

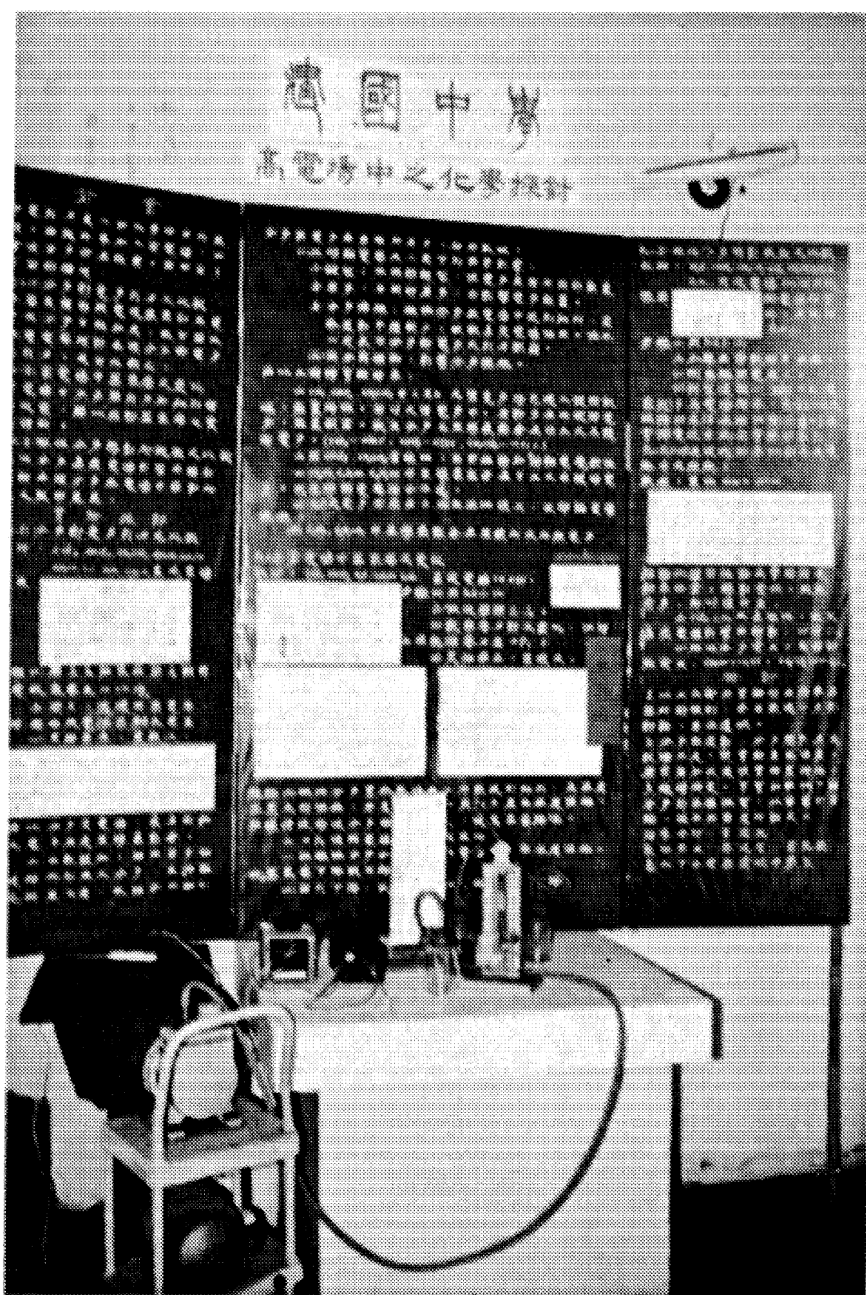
高電場中的化學探討

高中組第三名

台北市建國高級中學

製作學生：廖俊智 高英聰

指導老師：曾 益 夫



一、前 聲

靜電引力是一切化學結合的基礎，若從外界加入高電場，必會使分子的某些性質和排列情形改變。因而有了下面的構想，再參著物理知識，設計了實驗，並大膽的解釋了實驗結果。

二、構想和原理

Part (I) 分子對電子引力之比較。

已知：各種原子均有不同的游離能且隨原子序而週期變化。

推測：每種分子，對其外層電子的引力隨分子種類而異。那麼，是否與分子結構性質，有某種關係呢？

方法：將低壓氣態的分子置於高電場中，使其產生放電現象（電子被拉走）從所加電場推算分子對電子的引力。

Part (II) 高電場中蒸氣壓之變化。

已知：若將極性化合物置於電場中，分子必將規則排列，且感應出更大的偶極，若是非極性分子，則只產生感應偶極。

推測：兩種情況均使分子間引力增大，而使蒸氣壓減少。此蒸氣壓減少量，是呈與電場強度呈某種關係呢？

Part (III) 極性分子轉動所耗能之比較。

已知：極性分子易受電場影響而轉動。

推測：將低壓氣態的分子置於二平行極板間，通以高週交流電，從公式 $P = I E \cos \theta$ （註）求出之理論功率與實測之功率差，扣除電路中的損耗，可視為分子轉動所耗能量，再探求其與分子

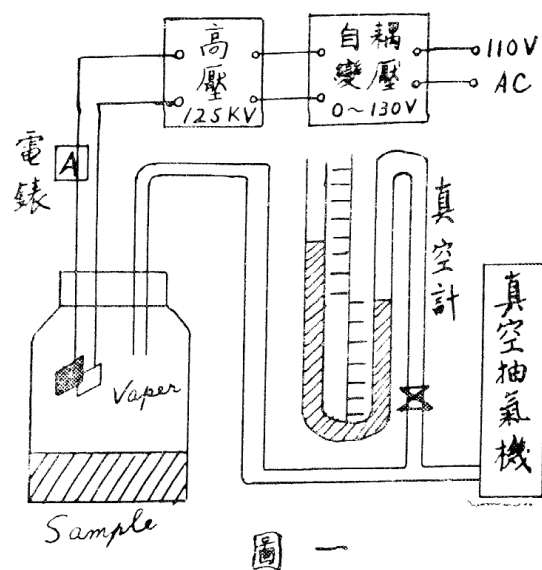
構造之關係：

（註：P 為電功率，I 為電流，E 為電壓， θ 為電壓電流之相位角。）

三、實驗探討

Part (I) 分子對電子引力之比較。

原理：低壓氣態的分子置於高電場中分子受電場作用，正負電荷中心偏向兩極板，當電場對電子之引力大於分子對電子之束縛力時，即生放電現象，裝置如右圖。



(四)步 驟

⊖開抽氣機，使試液蒸發，維持一定之壓力。

⊖電源經升壓、整流、濾波、而成直流高壓加於極板，當放電時可從電錶得知，記錄此時電壓。實驗結果：數據如下

試 樣	CCl_4	CHCl_3	CH_3CCl_3
電壓 (V)	1994	1673	1731

試 樣	CH_3OH	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	$\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$	H_2O
電壓 (V)	1620	1631	1548	1226

試 樣	C_6H_6	$\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3$
電 壓 (V)	2103	2090

以上是我們數十次實驗結果的平均值。

由式 $W = V g_0$ 知電壓與電子之能量置成正比。

我們試著解釋這些現象：

⊖推 論：

⊖ CCl_4 ， CHCl_3 均為四面體結構，C位於中心。其價電子均已進入鍵結軌域。能量降低。Cl及H位於四面體之頂點，其中Cl之價電子有許多為非鍵結電子，能量較高。故其分子上束縛最鬆者為Cl上之未鍵結電子。

⊖因 CHCl_3 有極性，在電場中須規則排列，受熱運動干擾較少，故其電子較易被電場拉走。但不一定表示分子對電子之引力較弱。

⊖ CH_3CCl_3 亦為極性分子，由前推論，電子來自Cl，故其游離

所須電壓與 CHCl_3 相差無幾。

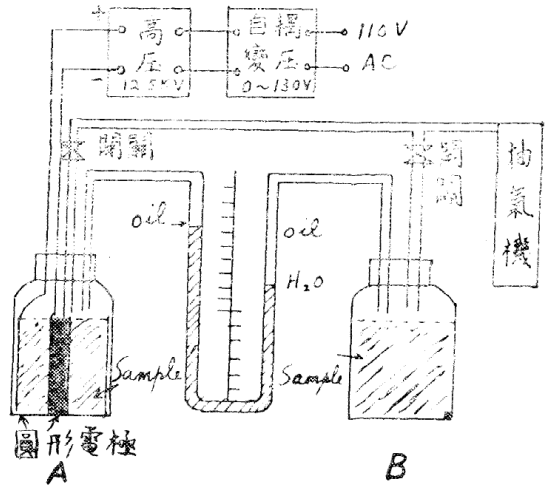
④ CH_3OH , $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$, $\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$, 之電子均來自O 之末鍵結電子故其游離所須電壓相差無幾。

⑤ H_2O 之電子亦來自O, 但其極性很大, 由前推論知其電子較易被拉走。

⑥ C_6H_6 , $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3$ 之電子來自苯環上之共振電子。

⑦ 由①推測: CBr_4 , Cl_4 , 游離所須電壓, 較 CCl_4 為低。

⑧ 綜合以上推論, 相同原子, 相同鍵結所形成分子對電子之引力大小相似。



Part (II) 高電場中蒸氣壓之變化裝置如上圖。

(一) 步驟:

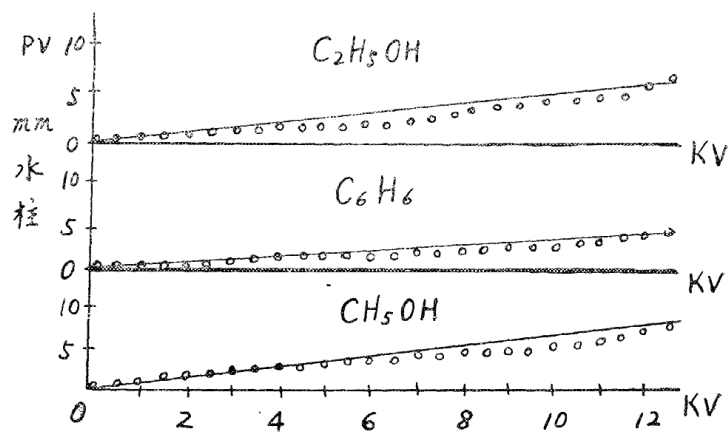
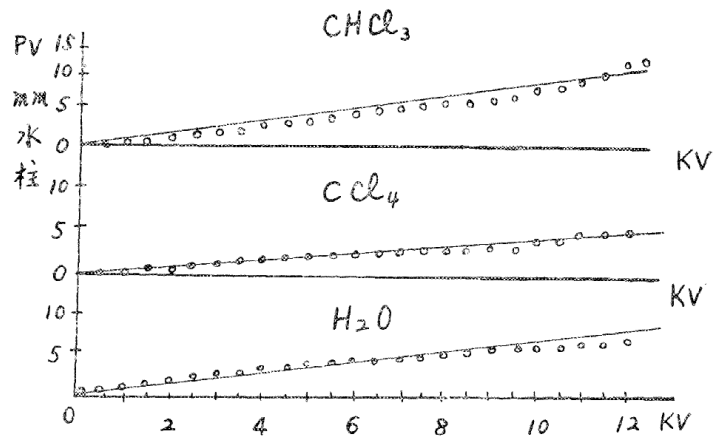
① 開抽氣機除去瓶中空氣後關掉。

② 通入直流高壓, 觀察壓力計中水柱之變化。

(二) 推論:

① 由前構想原理知, 電場中分子引力增大故蒸氣壓下降。

② 蒸氣壓下降量與電場強度略



實驗結果

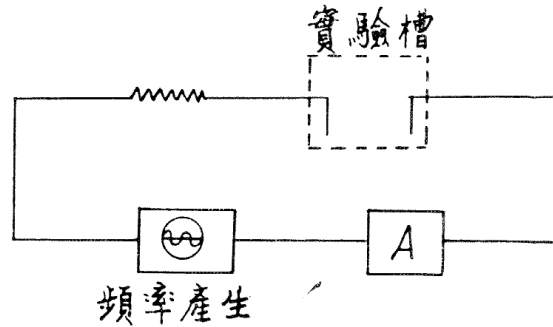
成正比 $\Delta P_v = E k$ ， k 為常數，每種分子不同，與其永久偶極，及感應極化度有關。

⊖ 因其 $P_v \downarrow$ ，故推測 $B P \uparrow$ ， $M P \downarrow$ 。

Part (III) 極性分子轉動所耗能之比較。裝置如 Part (I) 電源部份改如下圖：

(一) 步驟：

⊖ 以三用電錶測出兩極板之電容量 C 求出容抗 $X_c = \frac{1}{2\pi f c}$



⊖ 以 R, C 求出 $\cos \theta$ 代入公式 $P = I^2 R$ ， C 求出 $\cos \theta$ 代入公式 $P = IE \cos \theta$ 求出理論與功率。

⊖ 通入交流電壓 E ，讀出電流 I 算出實際電功率，與理論值比較。

實驗結果

H_2O	頻率	60Hz	1KHz	5KHz	10KHz	15KHz	20KHz
	ΔP	2.10mW	4.56mW	5.71mW	6.09mW	7.31mW	8.10mW
$CHCl_3$	頻率	60Hz	1KHz	5KHz	10KHz	15KHz	20KHz
	ΔP	2.08mW	3.90mW	4.70mW	5.90mW	6.67mW	7.09mW
CCl_4	頻率	60Hz	1KHz	5KHz	10KHz	15KHz	20KHz
	ΔP	2.20mW	2.30mW	2.70mW	3.01mW	3.40mW	3.45mW
CH_3OH	頻率	60Hz	1KHz	5KHz	10KHz	15KHz	20KHz
	ΔP	2.17mW	2.90mW	3.96mW	4.76mW	5.97mW	6.89mW
C_2H_5OH	頻率	60Hz	1KHz	5KHz	10KHz	15KHz	20KHz
	ΔP	2.13mW	3.10mW	4.28mW	5.07mW	6.37mW	7.41mW
C_6H_6	頻率	60Hz	1KHz	5KHz	10KHz	15KHz	20KHz
	ΔP	2.19mW	2.20mW	2.50mW	3.01mW	2.97mW	3.14mW

(二)推 論：

- ⊖因頻率增大， ΔP 價愈大，故可視為分子轉動所吸收之能增大。（以60Hz之 ΔP 當作電路中之損耗。）
- ⊖極性分子之 ΔP 大，可知其較易受電場影響而轉動。
- ⊖非極性分子不受電場影響而轉，故 ΔP 較小。
- ⊖極性分子愈大，轉動能愈大。

四、結 語

這是一個新的嚐試，有許多不盡理想的地方，尚須繼續努力，更希望您提供寶貴的意見！謝謝。

請將您的意見寫下，寄至本校化學實驗室。我們十二萬分地希望與您共同研討。謝謝！