. 器具及材料：

2.3.1. 試管。

2.3.2. 容量瓶：100 mL、500 mL。

2.4. 試劑之調製：

2.4.1. 3%高錳酸鉀溶液：

稱取高錳酸鉀 15 g，加入磷酸 75mL，再加水使成 500 mL。

2.4.2. 5%草酸溶液：

稱取草酸 25 g，以硫酸：水(1:1, v/v) 溶液溶解使成 500 mL。

2.4.3. 對玫瑰苯胺鹽酸鹽溶液：

稱取研磨成細末之對玫瑰苯胺鹽酸鹽 0.5 g，加入 80℃熱水 300 mL 溶解，放冷備用。

2.4.4. 亞硫酸—對玫瑰苯胺鹽酸鹽溶液^(註)：

稱取無水亞硫酸鈉 5 g，以水 50 mL 溶解，一邊攪拌一邊加入對玫瑰苯胺鹽酸鹽溶液 300 mL，再加鹽酸 5 mL，續加水使成 500 mL，置入褐色瓶中，於冰箱靜置過夜，溶液呈顏色者，可加入少量活性碳，攪拌後過濾，儲存於褐色瓶中，於冰箱保存。

註：溶液於儲存過程中若呈紅色時，應重新調製。

2.5. 甲醇對照標準溶液之配製：

取甲醇 0.1 g，精確稱定，以水定容至 100 mL，作為標準原液，使用時再

精確量取標準原液 5 mL，加入無水乙醇 5 mL，以水定容至 100 mL，使成 5%乙醇溶液中甲醇含量 50 mg/L 之甲醇對照標準溶液。

2.6. 檢液之調製：

含二氧化碳之檢體應先去除二氧化碳。檢體以水稀釋，使乙醇含量為 5%，供作檢液。

2.7. 測定：

精確量取檢液及甲醇對照標準溶液各 5 mL，分置於試管中，加 3%高錳酸鉀溶液 2 mL，於 30°C 水浴中放置 15 分鐘後，加 5%草酸溶液 2 mL 脫色，再加亞硫酸一對玫瑰苯胺鹽酸鹽溶液 5 mL，搖勻，於 30°C 水浴中靜置 30 分鐘後，取出，襯以白色背景，自試管之上方或側面觀察比較之，檢液所呈之顏色不得較對照標準溶液為深。

- 備註：
1. 本檢驗方法之最低測定濃度為 20 mg/L。
 2. 本檢驗方法應用於篩檢甲醇含量 1000 mg/L (純乙醇計)之酒類。
 3. 檢液呈色較對照標準溶液深者，依據行政院衛生署 91.11.22 衛署藥檢字第 0910074327 號公告之「酒類中甲醇之檢驗方法(氣相層析法)」進行確認及定量。
 4. 檢體中若有影響檢驗結果之物質，應自行探討。

參考文獻：

日本釀造協會。1993。日本國稅廳分析法注解，p.83。

評語

方法非常有創意，很有學術及實用價值，以高中所學能有這樣的表現，很難得，值得給予鼓勵。