

化學科

科別：化學科

組別：國中組

作品名稱：以自治簡易裝置改良假酒中甲醇的定性及定量分析

關鍵詞：甲醇、雷瑣辛、自製裝置

編號：030205

學校名稱：

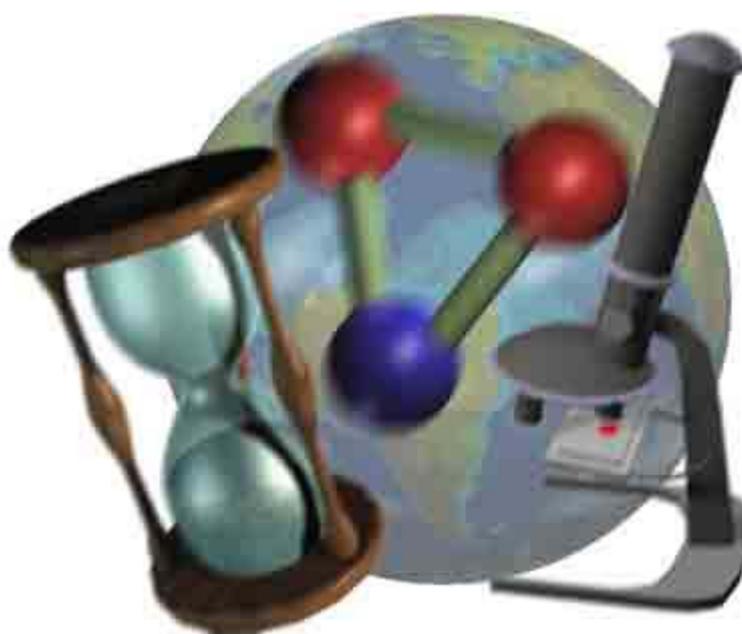
高雄市立陽明國民中學

作者姓名：

陳廷瑋、蘇晉彥、陳建聞

指導老師：

陳宗慶、宋美紅



## 壹、研究動機

誤飲假酒造成中毒事件，一直是近期層出不窮的社會事件，因此假酒也正引發酒類使用者的安全問題。酒類的主要成分為乙醇俗稱酒精，而假酒就是以伴隨有不少甲醇的工業酒精為原料（國中理化第十章）仿冒真酒，飲用後若不能及時有效的治療，常引起失明甚至喪命的後果。一般酒類中也含有少量的甲醇，但只要不超過國家規定 40 毫克/100 毫升的界線，相當於 400ppm（資料來源：藥檢局），就不至於影響健康，因此我們極希望找到一個簡易的檢測低濃度甲醇的方法來保障國人的安全。

## 貳、研究目的

1. 探討檢驗假酒所需具有專一性及選擇性的試劑。
2. 探討一般檢驗試劑及方式可檢驗甲醇的最低濃度。
3. 利用自製簡易檢驗裝置改良甲醇的定性分析。
4. 探討自製簡易檢驗裝置可檢驗甲醇的最低濃度。
5. 探討自製檢驗裝置對於真酒中含有甲醇的呈色反應。
6. 探討以自製簡易檢驗裝置快速測出酒中甲醇有無超出標準值。
7. 利用自製簡易檢驗裝置改良甲醇的定量分析。
8. 探討自製檢驗裝置對於真酒中含有甲醇作定量分析的誤差率。

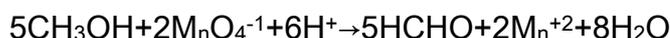
## 參、研究器材及藥品

針筒、量筒、溫度計、三腳架、陶瓷纖維網、自製檢驗裝置一套甲醇、乙醇、正丙醇、正丁醇、高錳酸鉀、草酸、磷酸、亞硫酸氫鈉、濃硫酸、變色酸二鈉鹽、亞硫酸-對玫瑰苯胺鹽酸鹽、氯化鐵、雷瑣辛（resorcinol）溶液。

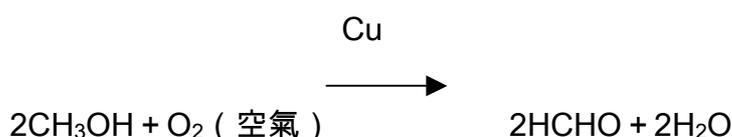
## 肆、研究原理

一、假酒中主要有毒成分為甲醇，而甲醇的氧化物甲醛與不同試劑均有明顯呈色反應，因此可利用下列方式將甲醇氧化呈甲醛

（一）醇類在酸性環境高錳酸鉀溶液中於室溫下，甲醇很容易氧化成甲醛。反應式如下



（二）使甲醇蒸氣與空氣在銅絲當催化劑高溫氧化成甲醛。反應式如下



二、用亞硫酸氫鈉或草酸，將未反應之紫色高錳酸鉀轉變為無色，方能使用各檢驗方式中的試劑 C (變色酸二鈉鹽溶液、亞硫酸-對玫瑰苯胺鹽酸鹽、氯化鐵溶液)產生呈色反應。

(一) 對玫瑰苯胺鹽酸鹽是一個粉紅色的顏料，它會與亞硫酸作用呈無色，這個產物是很不穩定的，當加入醛類化合物時很容易反應脫去一分子亞硫酸並得到一藍紫色的產物。

(二) 雷瑣辛溶液與甲醛在濃硫酸催化下得到一個紫紅色產物。

## 伍、研究過程、結果及討論

### 研究一、假酒的檢驗方法

探討 1、哪些試劑與甲醛反應具有專一性及選擇性？

【目的】找出適用於甲醇檢驗的試劑

【步驟】1. 檢驗甲醇的方法

◎ 檢驗方式甲

取檢液 5mL→置於試管中→加入試劑 A 3%高錳酸鉀水溶液 2mL→30°C 水浴，放置 15 分鐘→加入試劑 B 10%亞硫酸氫鈉水溶液 2mL→進行脫色反應→加入試劑 C 變色酸二鈉鹽溶液 5mL→搖勻後放入 30°C 水浴保持 30 分鐘→目視呈色比較。

◎ 檢驗方式乙：AB 步驟同甲，加入試劑 C 亞硫酸-對玫瑰苯胺鹽酸鹽溶液目視呈色比較。

◎ 檢驗方式丙

取檢液 5mL→置於試管中→以燒紅銅線置於試管中→反覆數次→加入 5%雷瑣辛水溶液 2mL→加入另一 5mL 濃硫酸試管中→→目視呈色反應。

◎ 檢驗方式丁：AB 步驟同甲，→取出 10mL 溶液→置於蒸發皿中→加入濃鹽酸 10mL→加入一滴 5%氯化鐵溶液→加熱至沸騰→目視呈色比較。

2. 檢驗試劑對不同醇類及醛類的對照實驗

取 5mL 的待測樣品 (甲醇、乙醇、正丙醇、正丁醇、甲醛和乙醛) 分別加入試管中，再利用上述不同檢驗試劑加入上述不同醇類、醛類的試管中反應，觀察其呈色情形。

3. 檢驗方式對甲醇和乙醇的呈色反應

取 5mL 的待測樣品 (甲醇、乙醇) 分別加入試管中，再利用上述不同檢驗方式加入上述不同醇類、醛類的試管中反應，觀察其呈色情形。

**【結果】** 1. 檢驗試劑對不同醇類的反應

	甲試劑	乙試劑	丙試劑	丁試劑
甲醇	黃褐色	無色	無色	白色
乙醇	淺棕色	無色	無色	白色
正丙醇	黃褐色	無色	無色	白色
正丁醇	黃褐色	無色	無色	白色

2. 檢驗試劑對不同醛類的反應

	甲試劑	乙試劑	丙試劑	丁試劑
甲醛	深藍色	藍紫色	紫紅色	紫色
乙醛	黃褐色	無色	無色	白色

3. 四種檢驗方式對甲醇和乙醇的呈色反應

	甲試劑	乙試劑	丙試劑	丁試劑
甲醇	藍色	藍紫色	紫紅色	紫色
乙醇	黃褐色	無色	無色	白色

**【討論】** 1. 為了驗證甲醇、乙醇的氧化物甲醛、乙醛與本反應檢驗試劑的反應，我們特地拿甲醛和乙醛來進行對照實驗，由實驗結果得知四種檢驗試劑對甲醛均有呈色反應，而對乙醛則無呈色反應，故此四種試劑均能檢驗甲醛的存在。

2. 同時也對甲醇、乙醇、正丙醇、正丁醇作同樣檢驗，結果則均無呈色反應，表示以上試劑的專一性、選擇性及特殊性。由此對照實驗中可證明，這四種試劑均適合甲醇的氧化物甲醛的檢驗。

探討 2、以上四種檢驗方式可檢驗甲醇的最低濃度為何？

**【目的】** 找出何種檢驗方式及試劑適合低濃度甲醇的檢測

**【步驟】** 檢驗試劑對乙醇中不同濃度甲醇的呈色反應

在乙醇中加入濃度 5%~0.01%的甲醇溶液，配製成酒精體積濃度為 40% 溶液，再分別取 5mL 的待測樣品將其加入試管中，再利用上述不同檢驗方式加入上述待測樣品的試管中反應，觀察其呈色情形。

**【結果】** 檢驗試劑對乙醇中甲醇的含量的呈色反應

40%乙醇中 含甲醇濃度	變色酸二 鈉鹽	亞硫酸-對 玫瑰苯胺	雷瑣辛	氯化鐵
5.0%	藍色	深藍紫色	紅色	紫色
4.0%	淡黃色	深藍紫色	紅色	白色
3.0%	淡黃色	深藍紫色	無色	白色
2.0%	淡黃色	藍紫色	無色	白色
1.6%	淡黃色	藍紫色	無色	白色
1.2%	淡黃色	藍紫色	無色	白色
0.8%	淡黃色	淡藍色	無色	白色
0.4%	淡黃色	淡藍色	無色	白色
0.1%	淡黃色	淡藍色	無色	白色
0.08%	淡黃色	無色	無色	白色
0.06%	淡黃色	無色	無色	白色
0.04%	淡黃色	無色	無色	白色

- 【討論】** 1. 為了測試上述四種試劑的靈敏度，我們將樣品調成酒精濃度為 40%，在 40% 的酒精濃度中，甲醇佔 5%，4.5%~0.02%，0.01%，結果得知，亞硫酸-對玫瑰苯胺鹽酸鹽可檢驗出最低甲醇濃度為 0.1%，而變色酸二鈉鹽、雷瑣辛試劑及氯化鐵試劑僅可檢驗出高濃度甲醇。
2. 亞硫酸-對玫瑰苯胺鹽酸鹽試劑、變色酸二鈉鹽試劑及氯化鐵試劑實驗最大的變因是由於高錳酸鉀為強氧化劑，不僅使甲醇氧化成甲醛，也可能讓甲醛再度氧化成甲酸，而甲醛和甲酸生成量勢必對甲醇含量的測定產生誤差，間接影響此試劑的偵測靈敏度，故使用此方法應僅為定性實驗，也未能檢測出國標準值 40mg/100ml 的低濃度甲醇含量。

## 研究二、自製檢測裝置來檢測低濃度的甲醇

### 探討 1、如何改善才能使銅絲完全將甲醇氧化？

**【目的】** 利用甲醇蒸氣通過高溫銅絲來氧化甲醇

**【步驟】** 1. 標準溶液配製（濃度單位：mg/100mL）

以含 0.1% 甲醇之 20% 乙醇溶液、無甲醇之 20% 乙醇溶液依下表配製，使成 20%

乙醇溶液中甲醇含量 2~60 mg/100mL 之甲醇標準溶液。

- 將待測樣品置入自製密閉容器內，以靜置過夜使甲醇蒸氣達飽和，再以注射針筒抽取甲醇蒸氣，注入高溫銅絲使其氧化成甲醛，以 5%雷瑣辛溶液收集及濃硫酸檢驗呈色。

【結果】1. 如下表 『×』表示無呈色反應 『●』表示有呈色反應

甲醇濃度	呈色	甲醇濃度	呈色	甲醇濃度	呈色	甲醇濃度	呈色
600	×	620	×	640	×	660	●

【討論】

- 使用甲醇蒸氣通過高溫銅絲可將其氧化成甲醛，可改善前面未能氧化的問題。
- 結果得知，可檢驗出甲醇最低濃度為 660mg/100mL，只抽取飽和蒸氣時，甲醇含量太低，對可檢驗出的甲醇最低濃度效果並不理想。

探討 2、提高密閉容器溫度會增加甲醇蒸氣含量嗎？

【目的】以水浴法提高自製密閉容器的溫度使甲醇蒸氣含量增加

【步驟】將待測樣品置入自製密閉容器內，浸入溫度為 65°C 的水浴中使甲醇蒸氣達飽和，再以注射針筒抽取甲醇蒸氣，注入高溫銅絲使其氧化成甲醛，以 5%雷瑣辛溶液收集及濃硫酸檢驗呈色。

【結果】如下表 『×』表示無呈色反應 『●』表示有呈色反應

甲醇濃度	呈色	甲醇濃度	呈色	甲醇濃度	呈色	甲醇濃度	呈色
480	×	500	×	520	●	540	●

【討論】1. 結果得知，可檢驗出甲醇最低濃度為 520mg/100mL，比在常溫下甲醇蒸氣明顯增加，因甲醇的沸點為 65°C 比乙醇的沸點為 78°C 低，故高溫下產生甲醇蒸氣含量也因此高出甚多，這對於低濃度甲醇檢測大有幫助。

探討 3、改以市售濾嘴（含濾棉）吸收氧化後甲醛氣體是否能改善其檢測程度？

【目的】以浸泡過 5%雷瑣辛溶液的市售濾嘴（含濾棉）來吸收產生的甲醛蒸氣來改善其檢測程度

【步驟】將待測樣品置入自製密閉容器內，浸入溫度為 65°C 的水浴中使甲醇蒸氣達飽和，再以注射針筒抽取甲醇蒸氣，注入高溫銅絲使其氧化成甲醛，以浸泡過 5%雷瑣辛溶液的市售濾嘴（含濾棉）吸收及濃硫酸檢驗呈色。

【結果】如下表 『×』表示無呈色反應 『●』表示有呈色反應

甲醇濃度	呈色	甲醇濃度	呈色	甲醇濃度	呈色	甲醇濃度	呈色
160	×	180	×	200	×	220	●

【討論】1. 結果得知，使用市售濾嘴（含濾棉）吸收氧化後甲醛氣體可檢驗出甲醇最低濃度從 500mg/100ml 降低至 220mg/100mL，明顯降低 2.5 倍之多，可見含濾

棉的市售濾嘴對於微量甲醛蒸氣的吸收是非常有效的。

#### 探討 4、銅絲溫度是否會影響甲醛的氧化？

【目的】改用汽化爐取代酒精燈將銅絲溫度提高使甲醇更能完全氧化

【步驟】將待測樣品置入自製密閉容器內，浸入溫度為 65°C 的水浴中使甲醇蒸氣達飽和，再以注射針筒抽取甲醇蒸氣，注入以汽化爐加熱的高溫銅絲使其氧化成甲醛，以浸泡過 5% 雷瑣辛溶液的市售濾嘴（含濾棉）吸收及濃硫酸檢驗呈色。

【結果】如下表 『×』表示無呈色反應 『●』表示有呈色反應

甲醇濃度	呈色	甲醇濃度	呈色	甲醇濃度	呈色	甲醇濃度	呈色
110	×	120	×	130	×	140	●

- 【討論】
1. 銅絲置入玻璃管中，使用酒精燈來間接加熱時，銅絲因溫度不夠，不能將甲醇蒸氣完全氧化為甲醛。
  2. 改以汽化爐加熱後，甲醇蒸氣在高溫銅絲催化之下完全氧化為甲醛，而甲醇最低濃度測量值也降低至 140mg/100mL。

#### 探討 5、使用空氣機及較大口徑試管能否使甲醇氧化更完全？

【目的】使用空氣機打入空氣增加試管氧氣及以較大口徑試管使甲醇完全氧化並利用減壓器將壓力減小。

【步驟】將待測樣品置入自製密閉容器內，浸入溫度為 65°C 的水浴中使甲醇蒸氣達飽和，開啓空氣機使氧氣通過較大口徑試管，再以注射針筒抽取甲醇蒸氣，注入以汽化爐加熱的高溫銅絲使其氧化成甲醛，以浸泡過 5% 雷瑣辛溶液的市售濾嘴（含濾棉）吸收及濃硫酸檢驗呈色。

【結果】如下表 『×』表示無呈色反應 『●』表示有呈色反應

甲醇濃度	呈色	甲醇濃度	呈色	甲醇濃度	呈色	甲醇濃度	呈色
80	×	90	×	100	×	110	●

【討論】測量最低甲醇濃度降低為 110mg/100mL。由此可得，增加反應時所需氧量，確實可更完全將甲醇蒸氣完全氧化呈甲醛蒸氣，增加其檢測程度。

#### 探討 6、使用霧化器能否測出更低的甲醇濃度？

【目的】使用霧化器（國小時用來治療氣喘用）來改善甲醇蒸氣含量提高其檢測程度。

【步驟】取出 5mL 待測液，置入霧化器中的樣本槽，使甲醇蒸氣通過汽化爐加熱的 Cu 絲氧化後，以浸泡 5% 雷瑣辛的市售濾嘴（含濾棉）吸收，再加入濃硫酸檢驗呈色。

【結果】如下表 『×』表示無呈色反應 『●』表示有呈色反應

甲醇濃度	呈色	甲醇濃度	呈色	甲醇濃度	呈色	甲醇濃度	呈色
------	----	------	----	------	----	------	----

2	×		3	×		4	×		5	●
---	---	--	---	---	--	---	---	--	---	---

- 【討論】
1. 從以上結果得知，霧化器的使用得到一個令人振奮結果，的確增加甲醇蒸氣含量，使甲醇最低濃度測量值大幅降低至 5mg/100mL，不但遠低於國家最低檢驗標準值 40mg/100mL，甚至於逼進使用分光光度計（最低檢驗標準值 2mg/100mL）。
  2. 由於甲醇沸點遠比乙醇及水低，故使用霧化器能使甲醇先汽化跑出，經汽化爐加熱後高溫銅絲氧化後再由濾棉加以吸收，故能測出更低濃度值得甲醇含量。
  3. 結果可以得知，本實驗所用自製檢驗設備，既可檢驗出低於國家標準檢驗值（40mg/100mL）的甲醇濃度，而且不需使用昂貴檢驗設備，準確度即可接近精密儀器的檢驗值，對於國人健康的把關工作注入了一劑強心針。

### 探討 7、自製檢驗設備對於真酒中含有甲醇是否有相同效果？

【目的】以各類真酒中含有甲醇來檢驗其是否有相同的呈色反應

【步驟】取自國產米酒、小米酒、稻香米酒、高粱酒和紹興酒，取出 10mL 再稀釋至 50mL 後摻入甲醇 5ml 作成濃度 40mg/100mL 的待測樣品，再分別取 5mL 的待測樣品將其加入試管中，再利用上述自製檢驗設備，觀察其呈色情形。

【結果】如下表

	米酒	小米酒	稻香米酒	高粱酒	紹興酒	呈色圖
呈色	紅色	紅色	紅色	紅色	紅色	

【討論】1. 為了證明在任何酒中只要含有甲醇皆可測試，我們設計在真酒中加入甲醇檢驗其呈色反應的實驗，由上述結果證實不論何種酒類皆能有相同的呈色反應。

### 研究三、以自製檢測裝置探討假酒中甲醇的定量分析

#### 探討 1、如何以簡易方式知道它是一瓶安全可飲用的酒？

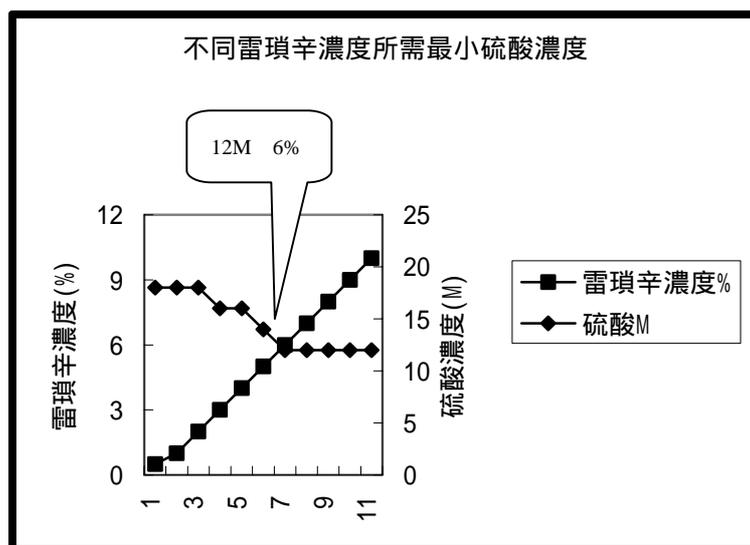
【目的】利用自製檢測裝置尋找使 40mg/100mL 甲醇產生呈色反應的硫酸及雷瑣辛最小比例濃度。

【步驟】分別取出 40mg/100mL 甲醇 5mL 以噴霧器注入紅熱 Cu 絲氧化分別以浸泡 0.5~10% 雷瑣辛濾棉吸收及各加入 0.5M~18M 硫酸檢驗其呈色反應。

【結果】1. 不同濃度雷瑣辛（%）所需硫酸的最小濃度（M）

雷瑣辛濃度%	0.5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
硫酸 M	18	18	18	16	16	14	12	12	12	12	12

2. 以雷瑣辛濃度（%）及硫酸的濃度（M）製成雙軸折線圖



【討論】1. 由雷瑣辛濃度 (%) 及硫酸的濃度 (M) 製成雙軸折線圖形中交點得知，使 40mg/100mL 甲醇產生呈色反應最小濃度硫酸為 12M、雷瑣辛為 6%。

2. 利用自製檢測裝置使用上述濃度比例，即可簡易地檢測待測樣品，只要有呈色反應，表示該樣品已超過國家標準值 40mg/100mL，飲用後對於身體健康將會造成影響，如果沒有呈色反應，表示該樣品未超過國家標準值可安心飲用。

## 探討 2、能否可利用硫酸及雷瑣辛濃度來定量甲醇？

問題 1、硫酸的濃度是否會影響呈色檢驗？

【目的】尋找不同濃度硫酸與不同濃度甲醇的關係進而用來定量甲醇

【步驟】分別取出 10mg/100mL~100mg/100mL 甲醇 5mL 以噴霧器注入紅熱 Cu 絲氧化以浸泡 5%雷瑣辛濾棉吸收分別以加入 0.5M~18M 硫酸檢驗其呈色反應

【結果】1. 不同濃度甲醇(mg/100ml)所需硫酸的最小濃度

甲醇濃度	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
硫酸 M	12	12	12	12	12	12	10	10	10	10

【討論】由上得知，使 10mg/100mL~100mg/100mL 甲醇有明顯呈色反應，所需硫酸濃度均為 10~12M，因為硫酸在雷瑣辛和甲醇的反應中當催化劑，可見硫酸濃度並不會影響不同濃度甲醇的呈色反應，故無法作為定量甲醇的操縱變因。

問題 2、雷瑣辛的濃度是否會影響呈色檢驗？

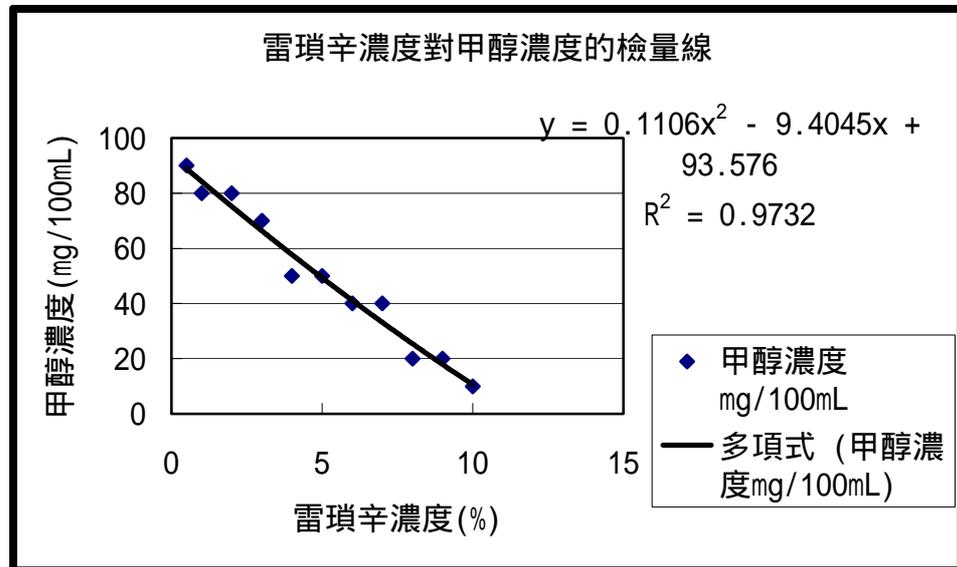
【目的】尋找不同濃度雷瑣辛與不同濃度甲醇的關係進而用來定量甲醇

【步驟】分別取出 10mg/100mL~100mg/100mL 甲醇 5ml 以噴霧器注入紅熱 Cu 絲氧化分別以浸泡 0.5%~10%雷瑣辛濾棉再加入 12M 硫酸檢驗其呈色反應

【結果】1. 不同濃度甲醇 (mg/100mL)所需雷瑣辛的最小濃度

雷瑣辛%	0.5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
甲醇濃度 mg/100mL	90	80	80	70	50	50	40	40	20	20	10

2. 以雷瑣辛的濃度 (%) 為橫座標及甲醇 (mg/100mL) 為縱座標 作成標準檢量線



- 【討論】
1. 由上得知，使 10mg/100ml~100mg/100ml 甲醇有明顯呈色反應，所需雷瑣辛濃度隨甲醇濃度增加而降低，因此使用不同濃度雷瑣辛來吸收待測樣品，即可由上圖中判定係數 ( $R^2$  值最高) 得知，其檢量線的函數為  $y=0.1106x^2 - 9.4045x + 93.576$  ( $x$ : 雷瑣辛濃度%  $y$ : 甲醇濃度 mg/100mL) 求得該待測樣品的甲醇濃度。
  2. 欲定量待測樣品中甲醇時，可先取出待測樣品 5mL，以自製檢測裝置找出與 12M 硫酸有呈色反應的最小雷瑣辛濃度，若雷瑣辛濃度 0.5% 仍有呈色反應時，應將待測樣品稀釋 10 倍，再重複此步驟，直到找出最小雷瑣辛濃度值  $x$ 。
  3. 由上可求出待測樣品中甲醇含量(mg/100ml)= $y \times F$   
 $y$ : 由標準檢量線中求得檢液中甲醇的含量  
 $y=0.1106x^2 - 9.4045x + 93.576$   
( $x$ : 雷瑣辛濃度%  $y$ : 甲醇濃度 mg/100mL)  
 $F$ : 檢體稀釋倍數
  4. 利用不同雷瑣辛濃度為變因，我們找到定量甲醇的方法，加上自製檢測裝置的低濃度檢測，更可增加其檢測的準確值。但是此方法必須配製 0.5%~10% 的雷瑣辛，操作上較為繁瑣。

### 探討 3、能否利用待測樣品的體積來定量甲醇？

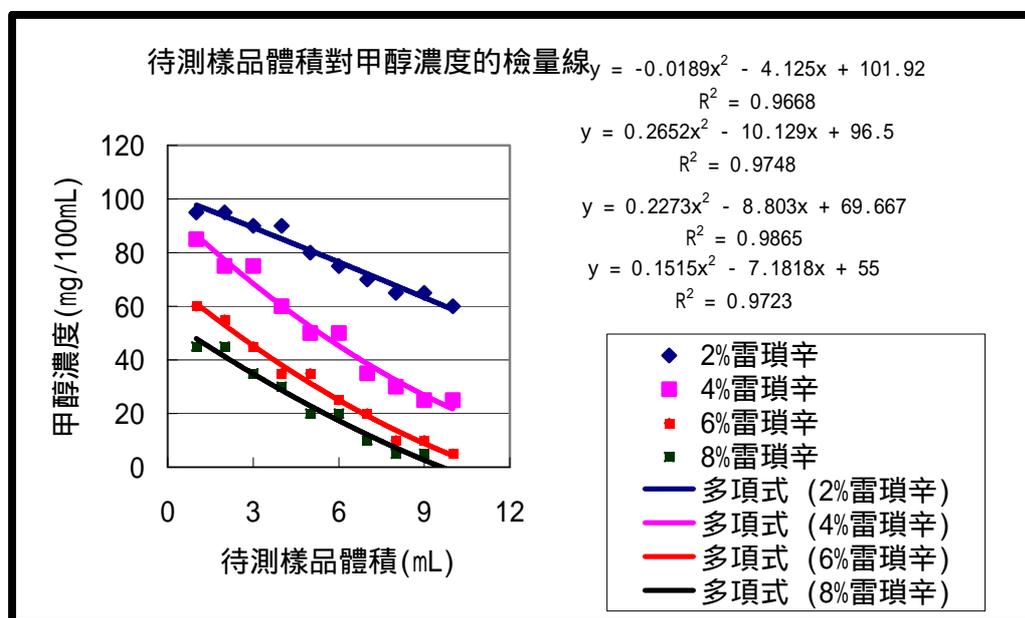
【目的】探討不同待測樣品的體積所能測得的最低甲醇濃度值(mg/100mL)進而用來定量甲醇。

- 【步驟】1. 配製 1mg/100mL~100mg/100mL 甲醇，分別取出 1~10mL 不同體積甲醇以噴霧器注入紅熱 Cu 絲氧化分別以浸泡 2%雷瑣辛濾棉及 12M 硫酸檢驗其呈色反應。  
2. 改以 4%、6%及 8%不同濃度雷瑣辛重複上述步驟。

【結果】1. 以不同濃度雷瑣辛求出不同待測樣品的體積 (mL) 所能測得的最低甲醇濃度值(mg/100ml)

體積(ml) 甲醇濃度 (mg/100mL)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2%雷瑣辛	95	95	90	90	80	75	70	65	65	60
4%雷瑣辛	85	75	75	60	50	50	35	30	25	25
6%雷瑣辛	60	55	45	35	35	25	20	10	10	5
8%雷瑣辛	45	45	35	30	20	20	10	5	5	5

2. 以待測樣品體積(mL)為橫座標及甲醇濃度 (mg/100mL) 為縱座標製成標準檢量線



【討論】1. 由上得知，使不同濃度甲醇有呈色反應，所需樣品體積隨甲醇濃度增加而減少，因此使用不同體積的待測樣品來作為檢測的變因，即可由上圖中的檢量線求得該待測樣品中的甲醇濃度。

2. 由 2%、4%、6%及 8%四種不同雷瑣辛濃度所得到四條檢量線中，2%雷瑣辛所測得濃度值偏高，不適合低濃度甲醇的檢測。8%雷瑣辛在 8~10mL 體積的甲醇濃度測量值低於 5mg/100mL，已低於自製檢驗裝置的檢測範圍。

- 由 4% 及 6% 雷瑣辛濃度所得到檢量線得知，均可適用於甲醇的定量檢測，但 6% 雷瑣辛濃度能測得甲醇濃度範圍較低，而且檢量線的判定係數 ( $R^2$  值) 較高，表示此檢量線準確值較高，因此我們使用 6% 雷瑣辛濃度的檢量線  $y=0.2273x^2-8.803x+69.667$  ( $x$ : 樣品體積 mL  $y$ : 甲醇濃度 mg/100mL) 作為樣品體積對甲醇濃度定量檢測。
- 欲使用本方法定量待測樣品中甲醇時，可先取出待測樣品 5mL，以自製檢測裝置找出與 12M 硫酸及 6% 雷瑣辛有呈色反應的最小待測樣品體積，若樣品體積為 1mL 仍有呈色反應時，應將待測樣品稀釋 10 倍，再重複此步驟，直到找出最小待測樣品體積值  $x$ 。
- 由上可求出待測樣品中甲醇含量(mg/100ml)M  

$$M=y \times F$$
 $y$ : 由標準檢量線中求得檢液中甲醇的含量  

$$y=0.2273x^2-8.803x+69.667$$
( $x$ : 樣品體積 mL  $y$ : 甲醇濃度 mg/100mL)  
 $F$ : 檢體稀釋倍數
- 利用不同待測樣品體積為變因加上自製檢測裝置的低濃度檢測，我們找到簡易、方便而且便宜又準確的定量甲醇方法。

#### 探討 4、使用真酒來檢測以體積定量分析的誤差值

**【目的】** 以真酒中含不同濃度甲醇來檢測使用體積與甲醇濃度定量的方法中理論值與實驗值的誤差

- 【步驟】**
- 使用濃度 22% 米酒加入甲醇，配成甲醇濃度分別為 20mg/100mL、40mg/100mL、60mg/100mL、120mg/100mL 及 300mg/100mL、450mg/100mL 的待測樣品。
  - 分別以自製簡易裝置及體積與甲醇濃度定量分析法，檢測出與 12M 硫酸及 6% 雷瑣辛有呈色反應的最小待測樣品體積值  $x$ 。
  - 由上述結果中的檢量線求出甲醇濃度的測量值與理論值比較。

**【結果】** 1. 甲醇濃度的測量值誤差率

待測樣品 甲醇標準 濃度 S (mg/100mL)	稀釋倍數 F	最小體積 值 x (mL)	由檢量線 求出甲醇 濃度 y (mg/100mL)	甲醇濃度 測量值 M (mg/100mL)	誤差率 (%)
20	1	7	19.2	19.2	4
40	1	4	38.1	38.1	4.7
60	1	1.5	57.0	57.0	5
120	10	8.5	11.3	113	5.8

$$y=0.2273x^2-8.803x+69.667 \quad M=y \times F$$

$$\text{誤差率} = |S - M| \div S \times 100\%$$

- 【討論】1.由結果得知，甲醇濃度低於 60mg/100mL 時，其誤差值低於 5%，濃度大於 60mg/100mL 因體積稀釋為 10 倍，以致於實驗誤差值在 5%~10%，故甲醇濃度愈低，測得結果誤差值愈小。
2. 以自製簡易裝置及體積與甲醇濃度定量分析法不但較為簡單方便，而且準確度以較高，應適用於低甲醇濃度的定量測量。

## 陸、結論

- 一、從一般檢測方法中，我們得知除非使用實驗室中的精密儀器，否則想檢測出符合國家標準含量（40mg/100mL）將無法達到檢測目的。於是我們經過不斷測試及改良後，設計了此**自製簡易檢測裝置**，克服不須精密儀器即能檢測出國家標準最低含量值，同時更能檢驗出 5 mg/100mL（50ppm）低濃度的甲醇。
- 二、從一般檢測方法中，我們也得知利用甲醇蒸氣通過高溫銅絲可完全氧化甲醇，並使用**雷瑣辛**作為檢測試劑，不需經過脫色過程即能產生呈色反應，達到檢測的簡便性。
- 三、從裝置的改良過程中，我們發現使用**霧化器**將樣品中甲醇完全汽化再通過高溫銅絲氧化，再加上**市售濾嘴（含濾棉）**的利用，只需微量甲醛被吸收即可有明顯的呈色反應，以上兩個突破乃是自製檢驗裝置能測出 5 mg/100mL 低濃度甲醇（達到 5 mg/100mL）的主要因素。
- 四、自製檢驗裝置所使用雷瑣辛試劑價格遠比對玫瑰苯胺鹽酸鹽低甚多，加上市售濾嘴（含濾棉）在市面 7-11 便利商店均可購得，定性分析也有明顯呈色反應，對於假酒中的甲醇的檢測相較於其他檢測方式，已達到經濟、方便、快速及準確的目的。
- 五、自製檢驗裝置只要利用使用**6%雷瑣辛**、**12M 硫酸濃度**比例及 5ml 待測樣品，即可**簡易地**檢測該樣品是否已超過國家標準值 40mg/100mL，對於國人健康把關更有助益
- 六、自製檢驗裝置更適用於**低濃度甲醇含量的定量分析**，利用不同待測樣品**體積與甲醇濃度的檢量線**，我們可不經過實驗室的精密儀器即可簡易地檢測出該酒類樣品中甲醇濃度。加上從米酒配成含甲醇的待測樣品檢測結果得知，在低於 60mg/100mL 的甲醇濃度檢驗中誤差值小於 5%，更可確定此自製檢驗裝置的準確度，為國人健康的把關工作更上一層樓。

## 柒、參考資料

- 一、國中理化第二冊
- 二、科學月刊 1023 期
- 三、有機化學(東華書局)
- 四、EXCEL 函數與分析工具（旗標公司）

## 評語

實驗設計佳，所開發方法具有實用價值。