

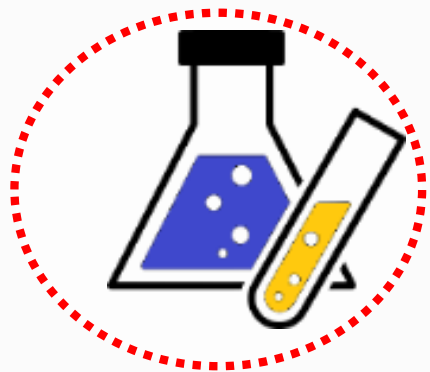
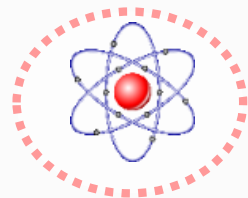


和平高中

HEPING HIGH SCHOOL

[www.hpsh.tp.edu.tw](http://www.hpsh.tp.edu.tw)

高中化學



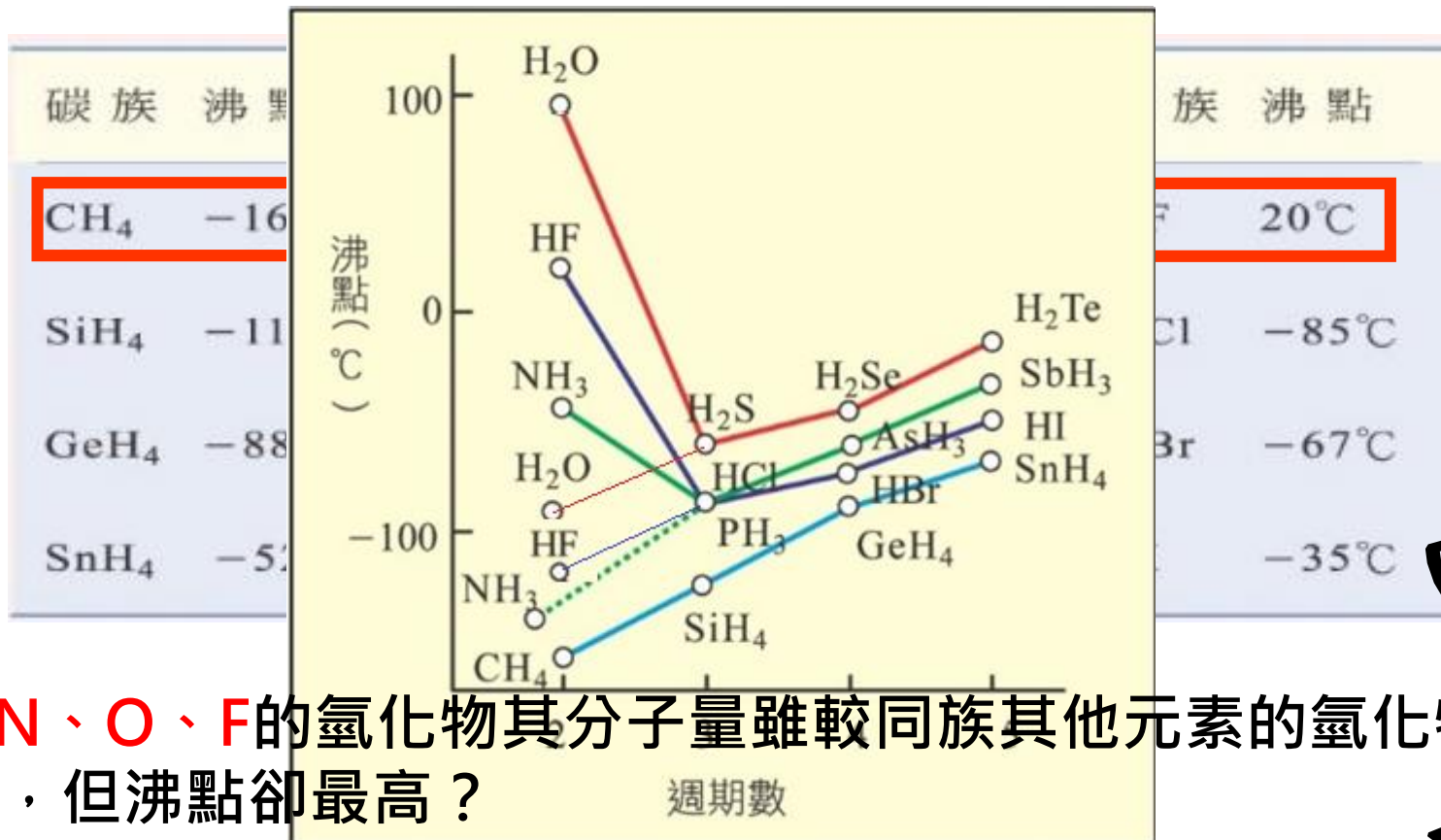
[分子間作用力-氫鍵]

**HPSH**

# 各族氢化物沸點比較

- 7A族的氢化物，分子量判斷： $\text{HI} > \text{HBr} > \text{HCl} > \text{HF}$ 
  - 實驗： $\text{HF} > \text{HI} > \text{HBr} > \text{HCl}$
- 6A族的氢化物：分子量判斷： $\text{H}_2\text{Te} > \text{H}_2\text{Se} > \text{H}_2\text{S} > \text{H}_2\text{O}$ 
  - 實驗結果： $\text{H}_2\text{O} > \text{H}_2\text{Te} > \text{H}_2\text{Se} > \text{H}_2\text{S}$
- 5A族的氢化物：分子量判斷： $\text{SbH}_3 > \text{AsH}_3 > \text{PH}_3 > \text{NH}_3$ 
  - 實驗： $\text{SbH}_3 > \text{NH}_3 > \text{AsH}_3 > \text{PH}_3$
- 4A族的氢化物：分子量判斷： $\text{SnH}_4 > \text{GeH}_4 > \text{SiH}_4 > \text{CH}_4$ 
  - 實驗： $\text{SnH}_4 > \text{GeH}_4 > \text{SiH}_4 > \text{CH}_4$

# 各族氢化物沸點比較



❖ **N、O、F**的氢化物其分子量雖較同族其他元素的氢化物小，但沸點卻最高？



氫鍵對物質  
性質的影響

氫鍵的形成

學習  
重點

分子內氫鍵

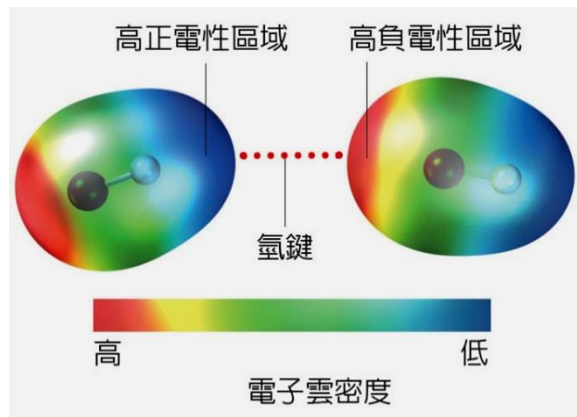
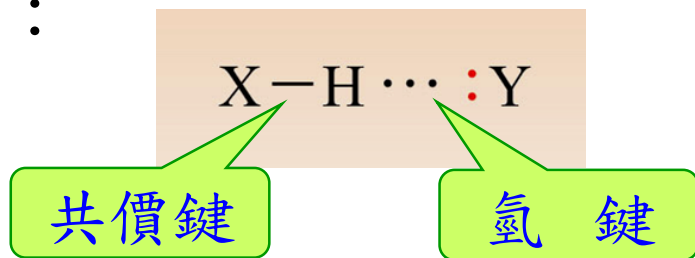
# 氫鍵的形成

- 當H原子與電負度最大的前三種元素 (F, O, N) 鍵結時。
- H的電子被F, O, N吸引而偏向F, O, N。
- 使H帶部份正電荷, F, O, N帶部份負電荷, 此二電荷的吸引力為氫鍵。



# 氫鍵的形成

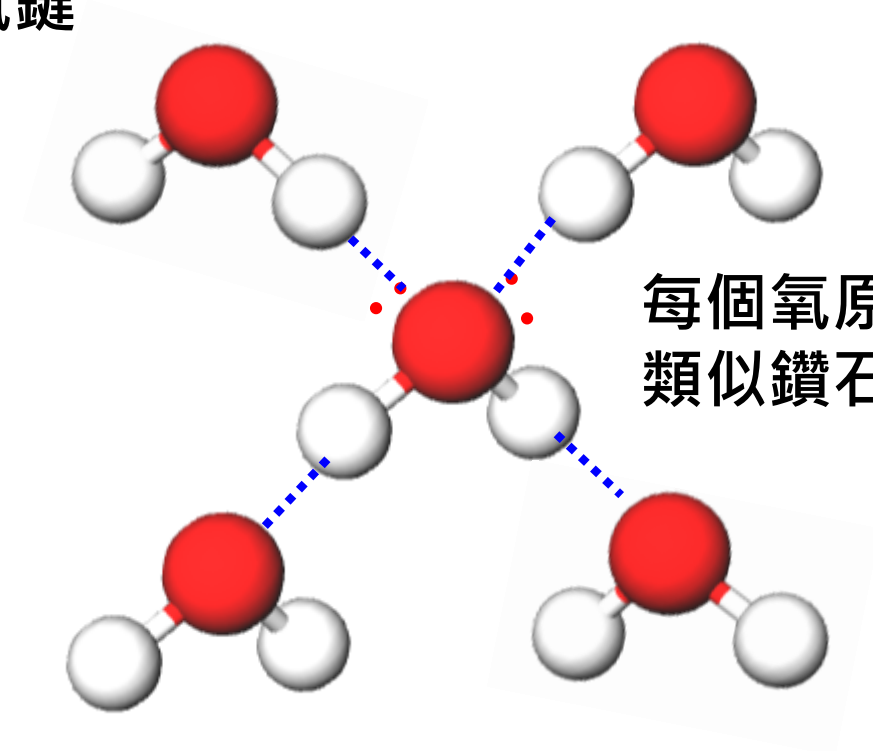
- 氫鍵可視為一種偶極 - 偶極力，
- 強度：共價鍵 > 氫鍵 > 偶極 - 偶極力
- 如圖：



- **X**：為 **F**、**O**、**N** 等電負度很大的原子，因而使得與其鍵結的 H 原子具有半空的軌域。
- **Y** 原子：除了必須具有高電負度外，還必須有未鍵結電子對。
- **Y** 原子之未鍵結電子對傾向於與氫原子共用，更加強此氫鍵強度，並使其具有方向性。

# 同類分子間的氫鍵

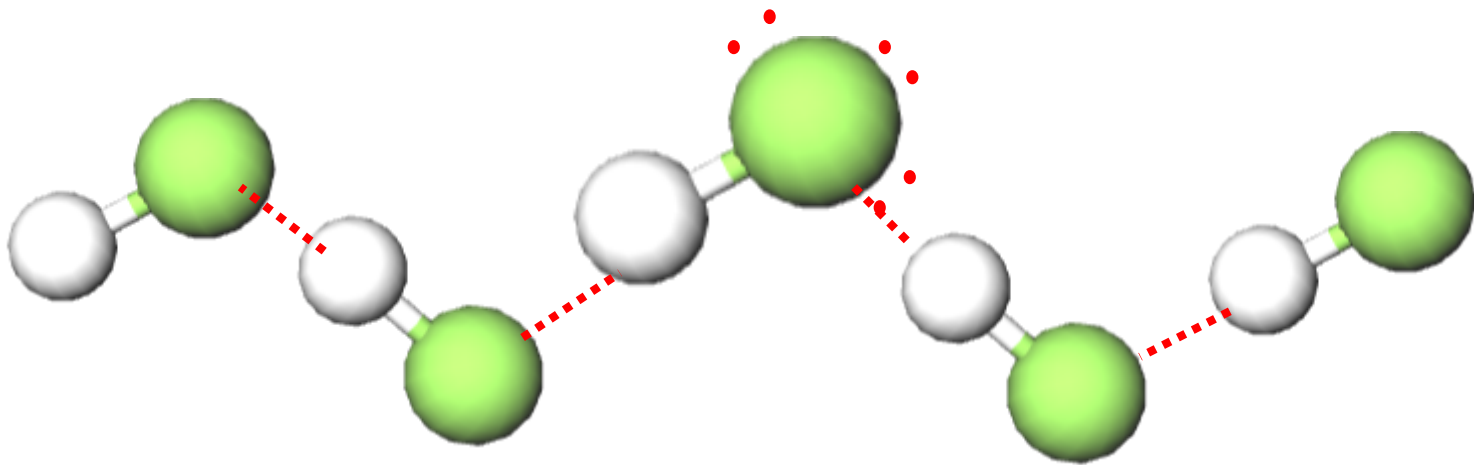
## 水分子間的氫鍵



每個氧原子，與4個氫形成類似鑽石的**四面體結構**。

# 同類分子間的氫鍵

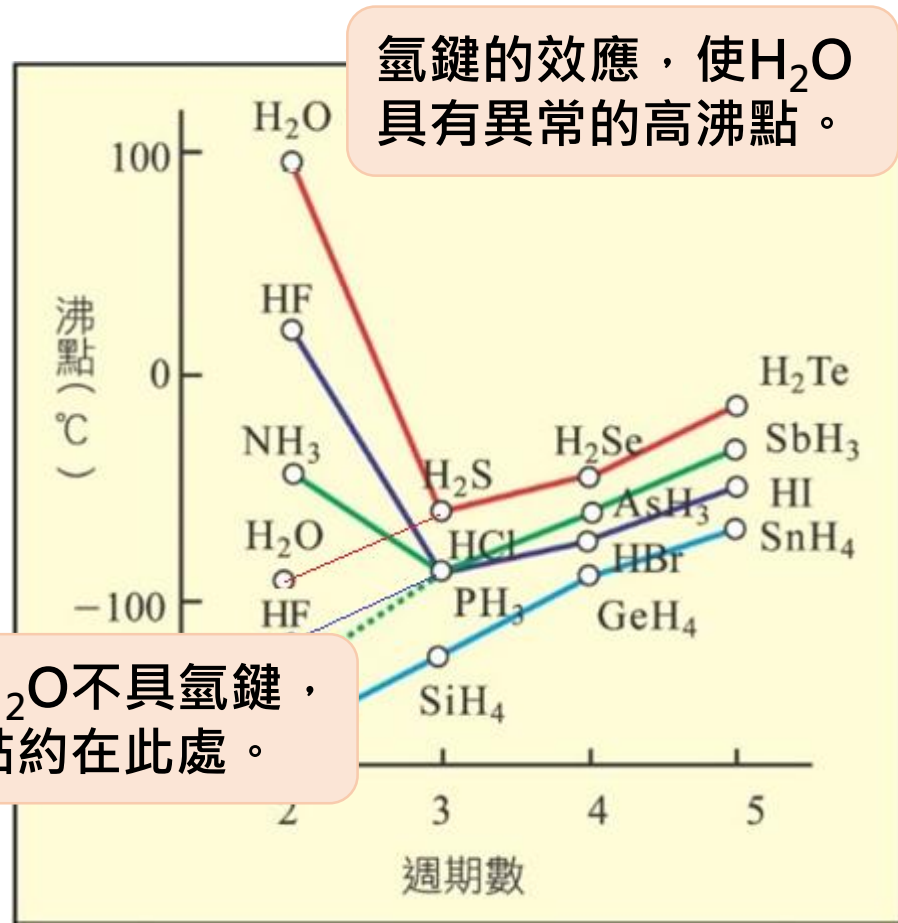
## 氟化氫分子間的氫鍵





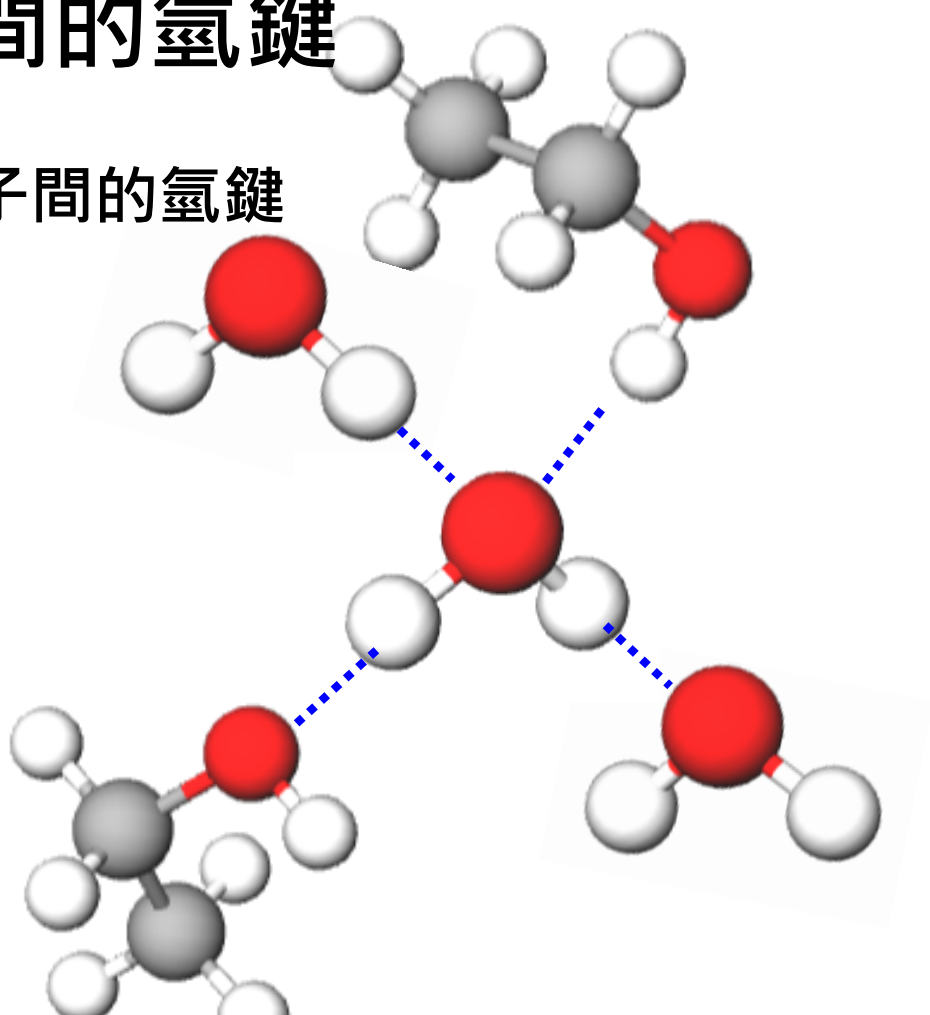
# 氫鍵的對氫化物沸點影響

- $\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{HF}$  及  $\text{NH}_3$  亦分別較同族的氫化物有較高的沸點。
- 而  $\text{CH}_4$  則因為沒有分子間氫鍵，所以與同族其他氫化物相較，並無較高沸點。



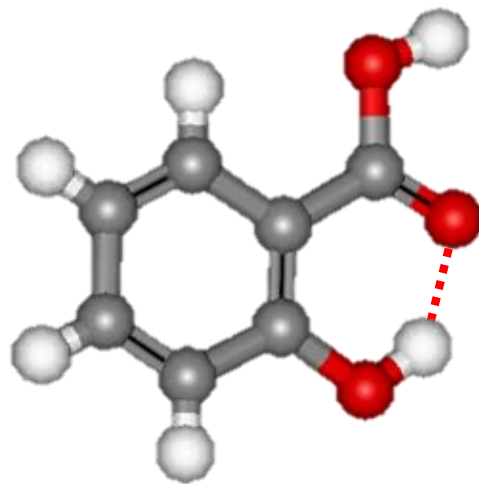
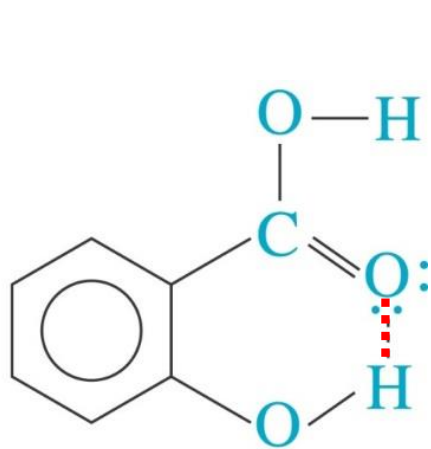
# 異類分子間的氫鍵

水與乙醇分子間的氫鍵



# 分子內的氫鍵

鄰羥基苯甲酸(柳酸)分子內的氫鍵

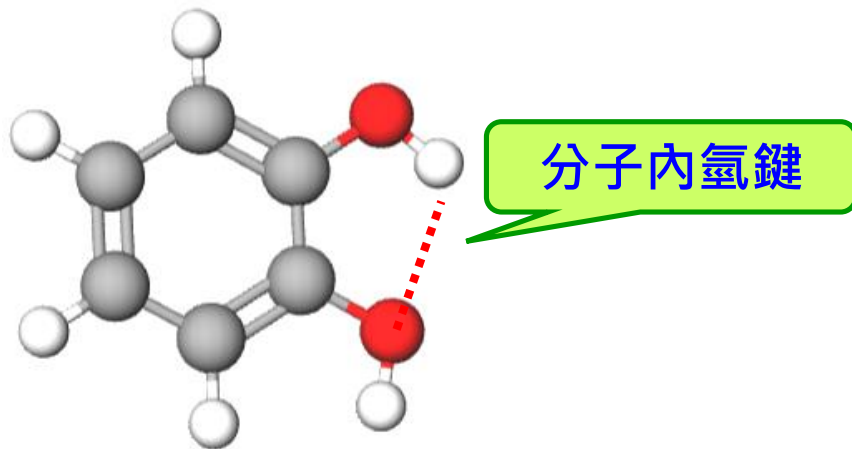
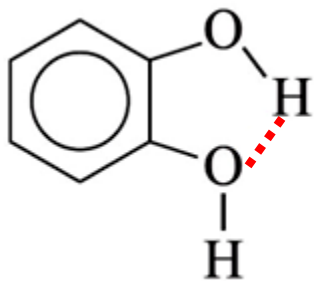


分子內氫鍵

➤ 柳酸透過分子內氫鍵，形成一個六角環。

# 分子內的氫鍵

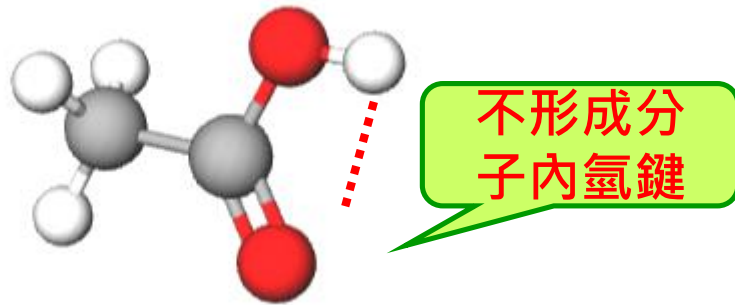
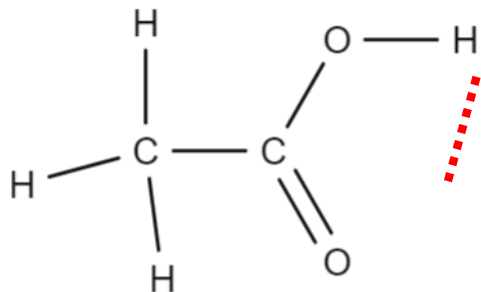
## 鄰苯二酚分子內的氫鍵



➤ 鄰苯二酚透過分子內氫鍵，形成一個五角環。

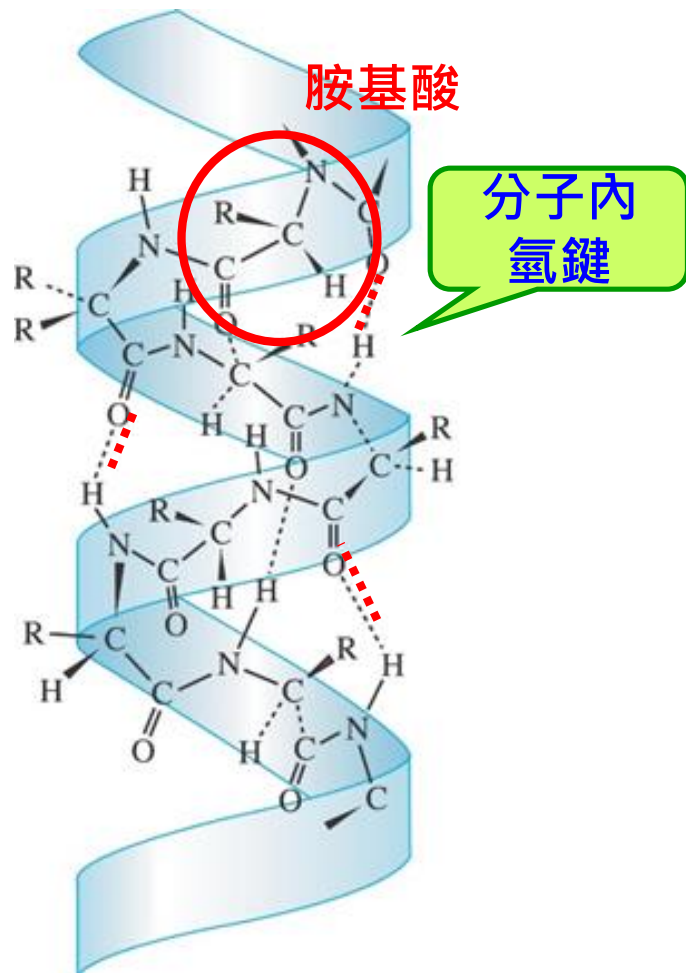
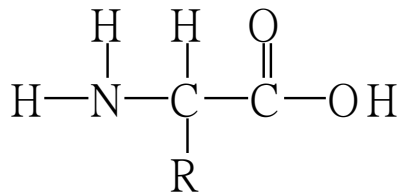
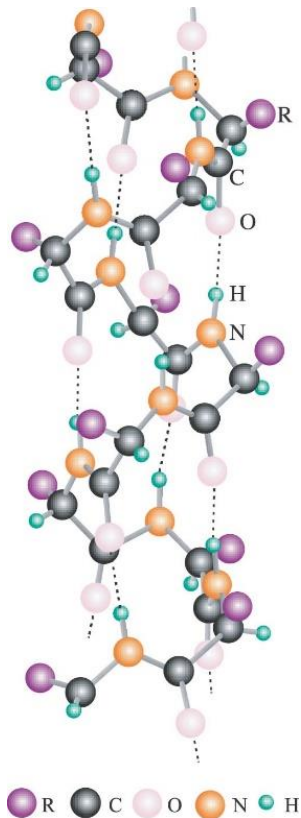
# 分子內的氫鍵

乙酸分子內的氫鍵？



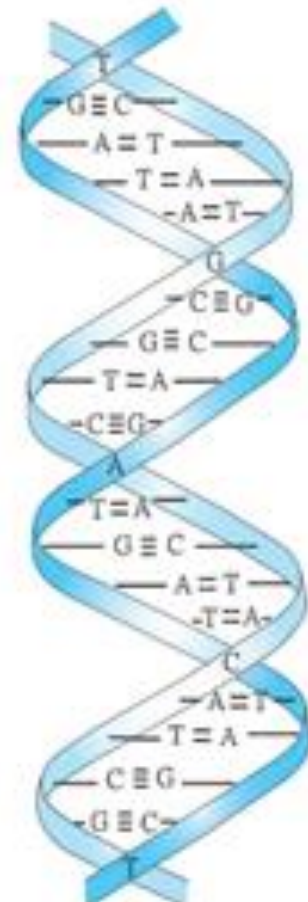
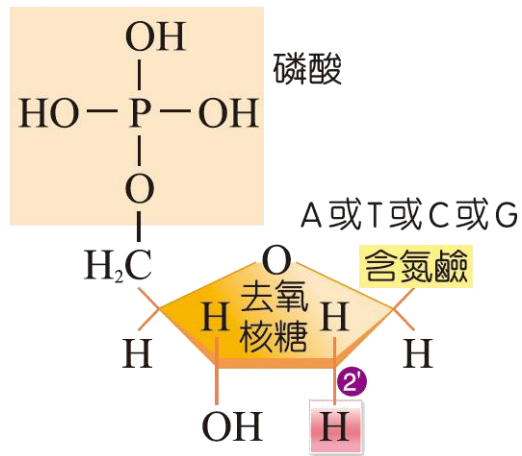
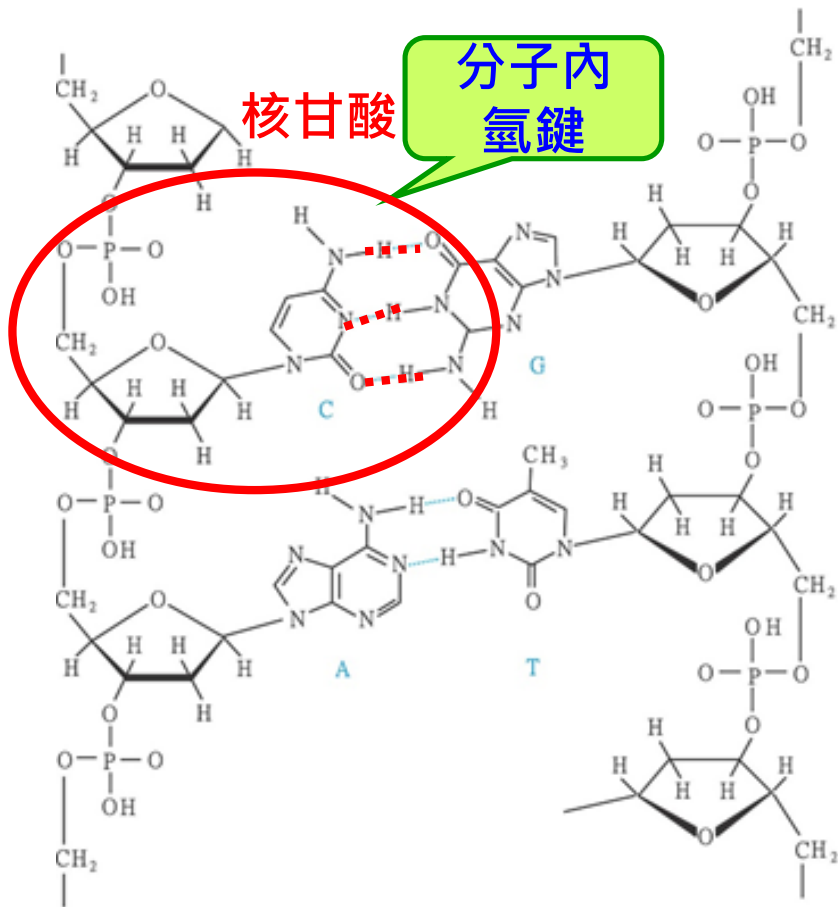
- 乙酸**無法形成**分子內氫鍵，無法形成一個**四角**環。
- 透過分子內氫鍵，形成一個**五、六、七角**環。

# 蛋白質的分子內氫鍵



$\alpha$ 螺旋結構示意圖

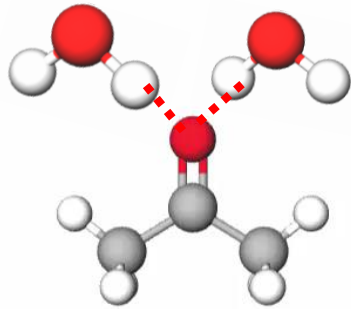
# DNA的雙螺旋結構



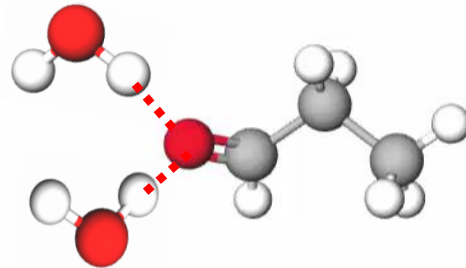
雙螺旋結構示意圖

# 氫鍵對溶解度的影響

- 使分子對水溶解度升高：有**氫鍵**的物質與水有較大的溶解度。
- [例]低分子量(碳數 $\leq 3$ )之酸(R-COOH)、醇(R-OH)、胺(R-NH<sub>2</sub>)、醛(R-CHO)、酮(RCOR')易溶於水。



與水完全互溶



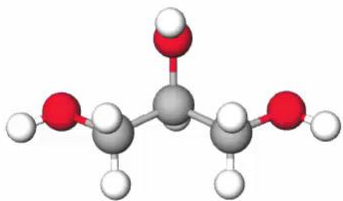
20 g/100 mL水

醛、酮分子間**無氫鍵**，但會與水產生分子間氫鍵。

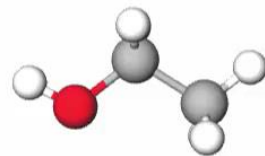
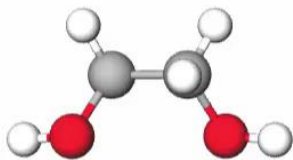


# 氫鍵對黏度的影響

- 增加物質的黏滯性：氫鍵越多，物質的黏滯性越大。
- [例]丙三醇(甘油)  $C_3H_5(OH)_3$ 、乙二醇  $C_2H_4(OH)_2$ 、硫酸  $H_2SO_4$  等為黏稠性液體。
- 黏稠性： $C_3H_5(OH)_3 > C_2H_4(OH)_2 > C_2H_5OH$

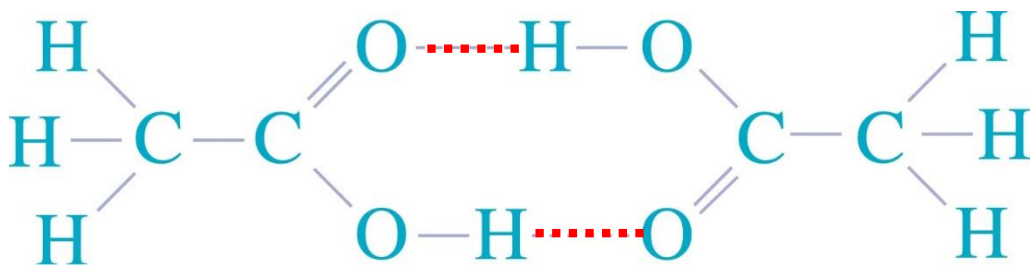


甘油會溶於水嗎？

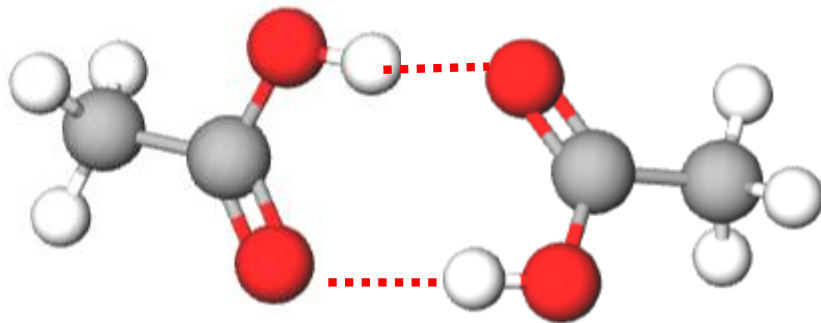


甘油有三個OH，黏稠性成油狀，當然易溶於水，可保濕。

# 醋酸分子的偶合



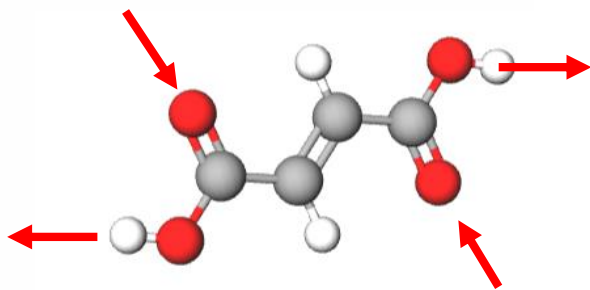
➤ 兩個醋酸分子透過一組氫鍵，形成二聚體。



# 順反異構物的分子內的氫鍵

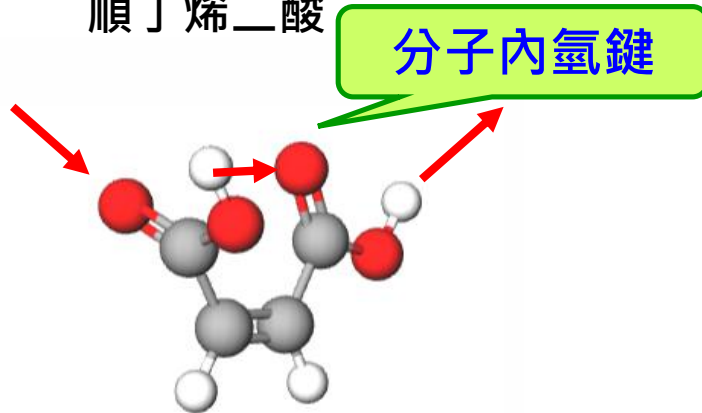
➤ 丁烯二酸分子式  $C_4H_4O_4$  的有順反異構物，其結構式如下：

反丁烯二酸



四個分子間氫鍵

順丁烯二酸



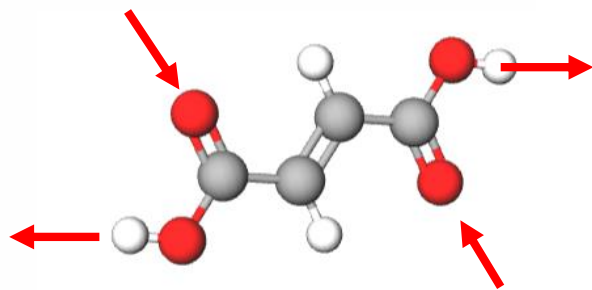
兩個分子間氫鍵，  
一個分子內氫鍵。

順式丁烯二酸具有分子內氫鍵，形成七角環。

# 順反異構物的熔點比較

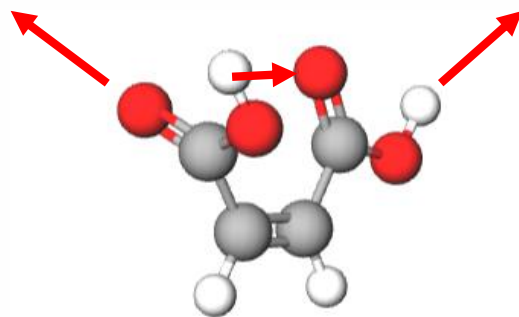
➤ 丁烯二酸分子式  $C_4H_4O_4$  的有順反異構物，其結構式如下：

反丁烯二酸



mp=287 °C

順丁烯二酸

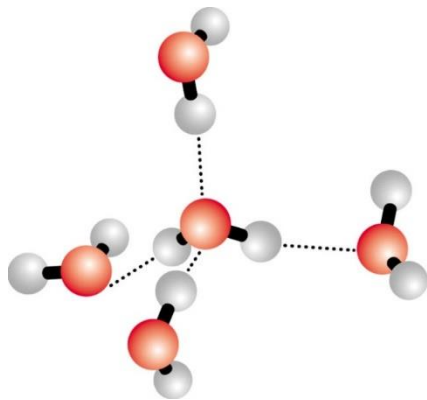


mp=135 °C

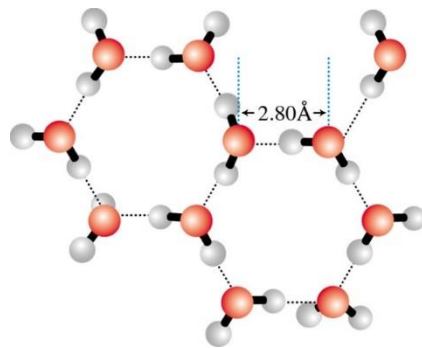
反式丁烯二酸具有較多的分子間氫鍵，且對稱性較佳，所以熔點高。

# 冰的結構

每個氧原子，與4個氫形成類似**鑽石**的**四面體結構**。



每6個水分子以6個O - H鍵與6個氫鍵形成一個**6邊形**。



**水降溫**結冰的過程，由於**氫鍵**結構，**體積膨脹**，**密度變小**。

## 氫鍵對物質 性質的影響

- 氫鍵對**溶解度**、**黏度**的影響。
- 醋酸分子的**偶合**。
- 水**結冰體積膨脹**。

## 重點 回顧

- 當H原子與**F, O, N**鍵結時。
- **F, O, N**原子之**未鍵結電子**對傾向於與氫原子**共用**，
- 具有**方向性**。

## 氫鍵的形成

## 分子內氫鍵

- 具有分子內氫鍵，形成**五、六、七角環**。
- 無法形成一個**四角環**。
- **蛋白質、DNA**的分子內氫鍵。