

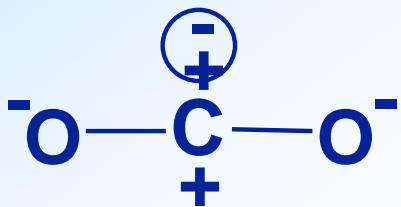
## 第五节 分子间作用力

### 一. 分子的极性

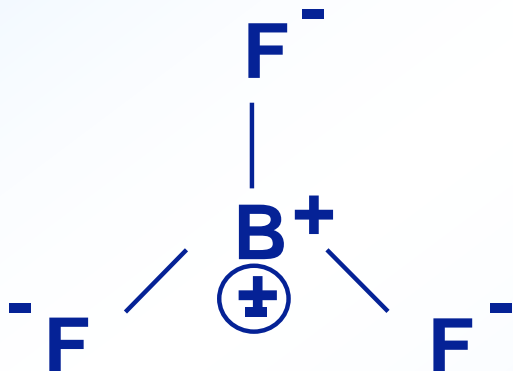
分子	{	非极性分子	分子正负电荷重心重合
		极性分子	分子正负电荷重心不重合

双原子分子 { 非极性共价键——非极性分子  
( $\text{H}_2$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{Cl}_2$ )  
极性共价键——极性分子  
( $\text{HCl}$ ,  $\text{HBr}$ )

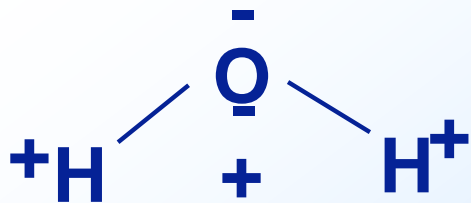
多原子分子 { 键无极性——分子无极性  
( $\text{P}_4$ ,  $\text{S}_8$ )  
键有极性 { 分子结构对称：无极性  
( $\text{BF}_3$ ,  $\text{CO}_2$ )  
分子结构不对称：有极性  
( $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{NH}_3$ )



非极性



非极性



极性

## 分子偶极距:

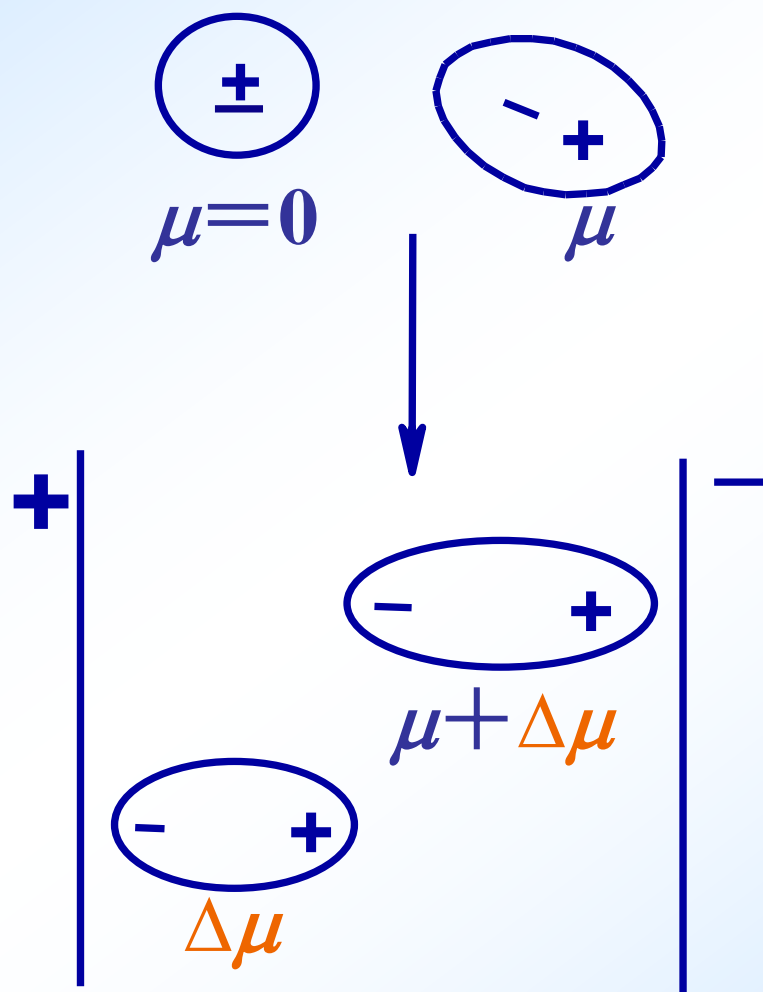
分子中正、负电荷重心间距离 ( $d$ ) 与正或负电荷重心所带电荷量 ( $q$ ) 的乘积, 符号  $\mu$ , 矢量, 方向由正电荷重心指向负电荷重心

$$\mu = q \cdot d$$

## 偶极距的应用:

- ① 判断分子有无极性, 若  $\mu=0$ , 为非极性, 若  $\mu \neq 0$ , 则为极性;
- ② 判断分子极性大小,  $\mu$  大, 分子极性也大;
- ③ 推断分子的空间构型
- ④ 计算化学键的离子性百分率

## 二. 范德华力



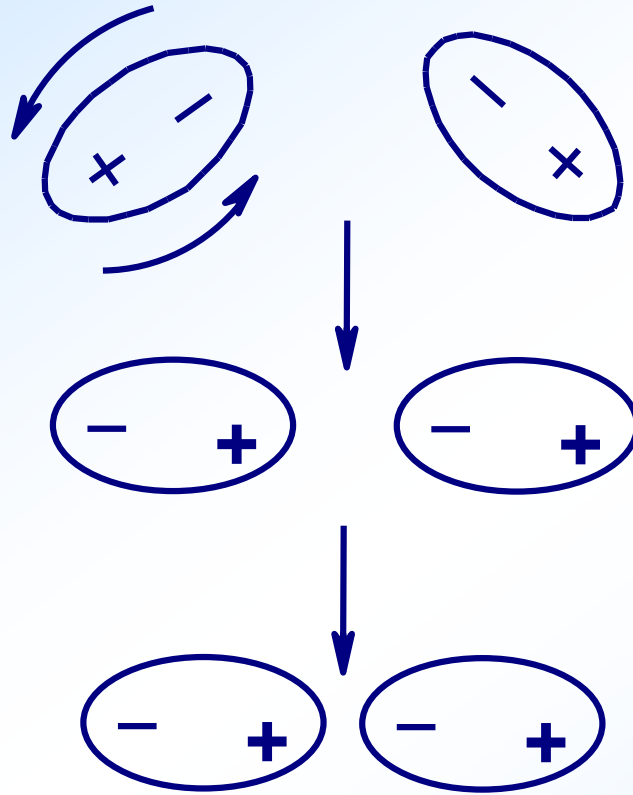
分子在电场中的极化

## 分子的极化（polarizing）

因外电场作用，使分子变形产生偶极矩  
或增大偶极矩的现象

由此产生或增大的偶极矩称为诱导偶极矩  
（induced dipole moment）， $\Delta\mu$

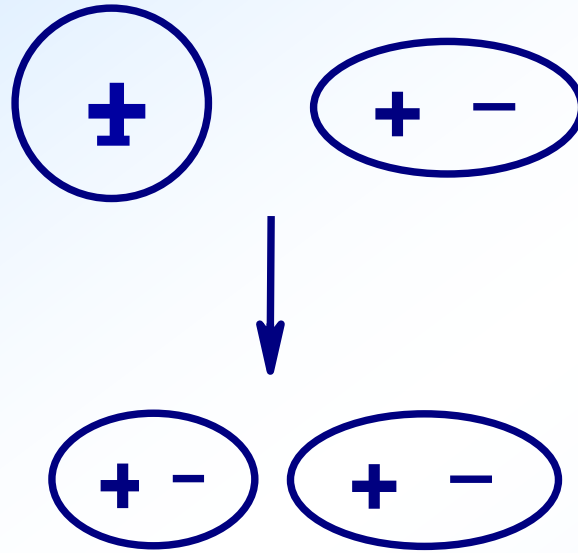
## (一) 取向力： 极性分子间产生



取向力的产生过程

因极性分子**永久偶极**的取向而产生的分子  
偶极间的静电引力

## (二) 诱导力 极性分子间、极性与非极性分子间



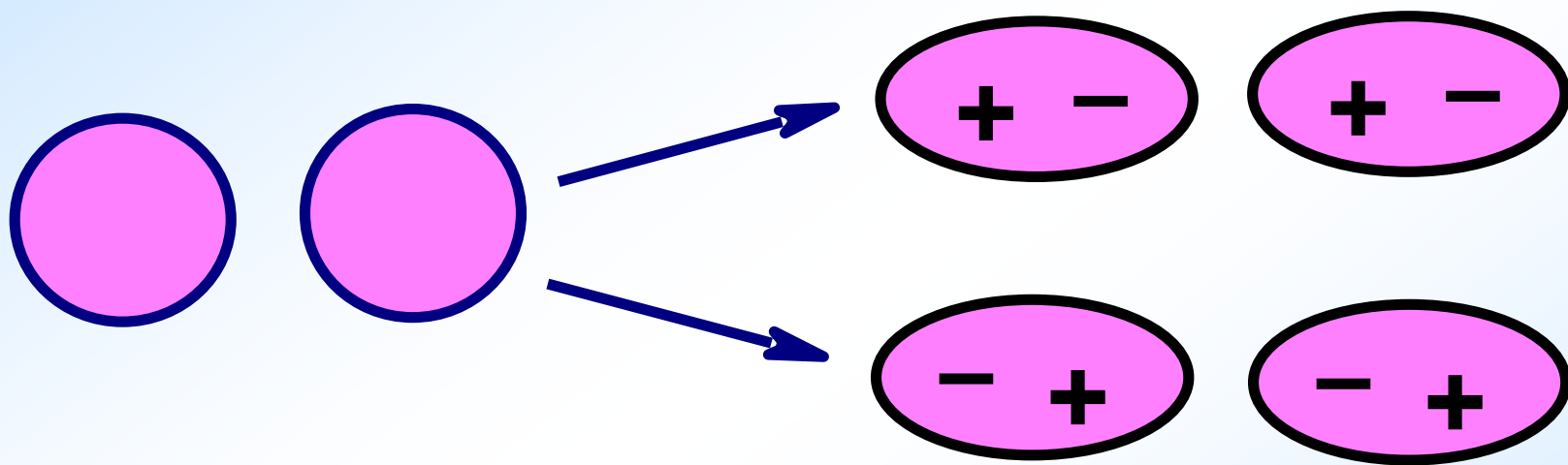
诱导偶极的产生

诱导偶极与极性分子永久偶极之间产生的  
静电引力



### (三) 色散力

非极性分子间、极性分子间、极性—非极性分子间



色散力的产生

由于**瞬间偶极**产生

色散力随分子变形性增大而增大

## 分子间作用力类型

分子类型	分子间作用力
非极性分子间	色散力
极性 - 非极性分子间	色散力、诱导力
极性分子间	色散力，取向力，诱导力

## 范德华力的特点：

- (1) 存在于分子间的一种弱的静电引力；
- (2) 作用范围小, 为短程作用力, 只有几百pm；
- (3) 能量比化学键的键能小1~2个数量级；
- (4) 没有饱和性、方向性
- (5) 对大多数分子色散力是主要的，只有当分子的极性较大时，才以取向力为主。  
极性大，取向力显著；变形性大，色散力显著

影响分子间作用力的因素：

- ① 分子间距离越大，作用力迅速减弱。主要因素
- ② 取向力：分子偶极矩越大，取向力越强；  
温度越高，取向力越弱
- ③ 诱导力：极性分子偶极矩越大，诱导力越强；  
非极性分子变形性越大，诱导力越强。
- ④ 色散力：分子变形性越大，色散力越强

# 分子间作用力对物质性质的影响:

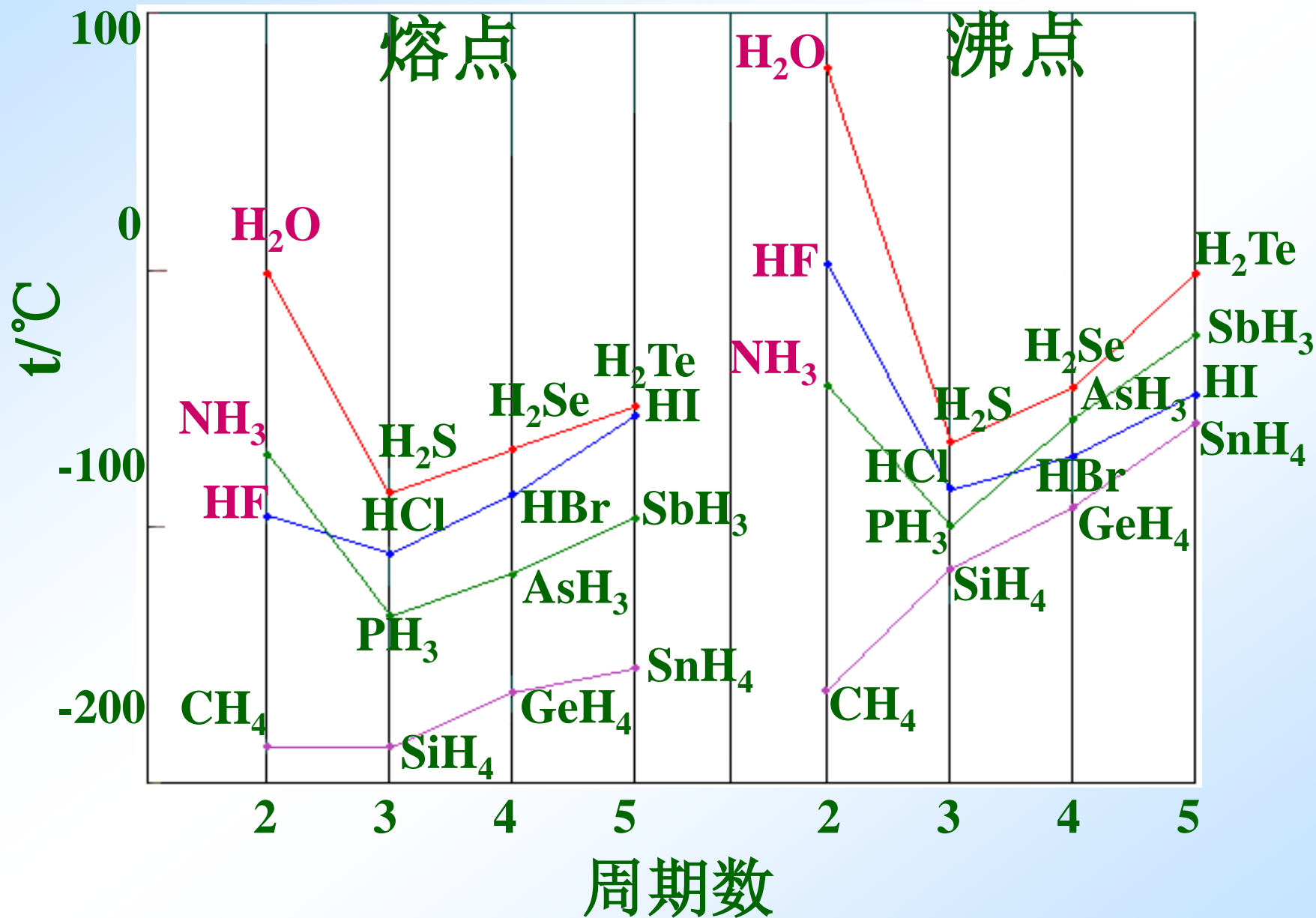
## 1. 影响熔沸点

范德华力越大，熔点、沸点越高

	$F_2$	$Cl_2$	$Br_2$	$I_2$	
分子量	—————→				逐渐加大
变形性	—————→				逐渐加大
色散力	—————→				逐渐加大
熔沸点	—————→				逐渐加大

## 2. 影响溶解度

相似相溶



### 三、氢键

#### (一) 氢键的形成

氢键：

当氢原子和电负性大、半径小的原子以共价键形成强极性键时，这个氢原子还可与另一个键上电负性大、半径小的原子中的孤对电子产生定向吸引力

表示方法：  $\text{X—H}\cdots\text{Y}$

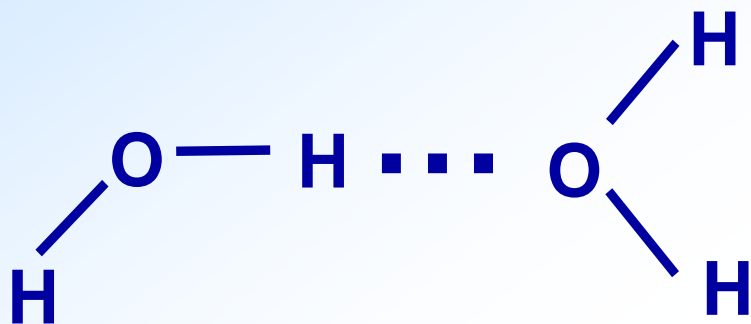
$\text{X, Y: F、O、N等}$

## (二) 氢键的特点

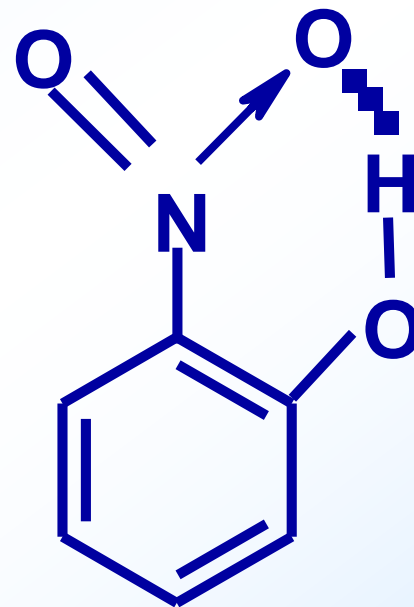
1. 氢键本质上属于静电吸引作用。
2. 氢键键能比一般共价键的键能小得多，但比范德华力稍强。可用氢键的键能和键长来描述氢键。
3. 氢键具有饱和性和方向性



### (三) 分子间氢键和分子内氢键



分子间氢键



分子内氢键

## (四) 氢键对物质性质的影响

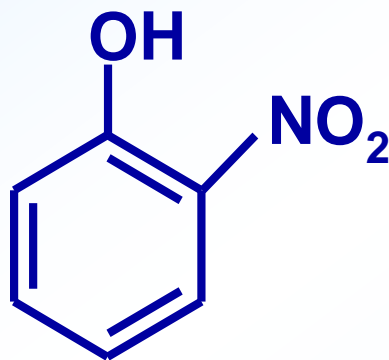
### 1. 对熔点沸点的影响

分子间氢键使物质熔点、沸点升高

	<b>HF</b>	<b>HCl</b>	<b>HBr</b>	<b>HI</b>
<b>沸点 (°C)</b>	<b>19.9</b>	<b>-85.0</b>	<b>-66.7</b>	<b>-35.4</b>

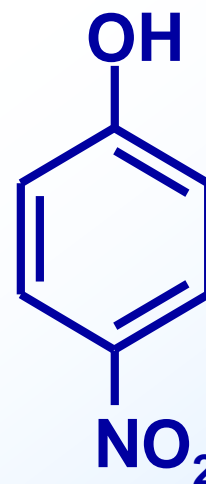
	<b>H<sub>2</sub>O</b>	<b>H<sub>2</sub>S</b>	<b>H<sub>2</sub>Se</b>	<b>H<sub>2</sub>Te</b>
<b>沸点 (°C)</b>	<b>100</b>	<b>-60</b>	<b>-42</b>	<b>-2</b>
<b>熔点 (°C)</b>	<b>0</b>	<b>-85.6</b>	<b>-65.7</b>	<b>-46</b>

分子内氢键则会使物质的熔点、沸点较低



沸点

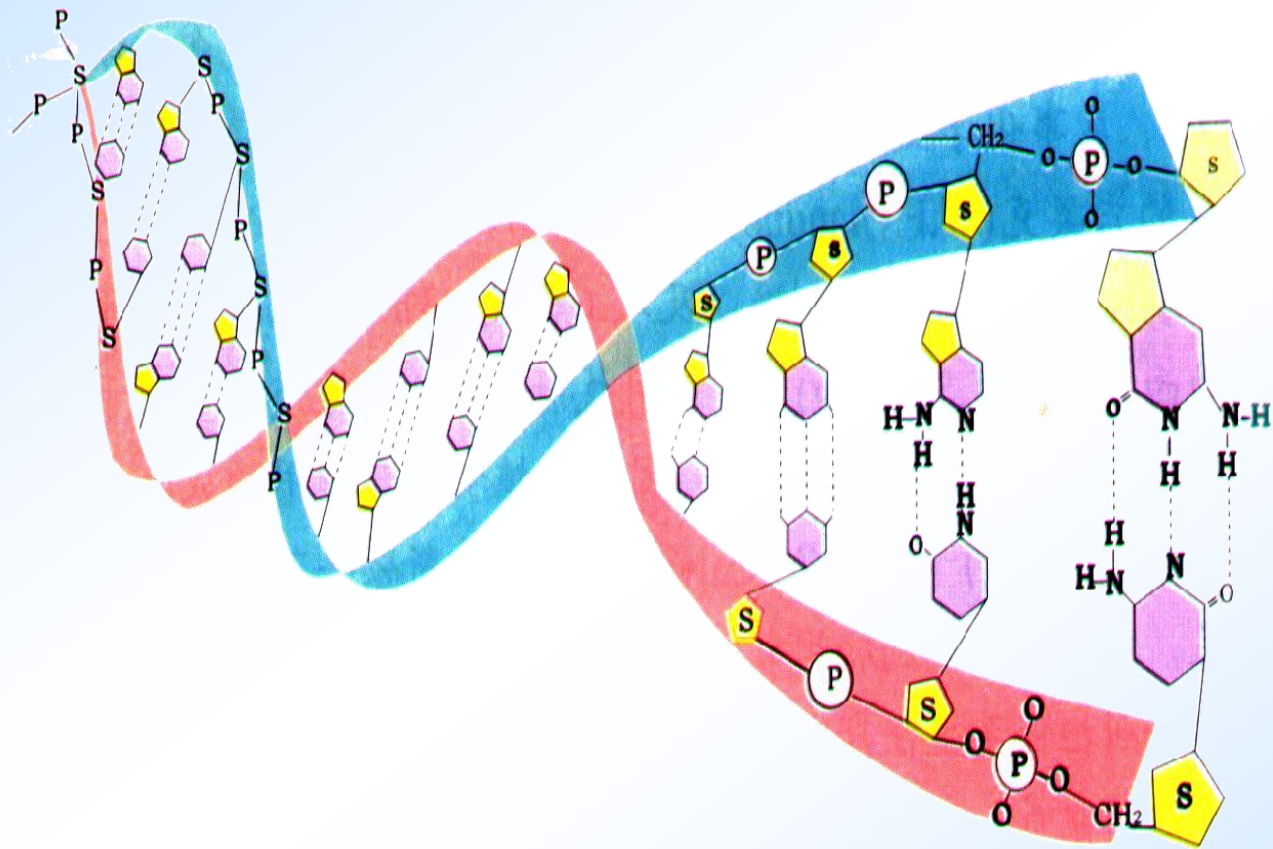
45°C



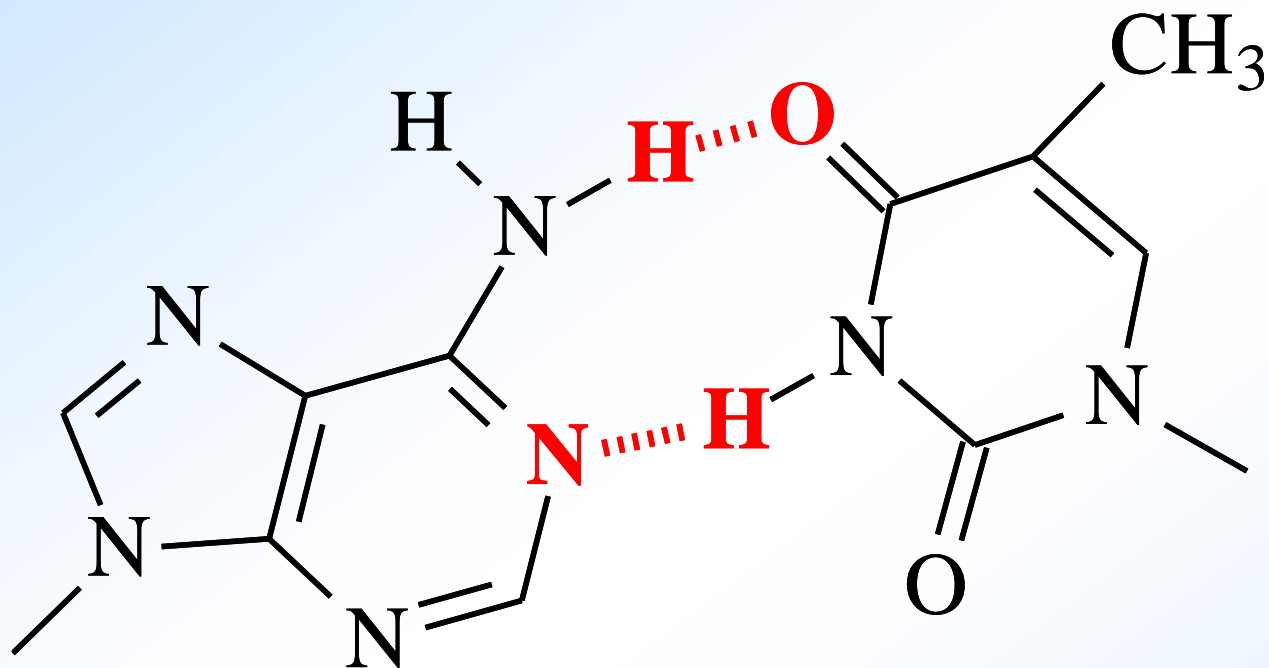
114 °C

## 2. 对溶解度的影响

在极性溶剂中，若溶质与溶剂间能形成氢键，则溶解度增加；如果溶质能形成分子内氢键，则在极性溶剂中，其溶解度减小，在非极性溶剂中则溶解度相对较大。



DNA的双螺旋结构



腺嘌呤 (A)

胸腺嘧啶 (T)

核苷酸碱基间的氢键