

# 酒精汽油的燃燒效率之探討

高雄中學化學教師林宗益

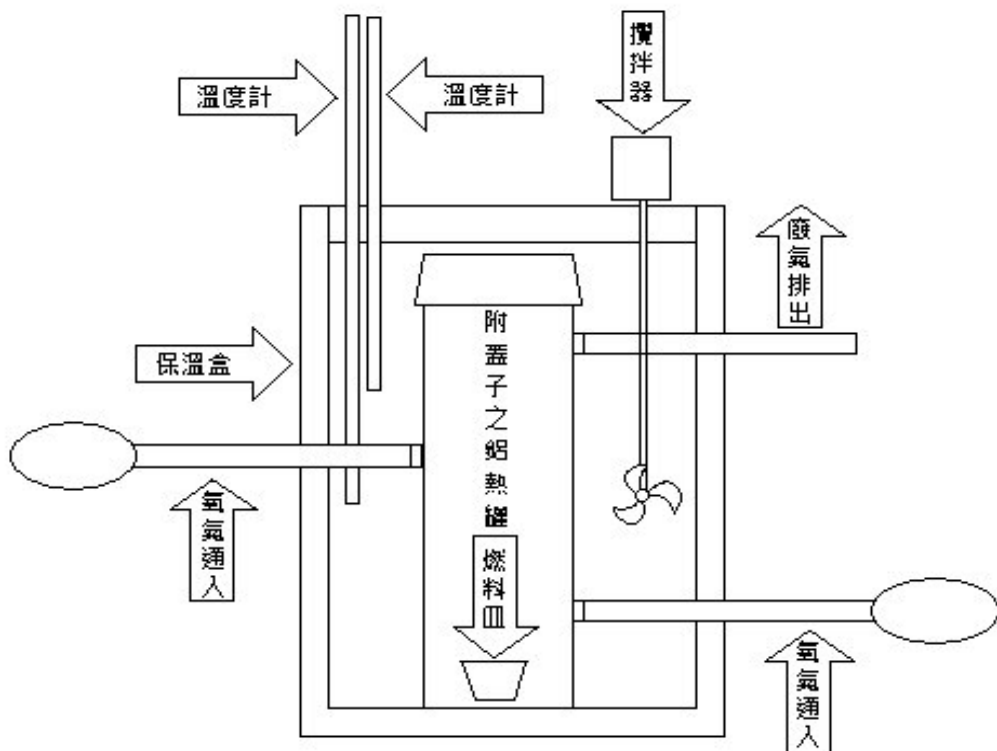
前言：

近年來，油價的飆漲使百姓叫苦連天，因過度使用石油而造成地球環境的汙染更形嚴重；但是地球資源是有限的，終有耗盡的時候，預估再過四十年將無石油可用，尋找替代能源已成了現代一個相當重要的議題。石油的替代能源主要有風能、太陽能、地熱能、海洋能、氫能、生物質能為代表新能源和可再生能源，以及煤液化生產石油等新技術，其中又以生物質能最受當今矚目，酒精汽油就是其中的一種，從新聞報導中得知巴西利用甘蔗或玉米提煉酒精來取代石油，這在全球颯起一陣炫風。然而在油價高漲的今日，市面上許多所謂可以增加燃燒效率的「汽油添加劑」也應運而生，號稱添加後可以增加里程數及燃燒效能。烷類是構成汽油的主要成分，以及不同的烷類隨碳數有不同的蒸汽壓及燃燒熱，各種烷類的蒸氣壓是否和其燃燒熱有何種相關性？添加酒精的汽油是否能增加汽油的燃燒效率？又如何在中學實驗室製造一個有效的燃燒器，來加以探討燃燒熱都是這次的研究重點。

探討的步驟與原理：

一、自行組裝一可測量燃燒熱之簡易、安全且有效之實驗裝置—鋁熱器，如下圖(一)。

器材：自製的鋁熱器、保利龍製的保溫器、自製電動攪拌器、量筒、氣球、導管、分度吸量管、燃燒皿、三向閥、數位式溫度計、電子天平。



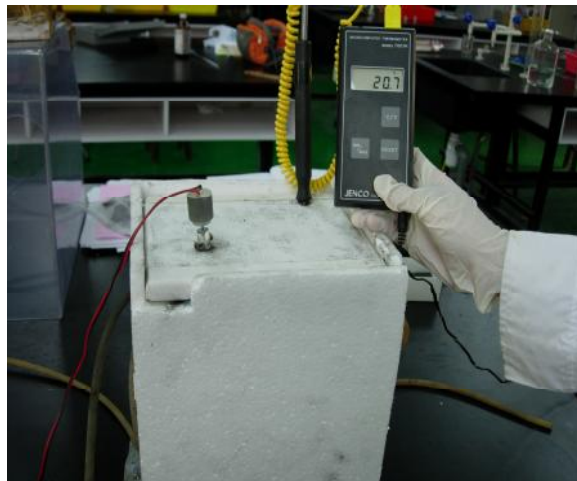
圖(一)

實驗步驟：將待燃燒的試藥放入自製的鋁熱器(如附圖一)中的燃燒皿內，並在保溫器內放入 2500 毫升的水，並使用數位溫度計（準確至小數以下第一位），測量水的初溫、然後在鋁

熱器的外接導管接上附有三向閥及充滿氧氣的氣球。以點火槍點燃試藥，並迅速蓋上鋁蓋及保溫蓋，同時打開接通氧氣氣球的三向閥，促使試藥可以完全燃燒。待燃燒完畢以後啓動電動攪拌器，使水溫均勻，並測量水的末溫，由水溫的變化測量試藥的燃燒熱。



照片(一) 燃燒熱—器材



照片(二) 鋁燃燒器測燃燒熱



照片(三) 鋁燃燒器主體



照片(四) 氣壓計測蒸氣壓



照片(五) 汽油、柴油試藥

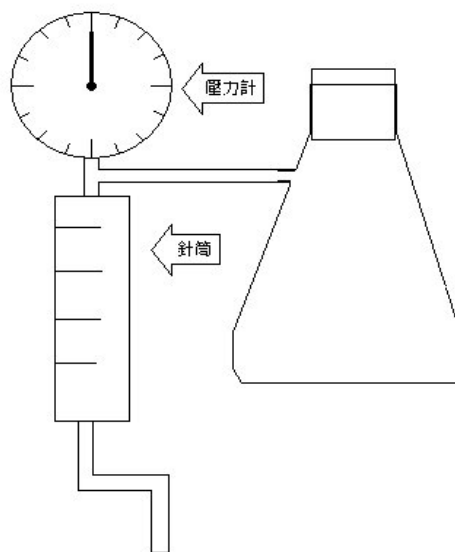
二、組裝一可測量蒸氣壓之實驗裝置，如下圖(二)。

器材：氣體壓力計、導管、錐形瓶、矽膠塞、熱溶膠。

實驗步驟：將待測的試藥直接放入連接氣壓計的錐形瓶內(如附圖二)，並迅速塞緊矽膠塞，將整組器材擺放在恆溫箱(25°C)裡面約30分鐘，待平衡後讀取氣壓計的數值，即可得到試藥的飽和蒸氣壓。

照片(六) 烷烴類、乙醇等試藥

圖(二)



三、研究步驟：

(一)、測量烷烴類的燃燒熱：

1. 測量 2 毫升的正己烷、正庚烷、正辛烷、正壬烷的燃燒熱，並測其質量求其莫耳燃燒熱，與理論值加以比較，求其燃燒效率。
2. 測量 2 毫升的乙醇、乙酸乙酯的燃燒熱，並測其質量求其莫耳燃燒熱，與理論值加以比較，求其燃燒效率。
3. 測量 2 毫升的正己烷、正庚烷、正辛烷、正壬烷分別加入 0.1 毫升、0.3 毫升、0.5 毫升乙醇的燃燒熱，並分析其個別的燃燒效果。
4. 測量 2 毫升的正己烷、正庚烷、正辛烷、正壬烷分別加入 0.2 毫升、0.4 毫升、0.6 毫升乙酸乙酯的燃燒熱，並分析其個別的燃燒效果。

(二)、測量各種汽油的燃燒熱：

1. 測量 2 毫升的 92 無鉛汽油、95 無鉛汽油、98 無鉛汽油、超級柴油的燃燒熱。
2. 測量 2 毫升的 92 無鉛汽油、95 無鉛汽油、98 無鉛汽油、超級柴油分別添加 0.1 毫升、0.3 毫升、0.5 毫升乙醇的燃燒熱，並分析其個別的燃燒效果。
3. 測量 2 毫升的 92 無鉛汽油、95 無鉛汽油、98 無鉛汽油、超級柴油分別添加 0.2 毫升、0.4 毫升、0.6 毫升乙酸乙酯的燃燒熱，並分析其個別的燃燒效果。
4. 測量 2 毫升的 92 無鉛汽油、95 無鉛汽油、98 無鉛汽油、超級柴油分別添加 0.1 毫升、0.3 毫升、0.5 毫升市售甲汽油添加劑的燃燒熱，並與沒有添加劑的汽油燃燒熱比較其相關性。
5. 測量 2 毫升的 92 無鉛汽油、95 無鉛汽油、98 無鉛汽油、超級柴油分別添加 0.1 毫升、0.3 毫升、0.5 毫升市售乙汽油添加劑的燃燒熱，並與沒有添加劑的汽油燃燒熱比較其相關性。

(三)、測量烷烴類的飽和蒸氣壓：

1. 測量正己烷、正庚烷、正辛烷、正壬烷在 25°C 下的飽和蒸氣壓。
2. 測量乙醇、乙酸乙酯在 25°C 下的飽和蒸氣壓。
3. 測量 2 毫升的正己烷、正庚烷、正辛烷、正壬烷分別加入 0.1 毫升、0.3 毫升、0.5 毫升的乙醇在 25°C 下的飽和蒸氣壓，並分析其蒸氣壓的變化與燃燒效果的關係。

4.測量 2 毫升的正己烷、正庚烷、正辛烷、正壬烷分別加入 0.2 毫升、0.4 毫升、0.6 毫升的乙酸乙酯在 25°C 下飽和蒸氣壓，分析其蒸氣壓的變化與燃燒效果的關係。

(四)、測量各種汽油的飽和蒸氣壓：

- 1.測量 2 毫升的 92 無鉛汽油、95 無鉛汽油、98 無鉛汽油、超級柴油的飽和蒸氣壓。
- 2.測量 2 毫升的 92 無鉛汽油、95 無鉛汽油、98 無鉛汽油、超級柴油分別添加 0.1 毫升、0.3 毫升、0.5 毫升乙醇在 25°C 下的飽和蒸氣壓，並分析其蒸氣壓的變化與燃燒效果的關係。
- 3.測量 2 毫升的 92 無鉛汽油、95 無鉛汽油、98 無鉛汽油、超級柴油分別添加 0.2 毫升、0.4 毫升、0.6 毫升的乙酸乙酯在 25°C 下的飽和蒸氣壓，並分析其蒸氣壓的變化與燃燒效果的關係。

(五)在本次實驗中用到的計算公式與方法 \*

1.燃燒熱的計算方法：

將鋁熱器合併於水的重量 = 2500 + 572.2 × 0.217 = 2624.17 克

實驗值的莫耳燃燒熱(kcal/mole)  $H_1 = 2624.17 \times (T_2 - T_1) \times 10^{-3} \times \text{分子量} \div W_1$

理論的莫耳燃燒熱(kcal/mole)  $H_2$

誤差百分比(%) =  $(H_2 - H_1) / H_2$

2.拉午耳定律蒸氣壓的理想值

各種烷類的飽和蒸氣壓： $P_1$ ；乙醇(乙酸乙酯)的飽和蒸氣壓： $P_2$

烷類的莫耳分率： $X_1$ ；乙醇(乙酸乙酯)的莫耳分率： $X_2$

拉午耳定律蒸氣壓的理想值  $P_A = X_1 P_1 + X_2 P_2$

各種混合溶液的飽和蒸氣壓  $P_B$

蒸氣壓的差  $\Delta P = P_B - P_A$

研究結果：

一、烷烴類、乙醇與乙酸乙酯的燃燒熱及蒸氣壓。

1.正己烷、正庚烷、正辛烷、正壬烷 的燃燒熱

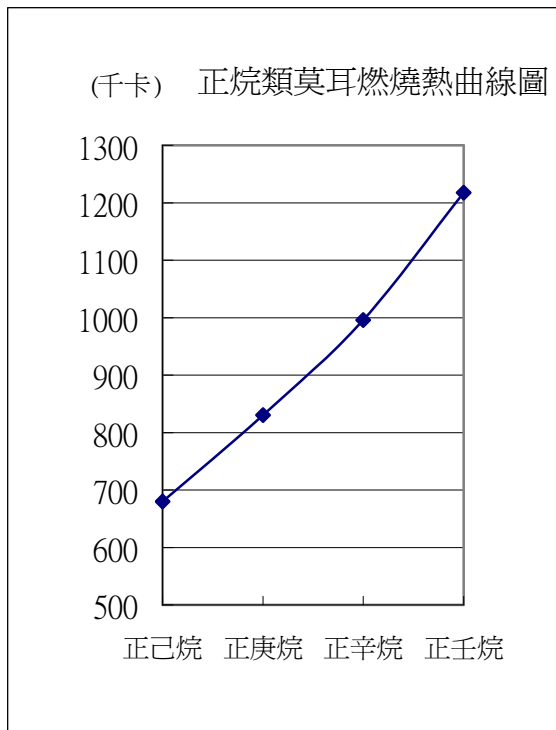
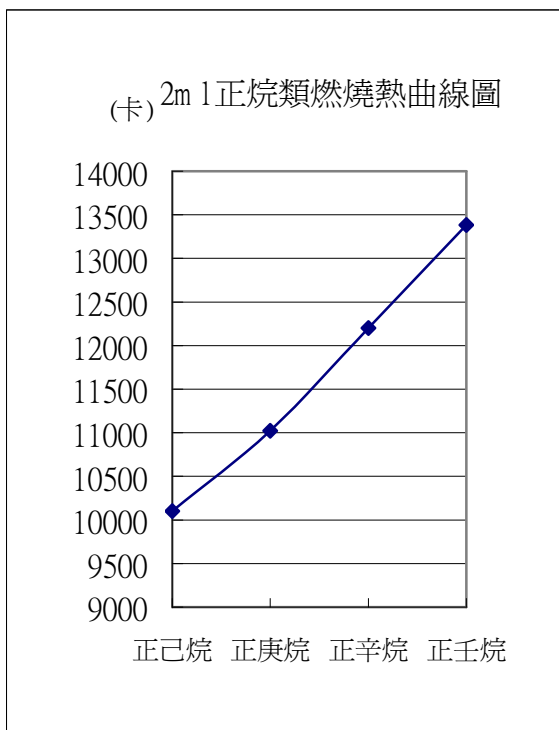
鋁熱器重量：572.20 克；鋁罐的比熱： $0.217 \text{ cal} / \text{g} \cdot ^\circ\text{C}$

保溫盒內的水重：2500 公克

		正己烷	正庚烷	正辛烷	正壬烷
2 毫升重量		1.36	1.41	1.44	1.47
分子量		86.18	100.20	114.23	128.26
水初溫	A	20.30	21.00	20.20	21.20
	B	21.60	22.40	21.70	22.50
水末溫	A	24.10	25.20	24.80	26.30
	B	25.50	26.60	26.40	27.60
平均溫度差		3.85	4.20	4.65	5.10
總燃燒熱(cal)		10103.02	11021.47	12202.34	13383.22
莫耳燃燒熱(kcal/mole)	$H_1$	640.20	783.23	967.97	1167.71



理論的莫耳燃燒熱	H <sub>2</sub>	920.59	1066.17	1211.70	1357.48
實驗值百分比(H <sub>1</sub> /H <sub>2</sub> )		69.5%	73.5%	79.9%	86.0%
誤差百分比(1-H <sub>1</sub> /H <sub>2</sub> )		30.5%	26.5%	20.1%	14.0%

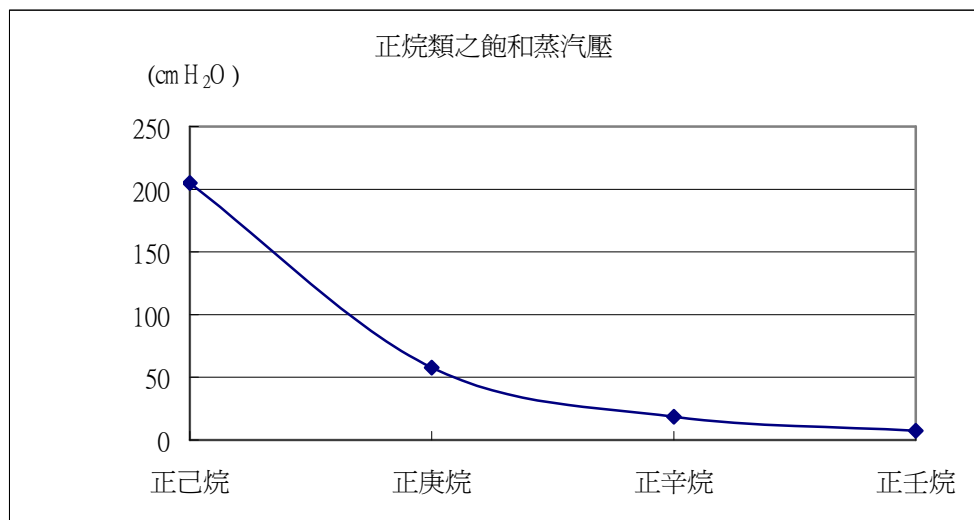


## 2. 乙醇、乙酸乙酯 的燃燒熱

		乙醇	乙酸乙酯
2 毫升重量		1.56	1.77
分子量		46.08	74.10
水初溫	A	19.90	20.30
	B	21.20	21.70
	C	21.00	21.40
水末溫	A	23.10	23.50
	B	24.50	24.80
	C	24.20	24.60
平均溫度差		3.23	3.17
總燃燒熱(cal)		9794.963	9593.01
熱值(cal/g)		6278.822	5419.78
莫耳燃燒熱(kcal/mole)		H <sub>1</sub> 289.33	401.61
理論的莫耳燃燒熱		H <sub>2</sub> 294.92	492.17
實驗值百分比(H <sub>1</sub> /H <sub>2</sub> )		98%	82%
誤差百分比(1-H <sub>1</sub> /H <sub>2</sub> )		2%	18%

### 3. 烷烴類、乙醇與乙酸乙酯在 25°C 下的飽和蒸氣壓。

	正己烷	正庚烷	正辛烷	正壬烷	乙醇	乙酸乙酯
飽和蒸氣壓 (cm H <sub>2</sub> O)	205	57.8	18.5	7.4	60.6	124.9
分子量	86.18	100.2	114.23	128.26	46.08	74.1
2ml 重量	1.36	1.41	1.44	1.47	1.56	1.77
2ml 莫耳數	0.0158	0.0141	0.0126	0.0115	0.0339	0.0239



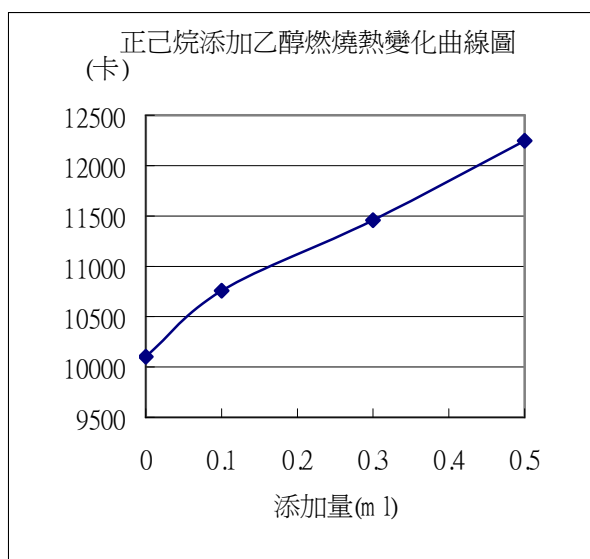
結論：正烷類的燃燒熱隨著碳數的增加而變大，在燃燒器的實驗中也顯示此特性，但因實驗條件的限制，無法將燃燒效率提高至 100%，經由與理論值的對照發現碳數愈大，飽和蒸氣壓愈小的正烷類，其燃燒效率較高。在乙醇與乙酸乙酯的燃燒當中也有如此的規律，尤其乙醇的燃燒效率最好，幾乎達 98%，因此平時在實驗室的加熱實驗當中常以酒精當作燃料。

## 二、正己烷、正庚烷、正辛烷、正壬烷各添加不同量的乙醇的燃燒熱與蒸氣壓。

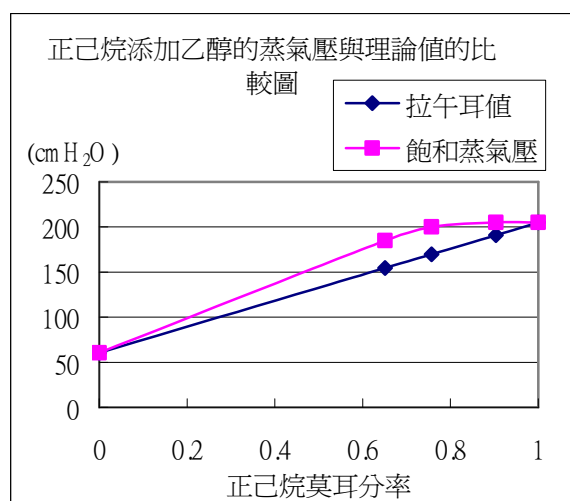
### 1. 正己烷：2ml

乙醇添加量		0.1 毫升	0.3 毫升	0.5 毫升
水初溫	A	21.50	21.50	21.80
	B	23.00	23.00	23.30
	C	22.30	22.30	22.70
水末溫	A	25.60	25.90	26.50
	B	27.20	27.40	28.00
	C	26.30	26.60	27.30
平均溫度差		4.10	4.37	4.67
總燃燒熱 (cal)		10759.06	11458.83	12246.08



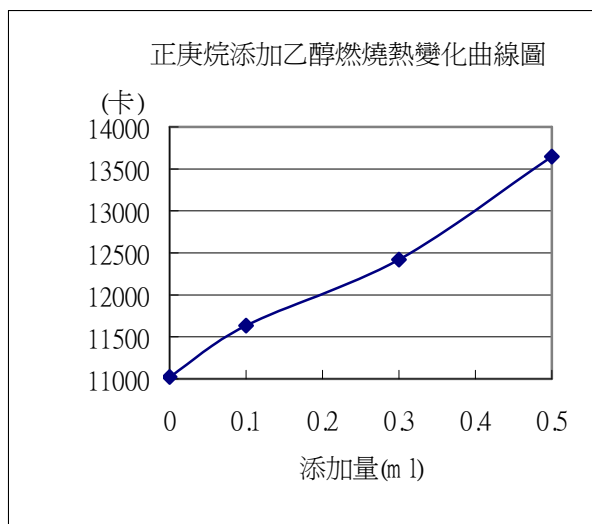


添加乙醇	0ml	0.1ml	0.3ml	0.5ml
飽和蒸氣壓 (cm H <sub>2</sub> O)	205	205	200	185
拉午耳律理論值	205	191.0117	169.8459	154.5912
正偏差	0	13.9883	30.1541	30.4088
莫耳分率	1	0.9031	0.7566	0.6509

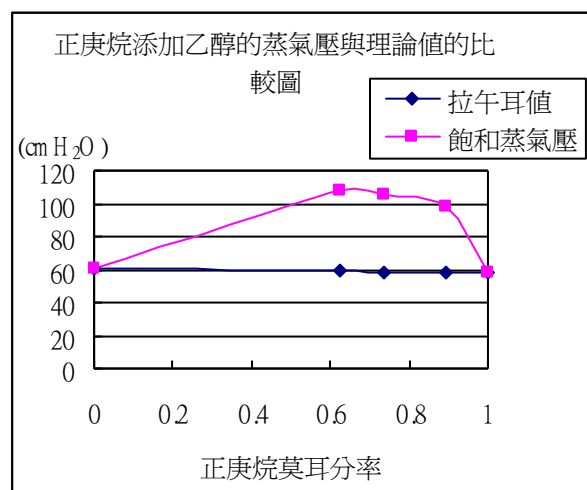


## 2. 正庚烷：2ml

乙醇添加量		0.1 毫升	0.3 毫升	0.5 毫升
水初溫	A	21.90	22.10	21.80
	B	23.40	23.40	23.20
	C	22.70	22.90	22.60
水末溫	A	26.30	26.80	27.10
	B	27.70	28.30	28.50
	C	27.30	27.50	27.60
平均溫度差		4.43	4.73	5.20
總燃燒熱 (cal)		11633.78	12421.02	13645.63



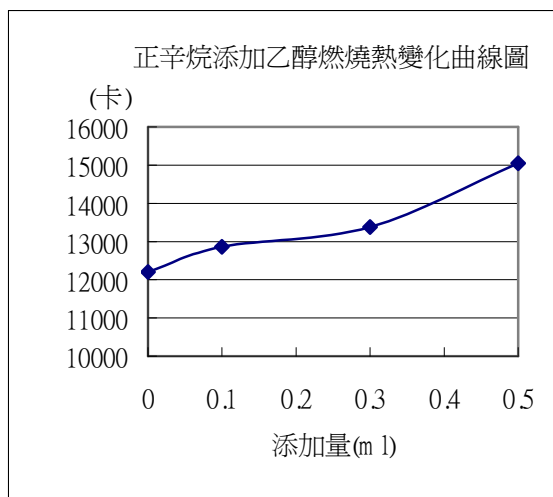
添加乙醇	0ml	0.1ml	0.3ml	0.5ml
飽和蒸氣壓 (cm H <sub>2</sub> O)	57.8	98.2	105.0	107.4
拉午耳定律理論值	57.8	58.1007	58.5425	58.8516
正偏差	0	40.0994	46.4575	48.5484
莫耳分率	1	0.8926	0.7348	0.6244



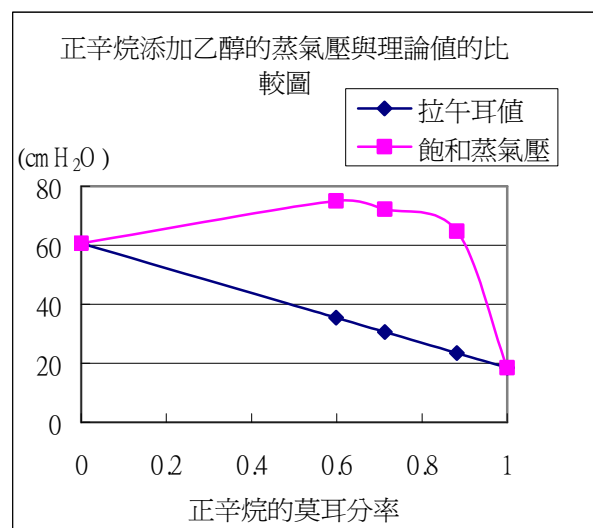
### 3. 正辛烷：2ml

乙醇添加量		0.1 毫升	0.3 毫升	0.5 毫升
水初溫	A	20.60	21.00	21.30
	B	22.00	22.40	22.80
	C	21.40	21.80	22.10
水末溫	A	25.30	27.20	27.90
	B	26.70	28.60	29.30
	C	25.80	27.70	28.80
平均溫度差		4.60	6.10	6.60
總燃燒熱(cal)		12071.14	16007.38	17319.46



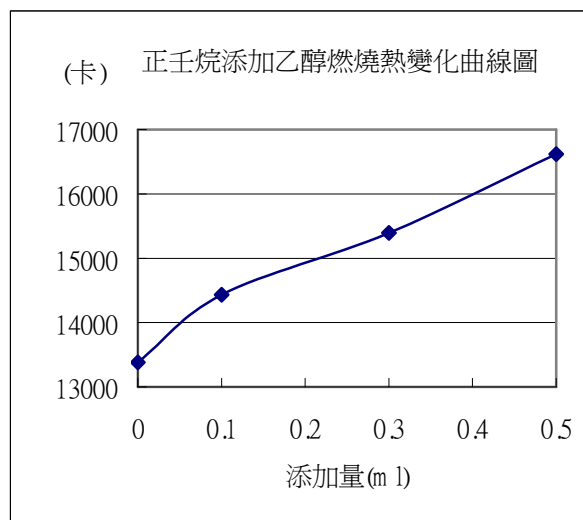


添加乙醇	0m l	0.1m l	0.3m l	0.5m l
飽和蒸氣壓 (cm H <sub>2</sub> O)	18.5	64.8	72.2	75.0
拉午耳定律理論值	18.5	23.4838	30.5892	35.4113
正偏差	0	41.3162	41.6108	39.5887
莫耳分率	1	0.8816	0.7128	0.5983

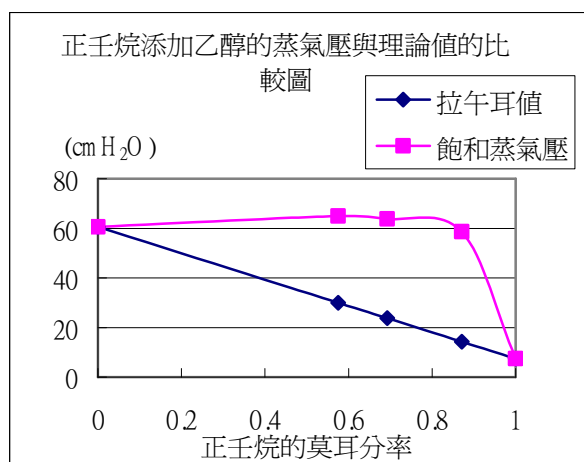


#### 4. 正壬烷：2ml

乙醇添加量		0.1 毫升	0.3 毫升	0.5 毫升
水初溫	A	21.60	21.80	20.80
	B	22.90	23.20	22.10
	C	22.40	22.60	21.40
水末溫	A	27.90	27.80	27.20
	B	28.20	29.10	28.50
	C	27.30	28.30	27.60
平均溫度差		5.50	5.87	6.33
總燃燒熱 (cal)		14432.88	15395.07	16619.68



添加乙醇	0ml	0.1ml	0.3ml	0.5ml
飽和蒸氣壓 (cm H <sub>2</sub> O)	7.4	58.6	63.8	65.0
拉午耳定律 理論值	7.4	14.2461	23.7343	29.9982
正偏差	0	44.3539	40.0657	35.0018
莫耳分率	1	0.8713	0.6930	0.5752



結論：在正己烷添加乙醇的實驗結果比較如附表(一)~(四)，正己烷的燃燒熱變化與蒸氣壓的變化呈負相關性，庚、辛烷較沒有規律性，壬烷的燃燒熱變化也和蒸氣壓變化呈負相關性，蒸氣壓較大的己烷會因添加乙醇而造成燃燒效率變差，但蒸氣較小的壬烷卻是提高的。

正己烷 (表一)

添加量	0.1	0.3	0.5
總燃燒熱	10759.06	11458.83	12246.08
應燃燒熱	10592.76	11572.26	12551.76
燃燒熱差	166.2919	-113.428	-305.677
蒸氣壓差	13.9883	30.1541	30.4088

正庚烷 (表二)

添加量	0.1	0.3	0.5
總燃燒熱	11633.78	12421.02	13645.63
應燃燒熱	11511.22	12490.72	13470.21
燃燒熱差	122.5559	-69.6925	175.4192
蒸氣壓差	40.0994	46.4575	48.5484

正辛烷 (表三)

添加量	0.1	0.3	0.5
總燃燒熱	12858.38	13383.22	15045.18
應燃燒熱	12692.09	13671.59	14651.08
燃燒熱差	166.2918	-288.372	394.0992
蒸氣壓差	41.3162	41.6108	39.5887

正壬烷 (表四)

添加量	0.1	0.3	0.5
總燃燒熱	14432.88	15395.07	16619.68
應燃燒熱	13872.96	14852.46	15831.96
燃燒熱差	559.9158	542.6115	787.7232
蒸氣壓差	44.3539	40.0657	35.0018

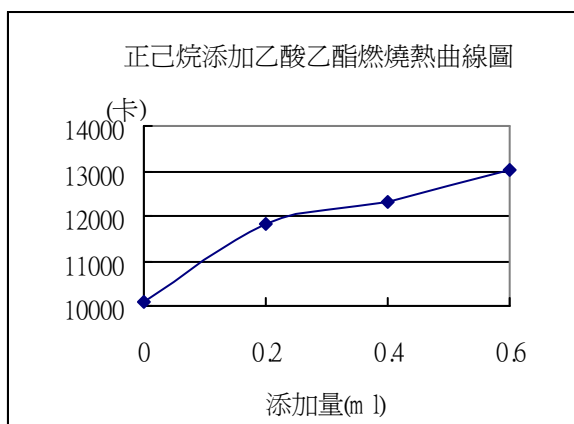
三、正己烷、正庚烷、正辛烷、正壬烷各添加不同量的乙酸乙酯的燃燒熱與蒸氣壓。

1. 正己烷：2ml

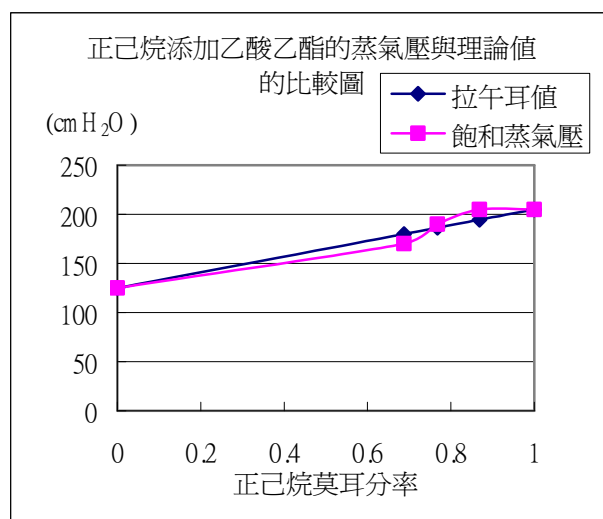
乙酸乙酯添加量	0.2 毫升	0.4 毫升	0.6 毫升
水初溫	A	20.80	21.00
	B	22.20	22.40
	C	21.60	21.80
水末溫	A	24.70	25.10
	B	26.10	26.50
	C	25.50	25.80

平均溫度差	3.90	4.07	4.30
總燃燒熱(cal)	11814.54	12319.44	13026.29



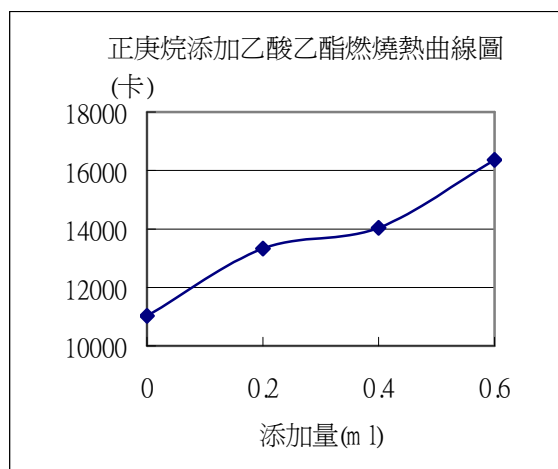


添加量	0ml	0.2ml	0.4ml	0.6ml
飽和蒸氣壓 (cm H <sub>2</sub> O)	205	205	190	170
拉午耳定律理論值	205	194.4697	186.3864	179.9859
正偏差	0	10.5303	3.6136	-9.9859
莫耳分率	1	0.8685	0.7676	0.6877



## 2. 正庚烷：2ml

乙酸乙酯添加量		0.2 毫升	0.4 毫升	0.6 毫升
水初溫	A	20.80	21.30	21.60
	B	22.20	22.70	23.10
	C	21.60	22.00	22.30
水末溫	A	25.30	26.00	27.10
	B	26.70	27.30	28.50
	C	25.80	26.60	27.60
平均溫度差		4.40	4.63	5.40
總燃燒熱(cal)		13329.23	14036.08	16358.60

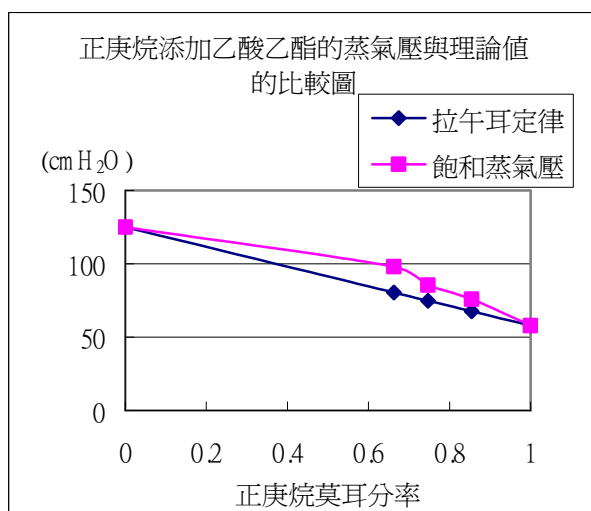


添加量	0ml	0.2ml	0.4ml	0.6ml
-----	-----	-------	-------	-------

飽和蒸氣壓 (cm H <sub>2</sub> O)	57.8	75.9	85.4	98.0
-----------------------------	------	------	------	------

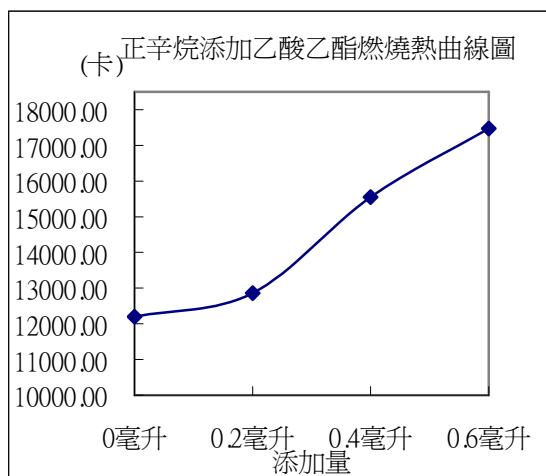


拉午耳定律 理論值	57.8	67.5372	74.8065	80.4406
正偏差	0	8.3628	10.5935	17.5594
莫耳分率	1	0.8549	0.7465	0.6626

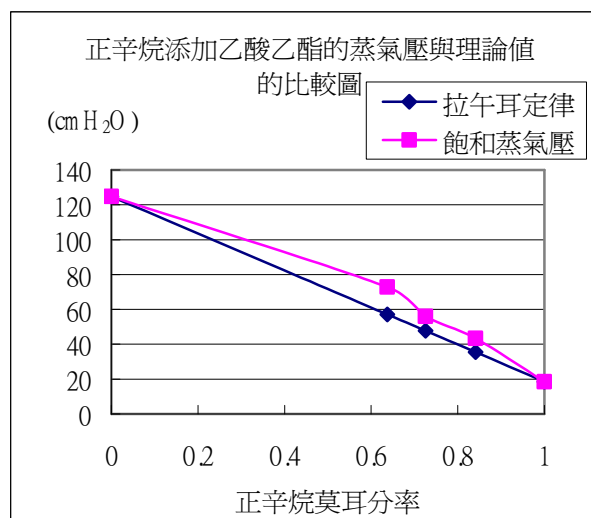


### 3. 正辛烷：2ml

乙酸乙酯添加量		0.2 毫升	0.4 毫升	0.6 毫升
水初溫	A	21.70	22.00	22.20
	B	23.20	23.40	23.70
	C	22.50	22.70	23.20
水末溫	A	26.70	27.20	28.20
	B	28.10	28.60	29.50
	C	27.30	27.70	28.70
平均溫度差		4.90	5.13	5.77
總燃燒熱 (cal)		12859.46	15550.77	17469.37

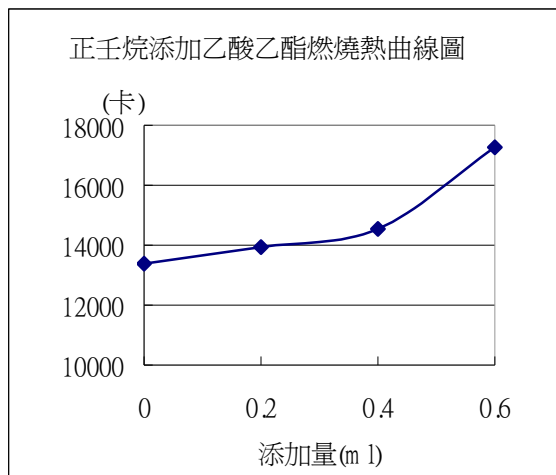


添加量	0m l	0.2m l	0.4m l	0.6m l
飽和蒸氣壓 (cm H <sub>2</sub> O)	18.5	43.3	56.0	72.8
拉午耳定律 理論值	18.5	35.4495	47.7409	57.0624
正偏差	0	7.8505	8.2591	15.7376
莫耳分率	1	0.8407	0.7252	0.6376

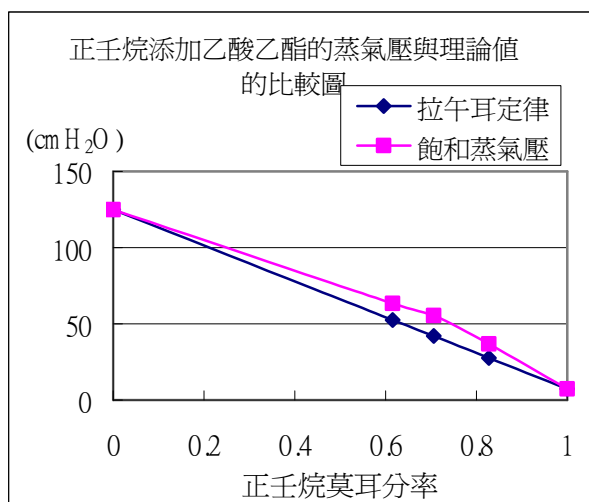


#### 4. 正壬烷：2ml

乙酸乙酯添加量		0.2 毫升	0.4 毫升	0.6 毫升
水初溫	A	22.10	22.40	22.40
	B	23.60	23.70	23.80
	C	23.00	23.00	23.10
水末溫	A	26.80	27.10	28.10
	B	28.20	28.60	29.60
	C	27.50	27.80	28.70
平均溫度差		4.60	4.80	5.70
總燃燒熱(cal)		13935.10	14540.98	17267.41



添加量	0ml	0.2ml	0.4ml	0.6ml
飽和蒸氣壓 (cm H <sub>2</sub> O)	7.4	36.9	55.4	63.4
拉午耳定律理論值	7.4	27.6652	41.9684	52.6032
正偏差	0	9.2348	13.4316	10.7968
莫耳分率	1	0.8275	0.7058	0.6153



結論：在正烷類添加乙酸乙酯的實驗分析如附表(五)~(八)，顯示與添加乙醇有不同的結果，己烷、辛烷的燃燒熱變化與蒸氣壓變化成正相關，正壬烷仍然如同添加乙醇的狀況為負相關性。

#### 正己烷 (表五)

添加量	0.2	0.4	0.6
總燃燒熱	11814.54	12319.44	13026.29
應燃燒熱	11062.32	12021.62	12980.92
燃燒熱差	752.2265	297.821	45.3735
蒸氣壓差	10.5303	3.6136	-9.9859

#### 正庚烷 (表六)

添加量	0.2	0.4	0.6
總燃燒熱	13329.23	14036.08	16358.6
應燃燒熱	11980.77	12940.07	13899.37
燃燒熱差	1348.455	1096.008	2459.225

蒸氣壓差	8.3628	10.5935	17.5594
------	--------	---------	---------

正辛烷 (表七)

添加量	0.2	0.4	0.6
總燃燒熱	12859.46	15550.77	17469.37
應燃燒熱	13161.64	14120.95	15080.25
燃燒熱差	-302.1825	1429.821	2389.122
蒸氣壓差	7.8505	8.2591	15.7376

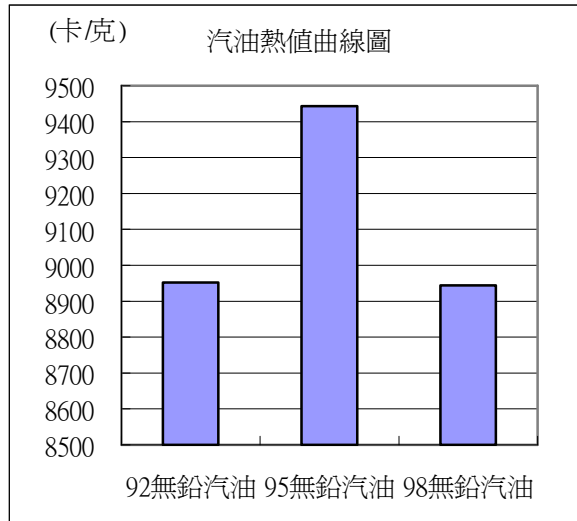
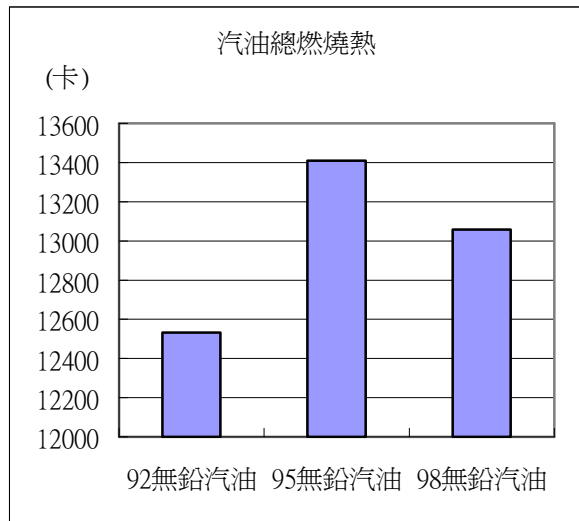
正壬烷 (表八)

添加量	0.2	0.4	0.6
總燃燒熱	13935.10	14540.98	17267.41
應燃燒熱	14342.52	15301.82	16261.12
燃燒熱差	-407.4145	-760.841	1006.292
蒸氣壓差	9.2348	13.4316	10.7968

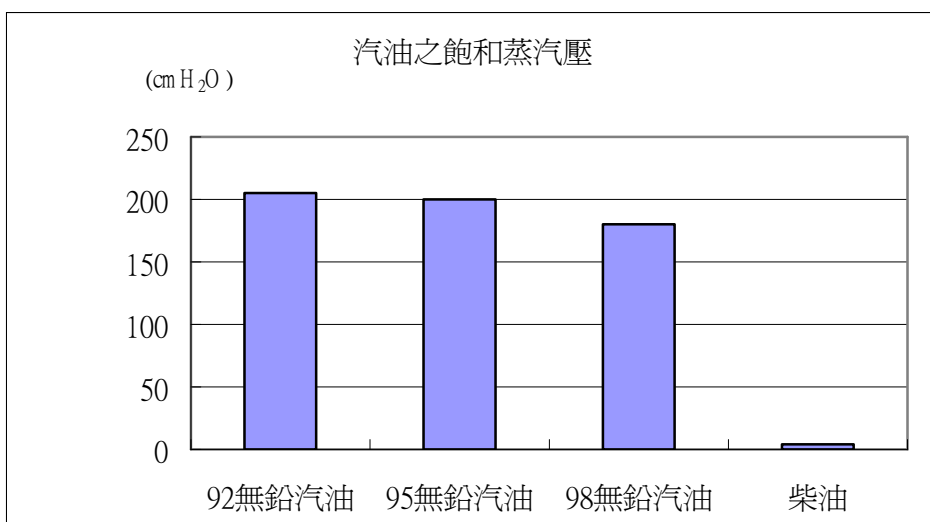
#### 四、汽油類的燃燒熱與蒸氣壓

##### 1. 92 無鉛汽油、95 無鉛汽油、98 無鉛汽油的燃燒熱與蒸氣壓。

	92 無鉛汽油	95 無鉛汽油	98 無鉛汽油
2 毫升重量	1.40	1.42	1.46
水初溫	A	21.60	21.70
	B	22.90	23.30
	C	22.20	22.50
水末溫	A	26.40	26.90
	B	27.70	28.40
	C	26.90	27.50
平均溫度差	4.77	5.10	4.97
總燃燒熱(cal)	12532.71	13409.12	13058.56
熱值(cal/g)	8951.94	9443.05	8944.22



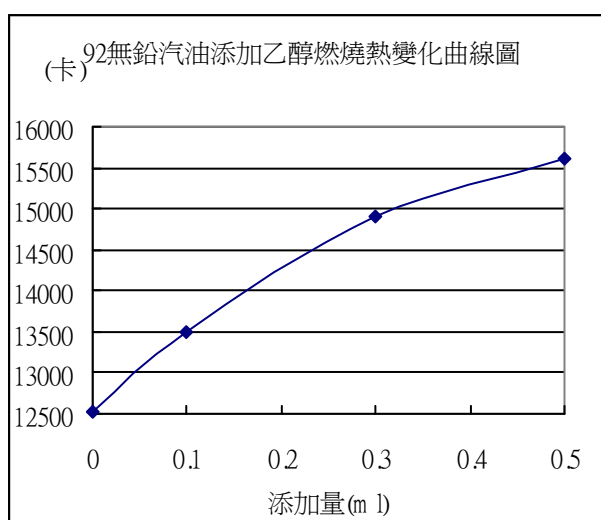
	92 無鉛汽油	95 無鉛汽油	98 無鉛汽油	超級柴油
飽和蒸氣壓 (cm H <sub>2</sub> O)	205	200	180	4.0



2.92 無鉛汽油、95 無鉛汽油、98 無鉛汽油、超級柴油各添加不同量的乙醇的燃燒熱

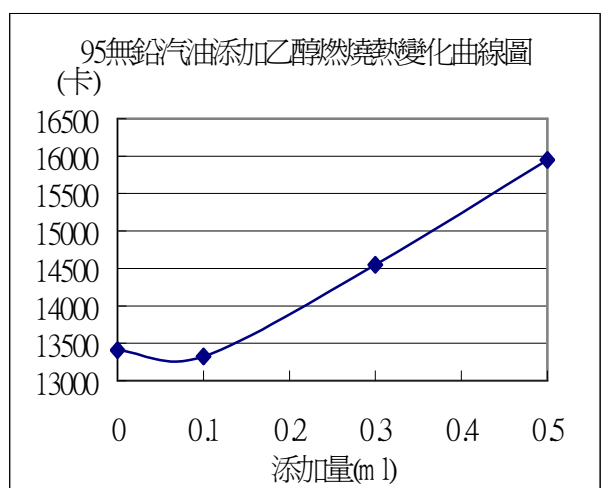
(1) 92 無鉛汽油：2ml

乙醇添加量	0.1 毫升	0.3 毫升	0.5 毫升
水初溫 A	19.40	19.50	19.80
B	20.80	20.80	21.20
C	20.60	20.60	21.00
水末溫 A	24.50	25.10	25.80
B	26.00	26.50	27.20
C	25.70	26.30	26.80
平均溫度差	5.13	5.67	5.93
總燃燒熱(cal)	13497.43	14899.76	15600.93



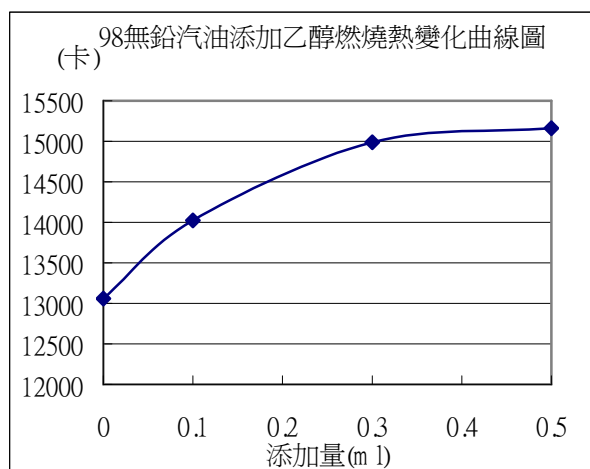
(2) 95 無鉛汽油：2ml

乙醇添加量	0.1 毫升	0.3 毫升	0.5 毫升
水初溫 A	19.60	19.50	19.40
B	20.90	20.90	20.80
C	20.70	20.70	20.60
水末溫 A	24.60	25.00	25.50
B	26.00	26.50	26.90
C	25.80	26.20	26.60
平均溫度差	5.07	5.53	6.07
總燃燒熱(cal)	13322.14	14549.18	15951.51



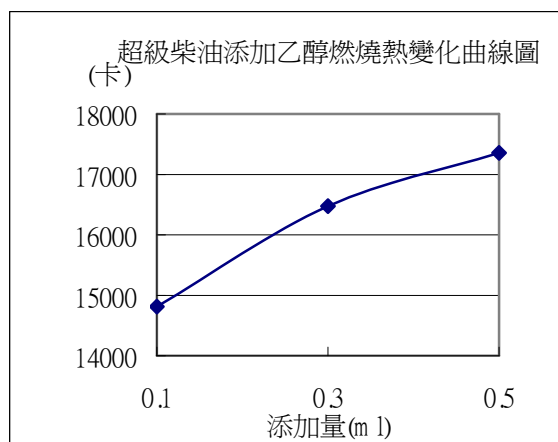
(3) 98 無鉛汽油：2ml

乙醇添加量		0.1 毫升	0.3 毫升	0.5 毫升
水初溫	A	20.20	20.50	20.70
	B	21.70	21.90	22.00
	C	21.30	21.60	21.70
水末溫	A	25.60	26.20	26.40
	B	26.90	27.60	27.80
	C	26.70	27.30	27.50
平均溫度差		5.33	5.70	5.77
總燃燒熱(cal)		14023.31	14987.41	15162.70



(4) 超級柴油：2ml

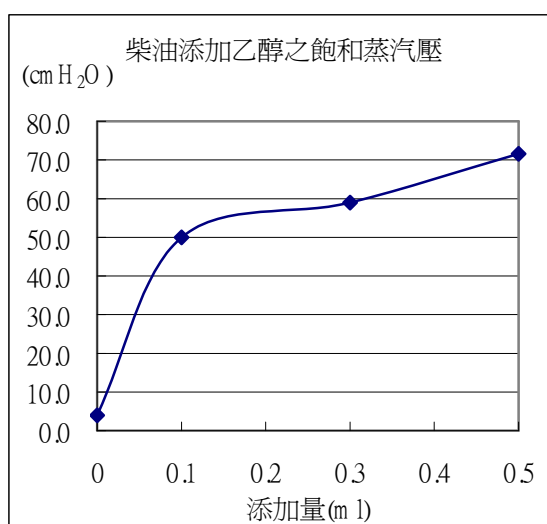
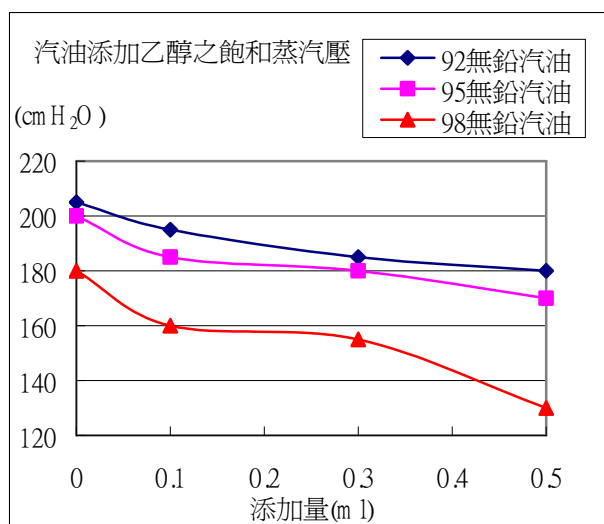
乙醇添加量		0.1 毫升	0.3 毫升	0.5 毫升
水初溫	A	20.20	20.40	20.30
	B	21.80	21.90	21.80
	C	21.50	21.60	21.50
水末溫	A	25.90	26.70	26.90
	B	27.40	28.20	28.40
	C	27.10	27.80	28.10
平均溫度差		5.63	6.27	6.60
總燃燒熱(cal)		14812.12	16477.39	17353.84



(5) 92 無鉛汽油、95 無鉛汽油、98 無鉛汽油、超級柴油各添加不同量的乙醇的蒸氣壓

乙醇添加量	0ml	0.1ml	0.3ml	0.5ml
92 無鉛汽油	205	195	185	180
95 無鉛汽油	200	185	180	170
98 無鉛汽油	180	160	155	130
超級柴油	4.0	50.0	59.0	71.6





- 結論：(1)汽油的燃燒熱因為無法以莫耳燃燒熱來比較，所以用熱值來比較。結果 95 無鉛汽油最大，92、98 無鉛汽油差不多，因為柴油在常溫無法用火點燃，若先加入純氧點燃又怕有爆炸之虞，所以沒有純柴油的燃燒值，後來才以添加乙醇、乙酸乙酯就可點燃。
- (2)汽油的飽和蒸氣壓沒有想像中的低，反而與低碳數的正己烷較為接近，因為石油公司在出售的汽油中，為了提高辛烷值及提高其燃燒容易度，大多添加了一些低碳數的烴類或不飽和烴類。
- (3)汽油添加乙醇的實驗分析如表(九)~(十二)所顯現，幾乎成三種不同的結果，由其 92 無鉛汽油燃燒熱變化較不規律，但在三種添加值中以 0.3ml 燃燒效率最高，其體積百分比約 13% 左右，與市面的 E-10 酒精汽油百分比較為接近。95 無鉛汽油燃燒熱變化與蒸氣壓大小呈負相關性，隨著乙醇的增加量其燃燒效率提高，98 無鉛汽油燃燒熱變化與蒸氣壓大小呈正相關性，隨著乙醇的增加量其燃燒效率反而降低。柴油添加乙醇也可提高燃燒效率如表(十二)，與蒸氣壓大小呈負相關性，加了 0.3ml 的比加了 0.5ml 的燃燒效率高，似乎也與 92 無鉛汽油相同，在 13% 附近可得到最大效率。

92 (表九)

添加量	0.1	0.3	0.5
總燃燒熱	13497.43	14899.76	15600.93
應燃燒熱	13022.46	14001.96	14981.45
燃燒熱差	474.9739	897.8082	619.4773
蒸氣壓	195	185	180

95 (表十)

添加量	0.1	0.3	0.5
總燃燒熱	13322.14	14549.18	15951.51
應燃燒熱	13898.87	14878.37	15857.86
燃燒熱差	-576.731	-329.188	93.64658
蒸氣壓	185	180	170

98 (表十一)

添加量	0.1	0.3	0.5
總燃燒熱	14023.31	14987.41	15162.7
應燃燒熱	13548.31	14527.8	15507.3

燃燒熱差	474.9999	459.6059	-344.599
蒸氣壓	160	155	130

柴油 (表十二)



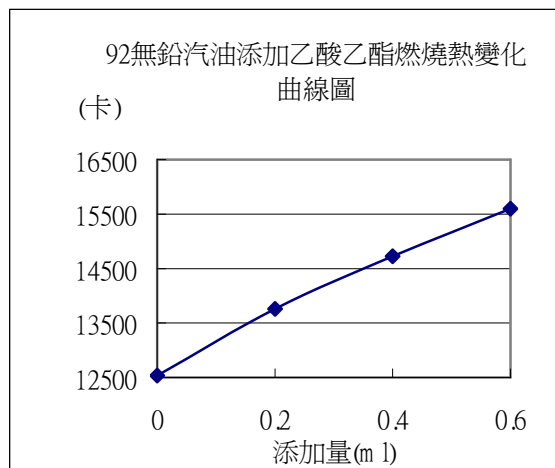
添加量	0.1	0.3	0.5
總燃燒熱	14812.12	16477.39	17353.84
應燃燒熱	14812.12	15791.61	16771.11

燃燒熱差	0	685.7714	582.7317
蒸氣壓	50	59	71.6

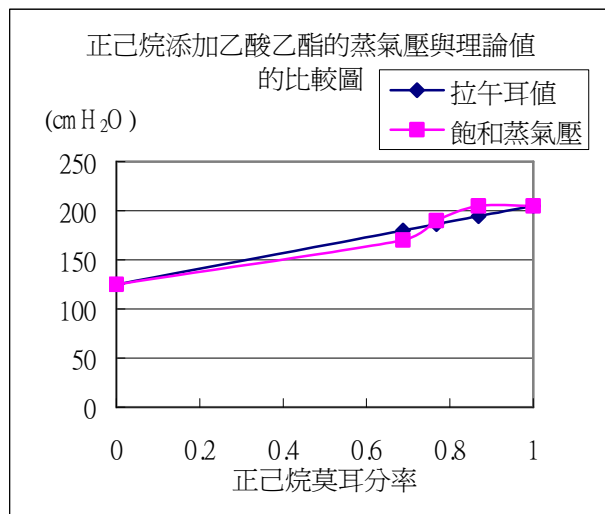
3.92 無鉛汽油、95 無鉛汽油、98 無鉛汽油、超級柴油各添加不同量的乙酸乙酯的燃燒熱與蒸氣壓

(1) 92 無鉛汽油：2ml

乙酸乙酯添加量		0.2 毫升	0.4 毫升	0.6 毫升
水初溫	A	20.00	20.10	20.40
	B	21.40	21.50	21.80
	C	21.10	21.30	21.60
水末溫	A	25.20	25.70	26.30
	B	26.60	27.10	27.80
	C	26.40	26.90	27.50
平均溫度差		5.23	5.60	5.93
總燃燒熱(cal)		13760.37	14724.47	15600.93

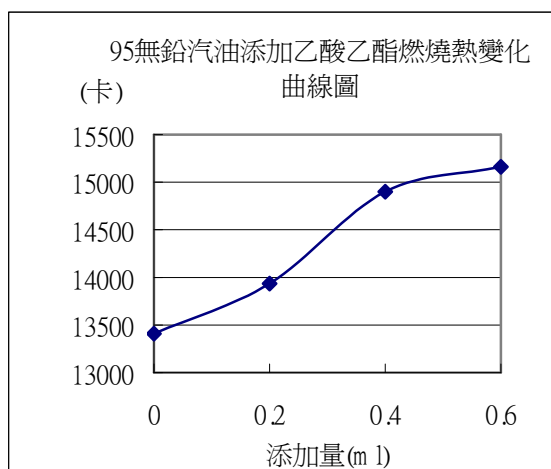


添加量	0m l	0.2m l	0.4m l	0.6m l
飽和蒸氣壓 (cm H <sub>2</sub> O)	205	205	190	170
拉午耳定律理論值	205	194.4697	186.3864	179.9859
正偏差	0	10.5303	3.6136	-9.9859
莫耳分率	1	0.8685	0.7676	0.6877

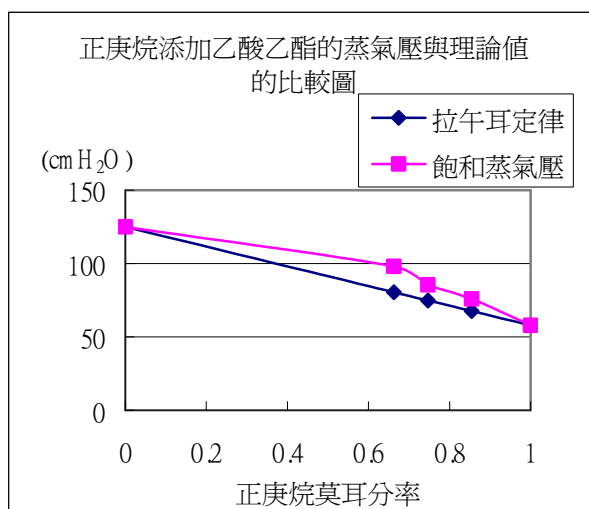


(2) 95 無鉛汽油：2ml

乙酸乙酯添加量		0.2 毫升	0.4 毫升	0.6 毫升
水初溫	A	20.60	20.80	21.10
	B	22.00	22.20	22.50
	C	21.70	21.90	22.20
水末溫	A	25.80	26.50	26.80
	B	27.30	27.90	28.30
	C	27.10	27.50	28.00
平均溫度差		5.30	5.67	5.77
總燃燒熱(cal)		13935.66	14899.76	15162.70



添加量	0ml	0.2ml	0.4ml	0.6ml
飽和蒸氣壓 (cm H <sub>2</sub> O)	57.8	75.9	85.4	98.0
拉午耳定律理論值	57.8	67.5372	74.8065	80.4406
正偏差	0	8.3628	10.5935	17.5594
莫耳分率	1	0.8549	0.7465	0.6626

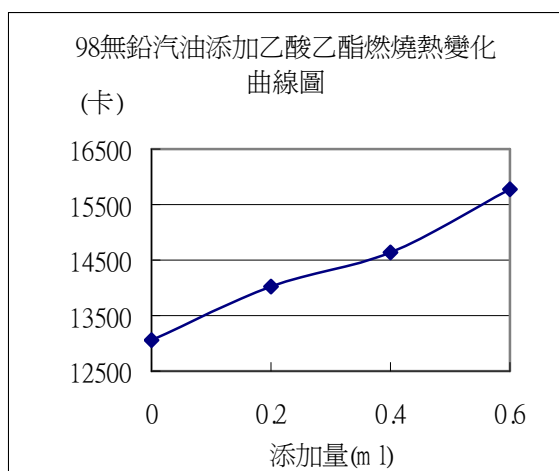


(3) 98 無鉛汽油：2ml

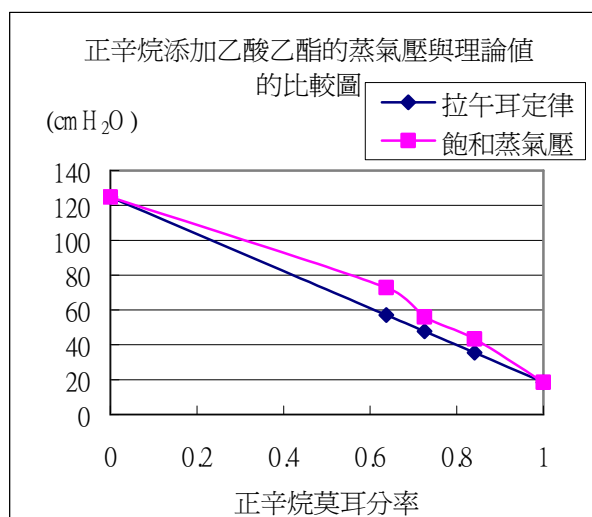
乙酸乙酯添加量		0.2 毫升	0.4 毫升	0.6 毫升
水初溫	A	21.20	21.20	21.40
	B	22.60	22.60	22.80
	C	22.40	22.30	22.50
水末溫	A	26.50	26.70	27.40
	B	28.00	28.20	28.80
	C	27.70	27.90	28.50
平均溫度差		5.33	5.57	6.00

總燃燒熱(cal)	14023.31	14636.83	15776.22
-----------	----------	----------	----------



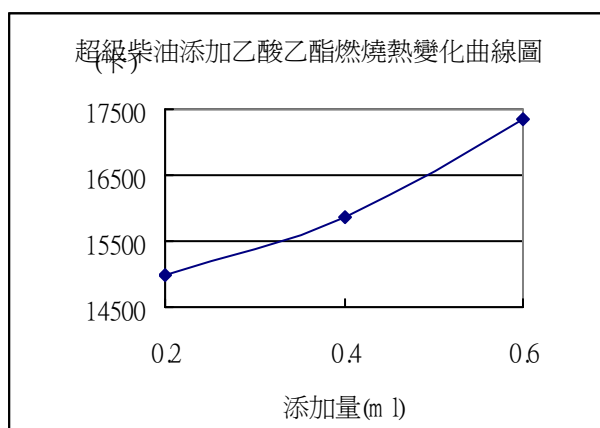


添加量	0m l	0.2m l	0.4m l	0.6m l
飽和蒸氣壓 (cm H <sub>2</sub> O)	18.5	43.3	56.0	72.8
拉午耳定律理論值	18.5	35.4495	47.7409	57.0624
正偏差	0	7.8505	8.2591	15.7376
莫耳分率	1	0.8407	0.7252	0.6376

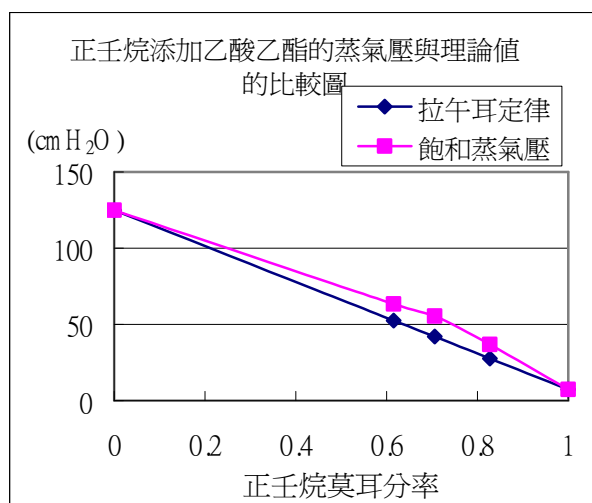


(4) 超級柴油：2ml

乙酸乙酯添加量		0.2 毫升	0.4 毫升	0.6 毫升
水初溫	A	20.50	20.50	20.80
	B	22.00	22.10	22.30
	C	21.70	21.80	22.10
水末溫	A	26.20	26.60	27.50
	B	27.70	28.10	28.90
	C	27.40	27.80	28.60
平均溫度差		5.70	6.03	6.60
總燃燒熱(cal)		14987.41	15863.87	17353.84

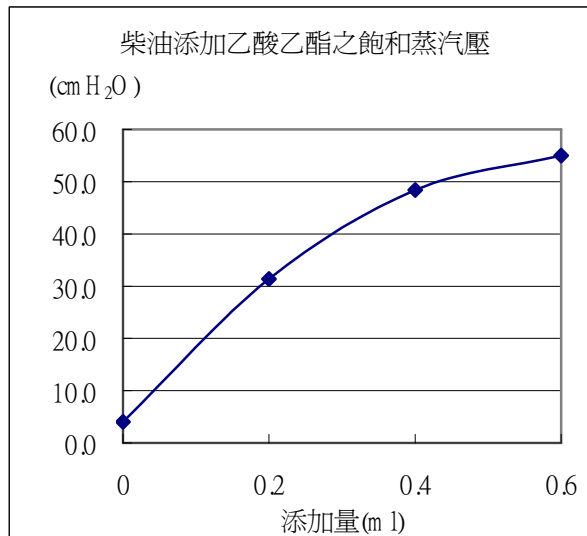
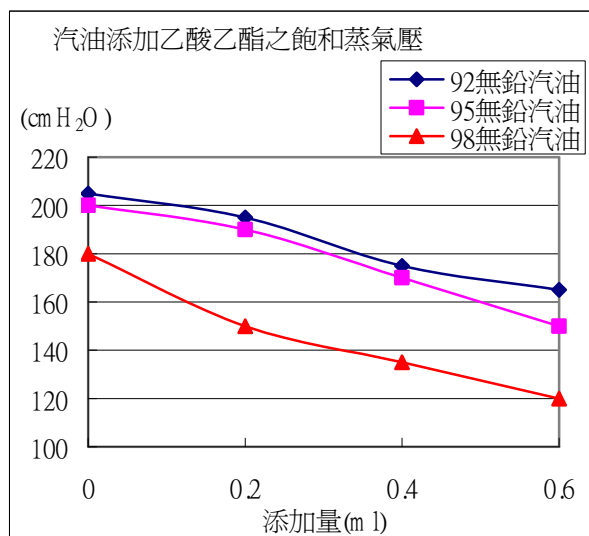


添加量	0ml	0.2ml	0.4ml	0.6ml
飽和蒸氣壓 (cm H <sub>2</sub> O)	7.4	36.9	55.4	63.4
拉午耳定律理論值	7.4	27.6652	41.9684	52.6032
正偏差	0	9.2348	13.4316	10.7968
莫耳分率	1	0.8275	0.7058	0.6153



(5) 92 無鉛汽油、95 無鉛汽油、98 無鉛汽油、超級柴油各添加不同量的乙酸乙酯的蒸氣壓

乙酸乙酯添加量	0ml	0.2ml	0.4ml	0.6ml
92 無鉛汽油	205	195	175	165
95 無鉛汽油	200	190	170	150
98 無鉛汽油	180	150	135	120
超級柴油	4.0	31.4	48.4	55.0



結論：添加乙酸乙酯的部分如表(十三)、(十四)，92、95 無鉛汽油也在添加 0.4ml 附近得到最大的燃燒效率，98 無鉛汽油、柴油如表(十五)、(十六)，在 0.4ml 附近卻得到最低的燃燒效率。

92 (表十三)

添加量	0.2	0.4	0.6
總燃燒熱	13760.37	14724.47	15600.93
應燃燒熱	13492.01	14451.31	15410.61
燃燒熱差	268.3585	273.1603	190.3165
蒸氣壓	195	175	165

95 (表十四)

添加量	0.2	0.4	0.6
總燃燒熱	13935.66	14899.76	15162.7
應燃燒熱	14368.42	15327.73	16287.03
燃燒熱差	-432.763	-427.962	-1124.33
蒸氣壓差	190	170	150

98 (表十五)

添加量	0.2	0.4	0.6
總燃燒熱	14023.31	14636.83	15776.22
應燃燒熱	14017.86	14977.16	15936.46
燃燒熱差	5.4475	-340.333	-160.24
蒸氣壓差	150	135	120

柴油 (表十六)

添加量	0.2	0.4	0.6
總燃燒熱	14987.41	15863.87	17353.84
應燃燒熱	14987.41	15946.71	16906.01
燃燒熱差	0	-82.8438	447.832
蒸氣壓差	31.4	48.4	55.0

### 結果之探討：

1. 正己烷添加乙醇的燃燒效率有下降的趨勢，而在正壬烷卻有上升的趨勢，對於碳數愈多，非極性愈大分子，添加極性分子的乙醇會更有促進燃燒的效果。而且所有的蒸氣壓都是正偏差，證明非極性的烷類與極性的乙醇分子之間有排斥作用。
2. 添加極性較低的乙酸乙酯燃燒實驗中，除了正壬烷之外，大部分也都有促進燃燒的效果。尤其在正庚烷及正辛烷最為明顯，但所有蒸氣壓的正偏差都比添加乙醇的還要少，而且較接近理想溶液的蒸氣壓。
3. 異構物的實驗探討中，不管在添加乙醇或乙酸乙酯，燃燒效果都隨著添加量增加而有一下滑趨勢，尤其在添加乙醇實驗中，燃燒效率的降低更為明顯。
4. 超級柴油的克燃燒熱值比較小，但以相同體積的燃燒熱卻是最大的，所以現在最新流行的汽車引擎都強調柴油引擎更具省油，省錢的效果。
5. 汽油、柴油在添加極性較高的乙醇實驗中，其燃燒效率也大都提高了，但沒有隨著添加量的增加而逐漸提高，也有其極大值，但因為乙醇的燃燒效率很高，也不失為一種替代石化燃料能源的方法。
6. 汽油、柴油在添加極性較低的乙酸乙酯實驗中，其燃燒效率卻大都降低了，除了 92 無鉛汽油無論在乙醇或乙酸乙酯都是提高的之外。所以在汽油、柴油(烷烴混合物)中添加極性高的溶劑會比極性低的溶劑更容易提高其燃燒效率，與正烷類的壬烷比較接近。
7. 由 2ml 毫升的正烷類及汽油柴油的燃燒熱，可推論汽油、柴油的平均分子量。因為 2ml 正烷類的燃燒熱與分子量用線性回歸圖(右下圖)加以比較，可得汽油、柴油的平均分子量(左下表)。

由右下圖與左下表得知汽油的平均分子量比較接近壬烷，柴油的平均分子量較接近十一烷。

	正己烷	正庚烷	正辛烷	正壬烷
分子量	86.18	100.20	114.23	128.26
燃燒熱	10103.02	11021.47	12202.34	13383.22

	92	95	98	柴油
分子量	118.1015	129.2555	124.794	147.1113
燃燒熱	12532.71	13409.12	13058.56	14812.12

