

油料的奧祕

高中組化學科第三名

臺灣省立臺中女子高級中學

作者：陳銘真、彭耀群

指導教師：吳枝明

一、研究動機

一般燃油並非為單一物質，而是由飽和烴、不飽和烴及芳香烴等組成，由於其組成之成份與比例不同而對油料之性質也將有所影響，我們試用較簡易的實驗方法來探討油料之奧祕。

二、研究目的

- (一) 在使用管柱色層分析法前，先對其所使用之沖提液加以選擇比較，試選取最佳者，並討論其現象產生之原因。
- (二) 應用管柱色層分析法來分析各種油料之成份比例並探究其與油料性質及適用範圍的關聯。

三、研究設備器材

(一) 儀器

- 1. 吸附管柱 2. 紫外線光源儀器 3. 注射器 4. 量尺 5. 管型爐或大烘箱
- 6. 精確天平

(二) 物料：

- 1. 矽膠 2. 吸水矽膠 3. 螢光染料矽膠 4. 乙醇 5. 異丙醇 6. 丙酮 7. 氯仿 8. 異戊醇 9. 四氯化碳 10. 壓縮氮氣

(三) 樣品

- 1. JP-4 航空燃油 2. 高級汽油 3. 二行程汽油 4. 無鉛汽油

四、研究過程或方法

(一) 吸附管準備

- 1. 先用丙酮將管柱清洗乾淨，再通入氮氣吹乾。
- 2. 將小錐形漏斗內塞玻璃棉後，接在吸附管下方。
- 3. 從加料段上方緩緩加入矽膠並輕敲或震動，使矽膠均勻裝填至分離段半滿

為止後，加入 3~5mm 厚之螢光染料矽膠，再加入矽膠至加料段 60mm 為止。

4. 以乙醇擦拭管壁，以除去因敲動所生成之靜電累積。

(二) 樣品分析

1. 將油料及注射器冷卻至 2~4°C 後，取出並吸取 0.75±0.03ml 的樣品注射於加料段矽膠下 30mm 的地方。
2. 注射後立刻用沖提液裝滿管口至一定高度，再塞上氣塞以鉗子鉗緊並通入氮氣，至實驗完成約一小時左右。
3. 當紅環來到分析段 350~500mm 處時以紫外光源照射，並在最明顯的顏色界限上作上記號，分別取三組數據並記錄。

(三) 數據及實驗後的儀器處理

1. 取下管柱並測量各區域長度及全長，以計算各種類碳氫化合物之體積百分比。
2. 有特殊之段段也記錄其長度並試作討論及觀察。
3. 烘乾吸附管中之沖提液，以便將矽膠取出。

(1) 實驗一：沖提液與吸附劑之選擇比較。

↘ 用不同的六種沖提液作樣品 (JP-4) 分析。

↘ 用吸水之矽膠代替烘乾的矽膠作吸附管準備。

(2) 實驗二：油料分析

用不同的四種油料來作樣品分析。

五、實驗結果

(一) 實驗一

1. 各種沖提液所得之數據及產生之現象。

(1) 以乙醇為沖提液：

↘ 數據

管(-)	長度比例 次數	烴類		不飽和烴 L ₀ (螢黃)		飽和烴 L _s (無螢光)		展開液 全長
		芳香烴 La (螢藍)						
管(-)	1	11.25cm	14.9%	4.05cm	5.4%	60.20cm	79.7%	75.50cm
	2	10.25cm	13.8%	3.95cm	5.3%	60.30cm	80.9%	74.50cm
	3	10.45cm	17.1%	1.70cm	2.7%	49.10cm	80.2%	61.25cm
管(二)	4	10.45cm	17.0%	1.95cm	3.2%	49.00cm	80.2%	61.40cm
	5	10.00cm	16.4%	1.90cm	3.1%	49.20cm	80.5%	61.10cm

♀現象與討論

(♫)展開液長，表示其沖提效果良好，重疊現象較少。

(♫)較不易烘乾，可能是吸附力過強所造成的後果。

(2)以丙酮為沖提液：

♫數據

長度比例 次數	烴類	芳香烴 La (螢藍)		不飽和烴 L ₀ (螢黃)		飽和烴 L _s (無螢光)		展開液 全 長
		1	7.08cm	13.4%	2.92cm	5.5%	42.80cm	
2	6.78cm	13.1%	2.47cm	4.8%	42.55cm	82.1%	51.80cm	
3	7.15cm	13.4%	2.74cm	5.1%	43.61cm	81.5%	53.50cm	
4	7.76cm	13.2%	3.47cm	5.9%	47.70cm	80.9%	58.93cm	

♀現象與討論

(♫)(螢黃色) 不飽和烴之界線明顯易於觀察

(♫)沖提液全長展開僅 50 多公分，重疊的地方可能加多。

(3)以異丙酮為沖提液：

♫數據

長度比例 次數	烴類	芳香烴 La (螢藍)		不飽和烴 L ₀ (螢黃)		飽和烴 L _s (無螢光)		展開液 全 長
		1	10.75cm	15.0%	4.38cm	6.1%	56.45cm	
管(-)	2	10.70cm	14.1%	4.25cm	5.6%	61.06cm	80.4%	75.93cm
	3	10.60cm	13.8%	4.18cm	5.4%	62.02cm	80.8%	76.80cm
	4	8.95cm	12.7%	2.45cm	3.5%	58.85cm	83.8%	70.25cm
管(二)	5	8.50cm	12.1%	2.10cm	3.0%	59.60cm	84.9%	70.20cm
	6	8.45cm	12.1%	1.92cm	2.1%	60.10cm	85.3%	70.50cm

♀現象與討論

(♫)芳香烴之顏色界線明顯易於觀測。

(♫)展開液的長度長達 70 公分以上，重疊現象較不顯著。

(4)以氯仿為沖提液：

♫數據

次數 \ 烴類 長度	從藍紫交界處 至黃色上界	不飽和烴 (螢黃)	飽和烴
1	17.60cm	3.30cm	53.65cm
2	16.65cm	3.35cm	54.10cm
3	13.45cm	2.95cm	54.45cm

ㄨ 現象與討論

(ㄅ)紅環未被取代下來但可看出染料所在位置的下方有一環藍、一環紅的奇特現象。

(ㄅ)吸附力較小、展開液過長使濃度過低而界不明顯。

(5)以異戊醇為沖提液：

ㄨ 數據

次數 \ 烴類 長度	奇特紅環至芳 香烴下界	不飽和烴 L ₀ (螢黃)	飽和烴 L _s (無螢光)
1	2.70cm	1.85cm	50.45cm
2	2.70cm	1.90cm	50.35cm
3	2.80cm	1.95cm	49.95cm

ㄨ 現象與討論

(ㄅ)染料下有圈藍環。

(ㄅ)紅環被沖提至芳香烴的範圍內。

(6)以四氯化碳為沖提液：

ㄨ 數據 ⇨ 無

ㄨ 現象與討論

(ㄅ)紅環未被沖提向下移動，只微微擴散。

(ㄅ)吸附力太小沖提效果非常不佳。

⇨ 結論 1：沖提液以異丙醇較佳。

2. 吸附劑之選擇比較：

(1)吸水矽膠 ⇨ 因活性太小分析效果差 (含水量 18.55%)

(2)不加染料 ⇨ 無螢光性

(3)只加染料不加樣品 ⇨ 可見染料分成三環，證明其為混合物。

⇨ 結論 2：吸附劑以用 176℃ 烘乾三小時以上之矽膠最佳。

(二)實驗二、油料分析

結果：

含量 成分顏色	高級汽油		二行程汽油		九二無鉛汽油		JP-4 (航空燃油)	
	長度(cm)	R _i (%)						
芳香烴類 (呈螢光藍)	17.20cm	30.0%	24.10cm	41.2%	19.80cm	34.1%	10.75cm	15.0%
	16.60cm	28.4%	24.20cm	42.9%	20.40cm	35.0%	10.70cm	14.1%
	16.30cm	28.5%	23.86cm	43.3%	19.60cm	34.1%	10.60cm	13.8%
	平均	28.9%	平均	42.8%	平均	34.4%	平均	14.3%
(不明帶)	5.80cm	10.3%	3.00cm	5.4%	5.6cm	9.6%	無此段	
	5.45cm	9.2%	2.90cm	5.1%	5.3cm	9.1%		
	5.90cm	10.2%	2.75cm	4.8%	5.1cm	8.9%		
	平均	9.9%	平均	5.1%	平均	9.2%		
不飽和烴 (呈螢光黃)	6.00cm	10.6%	2.30cm	4.1%	4.4cm	7.6%	4.38cm	6.1%
	7.45cm	12.8%	1.81cm	3.2%	3.7cm	6.4%	4.25cm	5.6%
	6.50cm	11.2%	2.41cm	4.4%	4.2cm	7.3%	4.18cm	5.4%
	平均	11.5%	平均	3.9%	平均	7.1%	平均	5.7%
飽和烴類 (不具螢光性)	27.65cm	48.8%	26.41cm	47.3%	28.3cm	48.7%	56.45cm	78.9%
	28.95cm	49.6%	27.53cm	48.8%	28.9cm	49.6%	61.06cm	80.4%
	29.20cm	50.4%	27.37cm	48.5%	28.6cm	49.7%	62.02cm	80.8%
	平均	49.6%	平均	48.2%	平均	49.3%	平均	80.0%
全長	56.71cm		55.81cm		58.12cm		71.58cm	
	58.42cm		56.41cm		58.31cm		75.96cm	
	57.91cm		56.33cm		57.51cm		76.80cm	

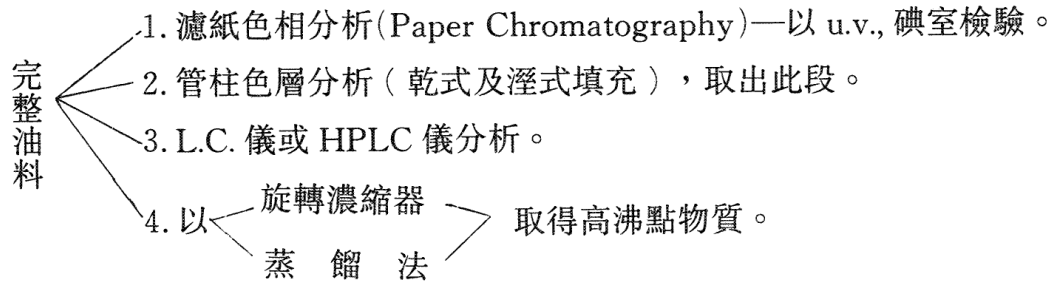
〈實驗三〉補充實驗

一、實驗目的

在實驗二中，除 JP-4 外，其他三種汽、機用油皆多出一不明段。在實驗二的討論中，曾推測其成分。在此藉實驗方法，試求其成分之謎。

二、尋求方向及思考路線

(一)取出法：



(二)分析法：

1. 作硫氮定性檢驗。
2. 光譜分析。
3. G.C. mas 接質譜儀分析。
4. 以旋轉濃縮器取得之高沸點物質, 置入吸附管, 和此段比較位置。

* 曾嘗試上列數法, 皆無法取出此段。故利用此段高沸點特性, 另藉由減壓蒸餾法, 取得油料中高沸點物質, 作硫氮及高碳物質檢驗。

三、實驗器材

(一)裝置：1. 旋轉濃縮器 2. 酒精燈 3. 錐形瓶 4. 氣相色層分析儀(G.C.)。

(二)物料：1. Sample：九二無鉛汽油。 2. Na……一小塊。 3. 甲醇……99.4%。 4. 對硝基苯甲醛(p-nitrobenzaldehyde)……1.5%。 5. 鄰二硝基苯(o-dinitrobenzend)……1.7%。 6. 2-methoxyethand(CH₃-O-CH₂CH₂-OH)：作為有機溶劑。 7. NaOH……20%。 8. HoAc：冰醋酸。 9. Pb(OCCH₃)₂：醋酸鉛。

四、實驗步驟

(一)濃縮：

1. 裝樣品九二無鉛汽油之濃縮瓶接於緩衝瓶下。並於其下方水槽加入熱水, 逐漸加溫達 80°C。
2. 在收集瓶下方置入水和冰塊, 防止冷凝油料再度揮發。
3. 減壓器內, 維持濃縮過程中皆有水, 以冷卻馬達。
4. 轉速調至 3~4 (共 10 刻度), 濃縮約 3 小時後, 約剩下 25% 的物質, 取出分析。

(二)氮、硫的分析：

1. (1)取一小塊 Na, 於試管中加熱熔化, 並加入濃縮物質 0.5ml。
- (2)於酒精燈上加熱使 Na 和樣品(有機物)反應完全。
- (3)稍冷卻後加入甲醇和過量的鈉反應。
- (4)微量過濾並以濾液作元素分析。

2. 氮的分析：

- (1)配置 1.5% 的 p-nitrobenzaldehyde 於 2-methoxyethemd 中。
- (2)配置 1.7% 的 o-dinitrobenzene 於 2-methoxyethemd 中。
- (3)配置 $\text{NaOH}_{(aq)}$ 2% 。
- (4)將 1ml 待測 sample，加入 1ml p-nitrobenzaldehyde solution 及 1ml o-dinitrobenzen 及 2 滴 $\text{NaOH}_{(aq)}$ ，使之鹼化。靜置數分鐘，觀察有何變化。

3. 硫的測試：

- (1)將另一部分濾液，以冰醋酸酸化，並加入數滴 $\text{Pb}(\text{O}_2\text{CCH}_3)_2(aq)$ 。觀察之。

4. 高碳數化合物的分析：

- (1)將 sample 以注射器注入氣相層析儀，並以氮氣作 carrier gas。
- (2)溫度控制：前 4 分， 50°C 後 $10^\circ\text{C}/\text{min}$ 加熱至 170°C 。再 $3^\circ\text{C}/\text{min}$ 至 185°C 。
- (3)注射量：0.1ul。
- (4)比照標準表(Rt)，求其高低碳數的含量。

五、實驗結果

(一)氮的分析：

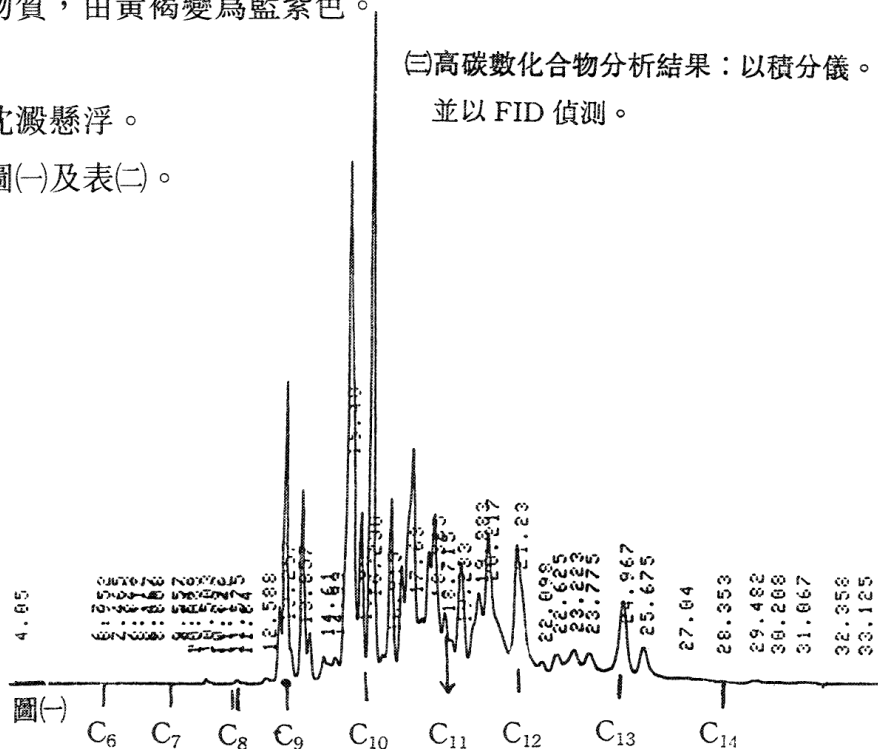
數分後，試管內物質，由黃褐變為藍紫色。

(二)硫的分析：

有極微量的黑色沈澱懸浮。

(三)高碳物質分析如圖(一)及表(二)。

(三)高碳數化合物分析結果：以積分儀。並以 FID 偵測。



表(二)

CHROMATOGRAM 1 MEMORIZED			
CHROMATOPAC C-R3A			
SAMPLE NO 0			
REPORT NO 1662			
PKNO	TIME	AREA	CONC
1	4.05	4417	0.0469
2	10.503	13713	0.1455
3	10.892	4015	0.0426
4	11.575	13531	0.1436
5	11.84	3298	0.035
6	12.588	26295	0.2791
7	13.257	595466	6.3197
8	13.857	380505	4.0383
9	14.61	101091	1.0729
10	14.99	64128	0.6806
11	15.48	1300998	13.8075
12	15.907	2882208	2.9951
13	16.238	1024778	10.876
14	16.915	393683	4.1782
15	17.63	897299	9.523
16	18.365	748407	7.9428
17	18.715	237583	2.5215
18	19.283	319942	3.3955
19	19.883	329469	3.4966
20	20.217	689713	7.3199
21	21.23	615369	6.5309
22	22.098	85561	0.9081
23	22.625	124111	1.3172
24	23.223	183635	1.9489
25	23.775	169966	1.8039
26	24.967	391964	4.1599
27	25.675	209007	2.2182
28	27.04	89128	0.9459
29	28.353	18444	0.1957
30	29.482	32051	0.3402
31	30.208	18580	0.1972
32	31.067	27363	0.2904
33	32.358	13729	0.1457
34	33.125	12971	0.1377
TOTAL 8422412100			

六、討論

(一)氮的分析：依據圖三。試管內物質由黃褐變為藍紫，掩蓋了原色，顯示氮化物量頗多。

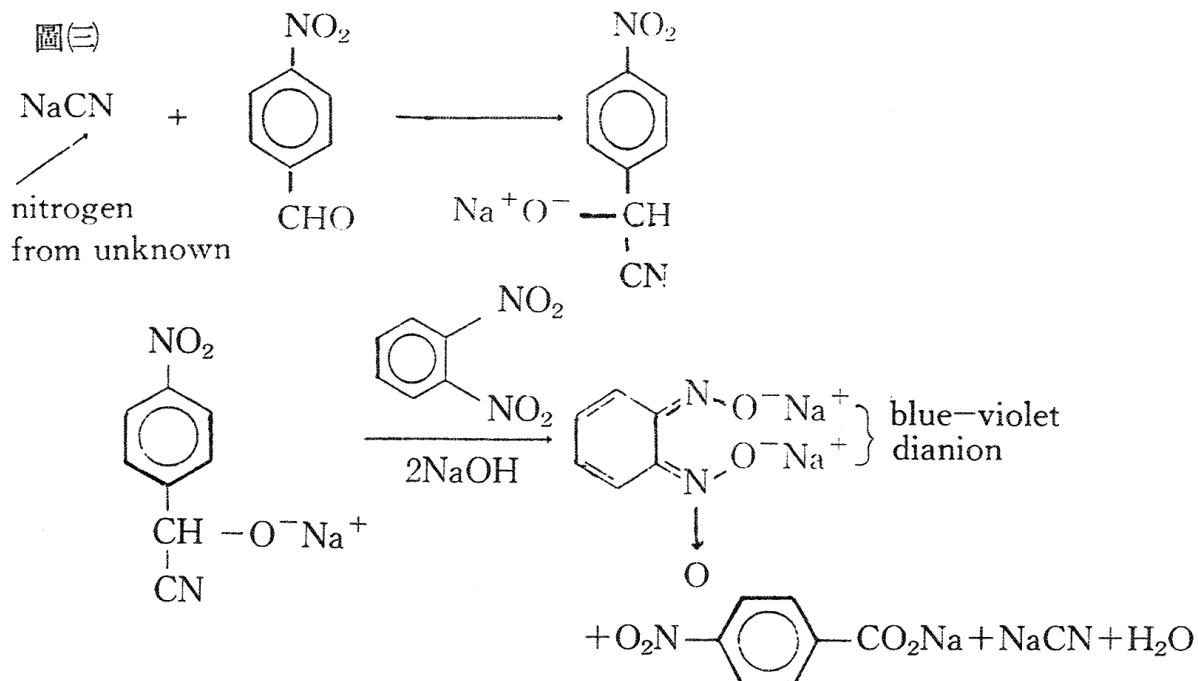
(二)硫的分析：反應如下



由實驗結果，硫含量微少，可見已經過處理管制。

(三)高碳數化合物含量頗高，因此段沸點高，高碳數化合物多沸點高，故此段物質很有可能為我們所求的不明帶。

(四)因 JP-4 無此段，又 JP-4 引擎腐蝕及較高溫燃燒僅含微量添加劑，一般添加劑成分和此相似，故此段應為添加物質。



七、參考資料

(一)色層分析法概論——銀禾文化事業有限公司。

(二)有機化學(上册)——藝軒圖書出版社。

(三)化學儀器分析——正中書局。

(四)石油煉製工業淺說——中國石油學會發行。

(五)The Systematic Identification of Organic Compounds.....R.L. Shriner etc.

(六)The Analysis of Gasolines and Naphthas.....Whitemore.

評語

本件作品利用矽膠分離 JP-4，高級汽油，二行程汽油及無鉛汽油的組成成分。雖然在分析方法上尚嫌過於粗略，但對高中學生而言是個很好的研究題材與學習化學分離技巧的題目與方向。