

實驗 29-2 有機分子模型 (982 新增實驗)

- 版權所有，若需轉載請先徵得同意；疏漏之處，敬請指正。
- 國立台灣大學化學系普化教學組，楊禮嘉助教、佘瑞琳講師 (2011/8/19)。

一、目的：學習以有機分子模型組 MOLYMOD[®] 組成有機分子之球-棍模型，以觀察並瞭解物質的立體空間配置。

二、原理：

(一) 有機化合物

有機化合物是指含碳化合物或碳氫化合物之衍生物。由於碳具有四個價電子，可以 sp^3 、 sp^2 、 sp 各種混成軌域，與其他原子形成單鍵、雙鍵、環狀等各種類型化合物。有機化合物常具有異構物 (isomers)，即分子式相同結構式不同的物質；大分為結構異構物 (structural isomers) 與立體異構物 (stereoisomers) 二類。

(二) 結構異構物

結構異構物是指分子式相同但原子連接方式不同的物質。例如圖 1 之正戊烷、2-甲基丁烷及 2,2-二甲基丙烷。

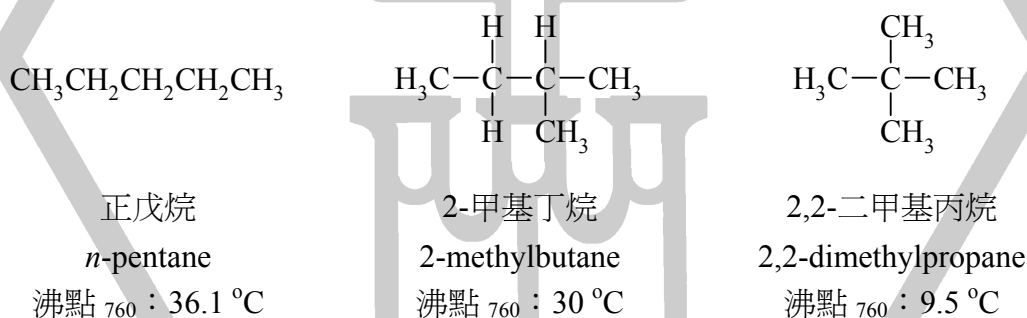


圖 1 戊烷之結構異構物

(三) 鏈烴之順反異構物

碳氫化合物具有不飽和雙鍵者，由於雙鍵不能旋轉，雙鍵所連接的二個碳原子上具有不同的取代基團時，會有順反異構物 (cis-trans isomers) 出現，又稱幾何異構物 (geometric isomers)，是屬於立體異構物之一種。例如 1,2-二氯乙烯 (1,2-dichloroethene)，順式 1,2-二氯乙烯分子具有極性，沸點較反式高。

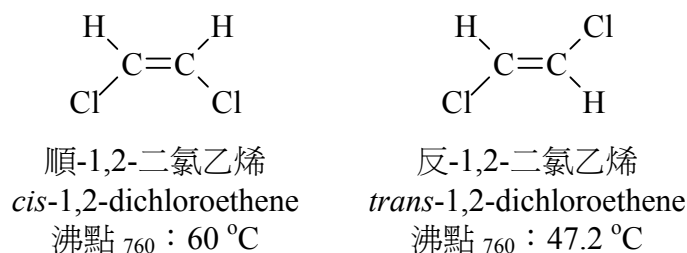


圖 2 1,2-二氯乙烯之順反異構物

(四) 環烴之順反異構物與構形

碳氫化合物經由碳原子的連結成爲環形者，稱爲環烴 (cyclic hydrocarbons)。若有二或多個取代基在環上，取代基位於環的同側或異側時，也會有順反異構物存在。此外，有機分子由於單鍵可旋轉會造成三度空間相對位置之變化。以環己烷爲例，因單鍵旋轉，具有最爲人熟知的船型 (boat form) 及椅型 (chair form) 二種構形 (conformations)，如圖 4 所示。椅型分子較船型的能量低，室溫時，約 99.99% 之環己烷是以椅型存在。



圖 4 環己烷之構形

(五) 鏡像異構物

甲烷之碳原子所連接的四個氫原子，若替換爲四種不同之取代基，則此分子和它的鏡像 (mirror image) 無法完全重疊 (nonsuperimposed)，此二物質稱爲鏡像異構物 (enantiomers)；具鏡像異構物之物質，又稱爲手性分子 (chiral molecule)，宛如你的右手是左手的鏡像，二者無法完全重疊。此具有四個不同取代基之碳原子稱爲手性碳 (chiral carbon，常以 C^* 標示之)。鏡像異構物具有相似的物理與化學性質，並且可讓平面偏極光 (plane-polarized light) 旋轉，是一種光學異構物，亦歸屬於立體異構物。鏡像異構物中之一若讓偏極光順時鐘旋轉，稱爲具右旋光性 (dextrorotatory)，以 (+) 或 *d*-表示；它的鏡像分子則讓偏極光逆時鐘旋轉，稱爲左旋光性 (levorotatory)，以 (-) 或 *l*-表示，二者旋轉的角度相同但方向相反，如圖 3 所示。

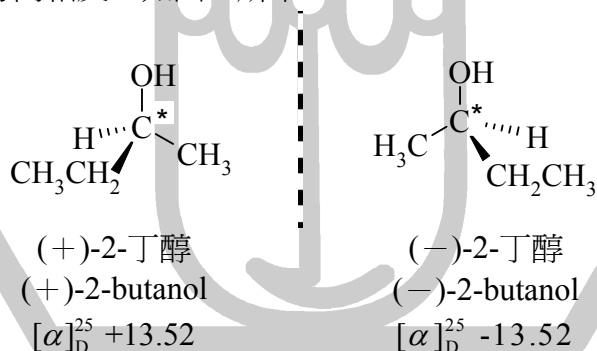


圖 3 2-丁醇之鏡像異構物


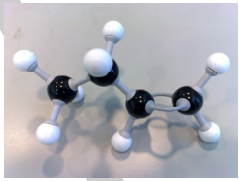
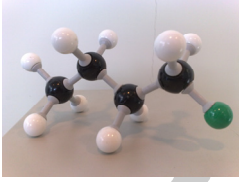
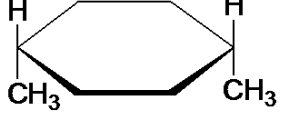
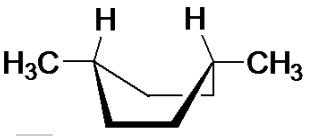
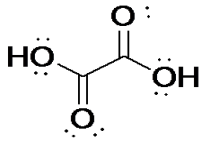
由於物質之形狀與三度空間的立體結構影響物質之性質甚巨，本實驗將以有機分子模型組 MOLYMOD®組成有機分子的球-棍模型，以觀察物質的立體空間配置。

四、儀器與材料：MOLYMOD®有機分子模型組一盒、自備數位相機及隨身碟。

五、實驗流程：

預先完成各有機分子之結構式 → 領取 MOLYMOD®有機分子模型組 → 組成分子 → 照相記錄 → 拆卸有機分子模型 → 清點原子數量 → 交回模型盒組

六、實驗步驟：

步驟		示範
1	領取 MOLYMOD®有機分子模型組一盒，並清點原子數量。	
2	畫出丁烯 (C ₄ H ₈) 之結構異構物 指出何者具有順反異構物 組成各分子之球-棍模型 以數位相機記錄比較之	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}_2$ 
3	畫出氯丁烷 (C ₄ H ₉ Cl) 之結構異構物 指出何者具有鏡像異構物 組成各分子之球-棍模型 以數位相機記錄比較之	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{Cl}$ 
4	畫出 1,4-二甲基環己烷 ((CH ₃) ₂ C ₆ H ₁₀) 的順反異構物	
5	畫出順-1,4-二甲基環己烷之船型及椅型二種構形 組成球-棍模型 以數位相機記錄 指出二種構形何者較為穩定	
6	畫出草酸根 (C ₂ O ₄ ²⁻) 及乙二胺 (H ₂ NCH ₂ CH ₂ NH ₂) 路易斯結構式 組成分子模型 觀察記錄其分子形狀	 <p style="text-align: center;">草酸</p>
7	拆卸有機分子模型 清點原子數量 交回模型盒組	