

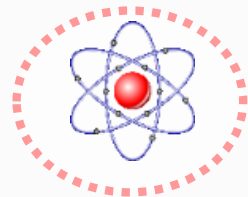


和平高中

HEPING HIGH SCHOOL

www.hpsh.tp.edu.tw

高中化學



[VSEPR進階-範例]

HPSH

預測分子形狀的步驟

先找出中心
原子：電負
度小的原子
為中心(H
例外)

步驟 1.

算出參與混
成的價電子
總數，電子
對數。

步驟 2.

利用參與混成
電子對，推出
混成軌域

步驟 3.

將分子或離子
以通式
 AX_mE_n 表示
之：
求出分子形狀

步驟 4.

參與混成原子的價電子數

➤ **中心原子**：提供的價電子數 = 中心原子的族數(A)。

B：3 個、C：4 個、N：5 個、O：6 個、Cl：7 個。

➤ **周圍原子**：(B)

■ **氫、鹵素**提供 1 個電子參與混成

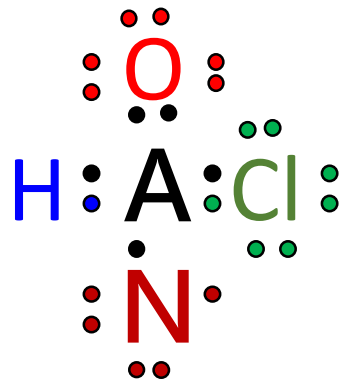
■ **氧與硫**提供 0 個電子參與混成

■ **氮**提供 -1 個電子參與混成。

➤ **帶有電荷**：(C)

■ 一個負電荷 +1 個電子

■ 一個正電荷 -1 個電子。



參與混成原子的價電子數

- 中心原子的價電子對 = $(A+B+C) \div 2 =$ 混成軌域數。
- 混成軌域數： $m+n =$ 鍵結電子對 (bp, σ 鍵) 數 + 孤對電子 (lp) 數
 - AX_mE_n 形成 π 鍵的軌域不參與混成
 - X ：與中心原子 A 鍵結之周圍原子數。
 - E ：中心原子上之孤對電子數。
- 決定形狀：
 - 混成軌域數確定混成軌域的形狀。
 - 未鍵結電子對去除，即為分子的大略形狀。

sp^3d 與
 sp^3d^2 範例

sp 、 sp^2
範例

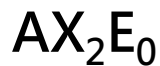
學習
重點

sp^3 與 sp^3d
範例

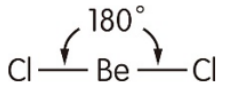

BeCl₂

$$\text{混成軌域數} = (2 + 1 \times 2) \div 2 = 2$$

sp混成軌域



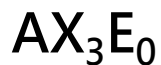
直線形

m + n	混成軌域	基本形狀	bp	lp	分子形式	分子形狀	實例
2	sp		2	0	AX ₂	 直線形	CO ₂ 、N ₂ O、BeCl ₂ 、 H—C≡C—H、 H—C≡N

BF₃

$$\text{混成軌域數} = (3 + 1 \times 3) \div 2 = 3$$

sp²混成軌域



平面三角形

m + n	混成軌域	基本形狀	bp	lp	分子形式	分子形狀	實例	
3	sp ²		3	0	AX ₃		平面三角形	BCl ₃ 、NO ₃ ⁻ 、CO ₃ ²⁻ 、SO ₃
			2	1	AX ₂ E		彎曲形	SO ₂ 、NO ₂ ⁻ 、O ₃

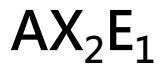


混成軌域數 = $(5 + 0 \times 2 + 1) \div 2 = 3$



彎曲形

sp²混成軌域

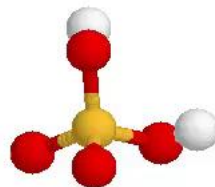


m + n	混成軌域	基本形狀	bp	lp	分子形式	分子形狀	實例	
3	sp ²		3	0	AX ₃		平面三角形	BCl ₃ 、NO ₃ ⁻ 、CO ₃ ²⁻ 、SO ₃
			2	1	AX ₂ E		彎曲形	SO ₂ 、NO ₂ ⁻ 、O ₃



$$\text{混成軌域數} = (6 + 0 \times 4 + 2) \div 2 = 4$$

sp^3 混成軌域 AX_4E_0

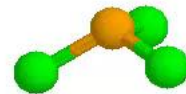


正四面體

m + n	混成軌域	基本形狀	bp	lp	分子形式	分子形狀	實例
4	sp^3		4	0	AX_4	正四面體形	CH_4 、 SiF_4 、 CCl_4 、 NH_4^+ 、 SO_4^{2-} 、 BF_4^- 、 PO_4^{3-} 、 ClO_4^-
			3	1	AX_3E	三角錐形	NH_3 、 H_3O^+ 、 PCl_3 、 SO_3^{2-} 、 ClO_3^-
			2	2	AX_2E_2	彎曲形	H_2O 、 SCl_2 、 OF_2 、 H_2S

PCl₃

混成軌域數 = $(5 + 1 \times 3) \div 2 = 4$



三角錐

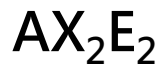
sp^3 混成軌域 AX₃E₁

m + n	混成軌域	基本形狀	bp	lp	分子形式	分子形狀		實例
4	sp^3		4	0	AX ₄		正四面體形	CH ₄ 、SiF ₄ 、CCl ₄ 、 NH ₄ ⁺ 、SO ₄ ²⁻ 、 BF ₄ ⁻ 、PO ₄ ³⁻ 、 ClO ₄ ⁻
			3	1	AX ₃ E		三角錐形	NH ₃ 、H ₃ O ⁺ 、PCl ₃ 、 SO ₃ ²⁻ 、ClO ₃ ⁻
			2	2	AX ₂ E ₂		彎曲形	H ₂ O、SCl ₂ 、OF ₂ 、 H ₂ S

H₂S

$$\text{混成軌域數} = (6 + 1 \times 2) \div 2 = 4$$

sp³混成軌域



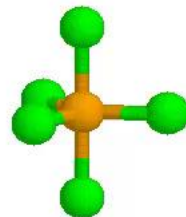
彎曲形

m + n	混成軌域	基本形狀	bp	lp	分子形式	分子形狀	實例
4	sp ³		4	0	AX ₄	 正四面體形	CH ₄ 、SiF ₄ 、CCl ₄ 、 NH ₄ ⁺ 、SO ₄ ²⁻ 、 BF ₄ ⁻ 、PO ₄ ³⁻ 、 ClO ₄ ⁻
			3	1	AX ₃ E	 三角錐形	NH ₃ 、H ₃ O ⁺ 、PCl ₃ 、 SO ₃ ²⁻ 、ClO ₃ ⁻
			2	2	AX ₂ E ₂	 彎曲形	H ₂ O、SCl ₂ 、OF ₂ 、 H ₂ S

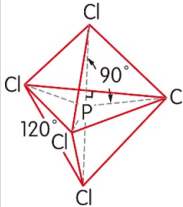
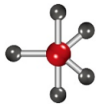
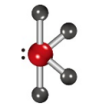
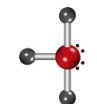

PCl₅

混成軌域數 = $(5 + 1 \times 5) \div 2 = 5$

sp^3d 混成軌域 AX₅E₀



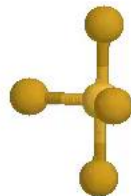
雙三角錐

m + n	混成軌域	基本形狀	bp	lp	分子形式	分子形狀		實例
5	sp^3d		5	0	AX ₅		雙三角錐形	PCl ₅ 、PI ₅
			4	1	AX ₄ E		翹翹板形	SF ₄ 、TeCl ₄
			3	2	AX ₃ E ₂		T字形	BrF ₃ 、ClF ₃
			2	3	AX ₂ E ₃		直線形	I ₃ ⁻ 、ICl ₂ ⁻ 、XeF ₂

SF₄

混成軌域數 = $(6 + 1 \times 4) \div 2 = 5$

sp³d混成軌域 AX₄E₁



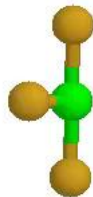
翹翹板形

m + n	混成軌域	基本形狀	bp	lp	分子形式	分子形狀		實例
5	sp ³ d		5	0	AX ₅		雙三角錐形	PCl ₅ 、PI ₅
			4	1	AX ₄ E		翹翹板形	SF ₄ 、TeCl ₄
			3	2	AX ₃ E ₂		T 字形	BrF ₃ 、ClF ₃
			2	3	AX ₂ E ₃		直線形	I ₃ ⁻ 、ICl ₂ ⁻ 、XeF ₂

ClF₃

$$\text{混成軌域數} = (7 + 1 \times 3) \div 2 = 5$$

sp³d混成軌域 AX₃E₂



T字形

m + n	混成軌域	基本形狀	bp	lp	分子形式	分子形狀		實例
5	sp ³ d		5	0	AX ₅		雙三角錐形	PCl ₅ 、PI ₅
			4	1	AX ₄ E		翹翹板形	SF ₄ 、TeCl ₄
			3	2	AX ₃ E ₂		T字形	BrF ₃ 、ClF ₃
			2	3	AX ₂ E ₃		直線形	I ₃ ⁻ 、ICl ₂ ⁻ 、XeF ₂



$$\text{混成軌域數} = (7 + 1 \times 2 + 1) \div 2 = 5$$



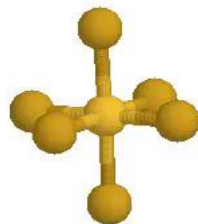
直線形

m + n	混成軌域	基本形狀	bp	lp	分子形式	分子形狀		實例
5	sp ³ d		5	0	AX ₅		雙三角錐形	PCl ₅ 、PI ₅
			4	1	AX ₄ E		翹翹板形	SF ₄ 、TeCl ₄
			3	2	AX ₃ E ₂		T 字形	BrF ₃ 、ClF ₃
			2	3	AX ₂ E ₃		直線形	I ₃ ⁻ 、ICl ₂ ⁻ 、XeF ₂

SF₆

混成軌域數 = $(6 + 1 \times 6) \div 2 = 6$

sp^3d^2 混成軌域 AX₆E₀



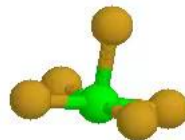
八面體

m + n	混成軌域	基本形狀	bp	lp	分子形式	分子形狀	實例	
6	sp^3d^2		6	0	AX ₆		正八面體形	SF ₆ 、 SiF ₆ ²⁻
			5	1	AX ₅ E		四角錐形	BrF ₅ 、 ClF ₅
			4	2	AX ₄ E ₂		平面四邊形	ICl ₄ ⁻ 、 XeF ₄

ClF₅

混成軌域數 = $(7 + 1 \times 5) \div 2 = 6$

sp^3d^2 混成軌域 AX₅E₁



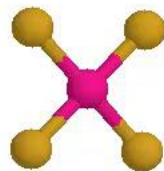
四角錐型

m + n	混成軌域	基本形狀	bp	lp	分子形式	分子形狀	實例	
6	sp^3d^2		6	0	AX ₆		正八面體形	SF ₆ 、 SiF ₆ ²⁻
			5	1	AX ₅ E		四角錐形	BrF ₅ 、 ClF ₅
			4	2	AX ₄ E ₂		平面四邊形	ICl ₄ ⁻ 、 XeF ₄

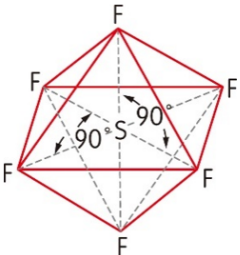
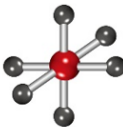
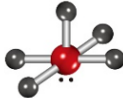
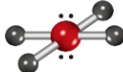
XeF₄

$$\text{混成軌域數} = (8 + 1 \times 4) \div 2 = 6$$

sp³d²混成軌域 AX₄E₂



平面四邊形

m + n	混成軌域	基本形狀	bp	lp	分子形式	分子形狀	實例	
6	sp ³ d ²		6	0	AX ₆		正八面體形	SF ₆ 、 SiF ₆ ²⁻
			5	1	AX ₅ E		四角錐形	BrF ₅ 、 ClF ₅
			4	2	AX ₄ E ₂		平面四邊形	ICl ₄ ⁻ 、 XeF ₄

sp^3d 與
 sp^3d^2 範例

- sp^3d^2 為八面體、四方錐體及平面四邊形

重點
回顧

- sp 為直線形
- sp^2 為平面三角形及彎曲形

sp 、 sp^2
範例

sp^3 與
 sp^3d 範例

- sp^3 為正四面體、角錐及彎曲形
- sp^3d 為雙三角錐、翹翹板形、T字形及直線形