

- 1 生命源起

- 2 細胞的生物化學：

  - 2.1 原核細胞

  - 2.2 古生菌

  - 2.3 真核細胞

- ➔ ● 3 細胞分子：

  - 3.1 水與 pH

  - 3.2 細胞的組成分子

  - 3.3 分子間的作用力：二級鍵

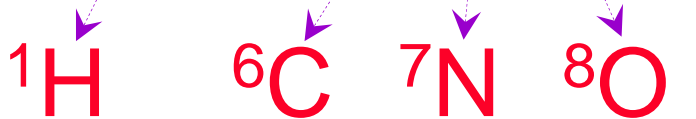
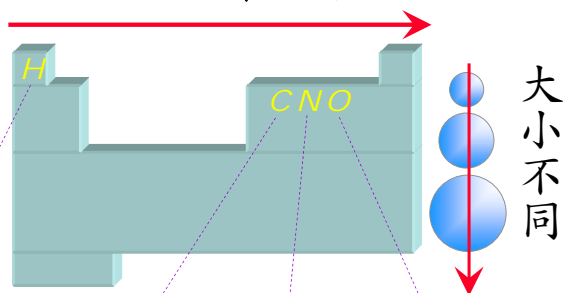
# 由原子到生物分子

## 週期表

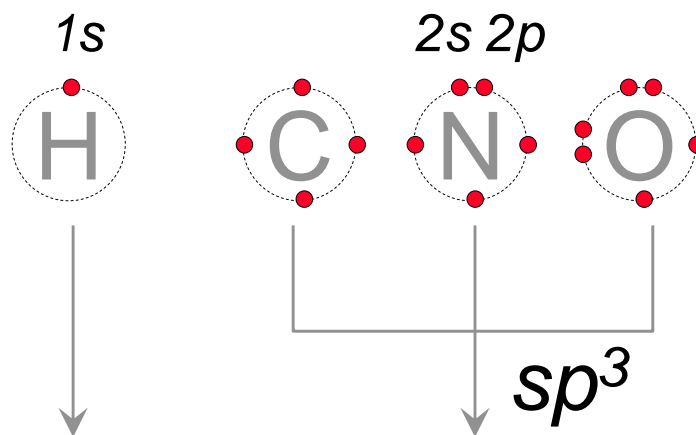
生物偏好較輕原子

地球上存量較多  
且原子間鍵結較強

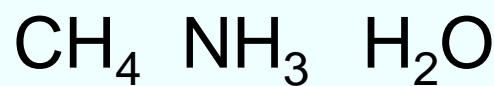
化性不同



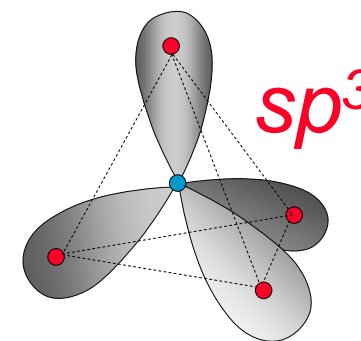
外層電子



地球早期的大氣成分：



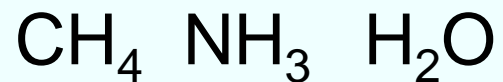
組成生物分子的  
原子成分種類  
比無生物複雜許多



碳原子的四面體構造  
有很強的立體限制性  
是蛋白質構形的根本

# 陰電性對化學性質有重大影響

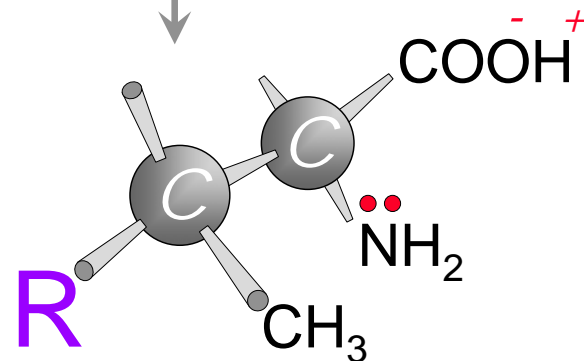
地球早期的大氣成分：



## 有機化合物

陰電性	
O	3.5
N	3.0
C	2.5
H	2.1

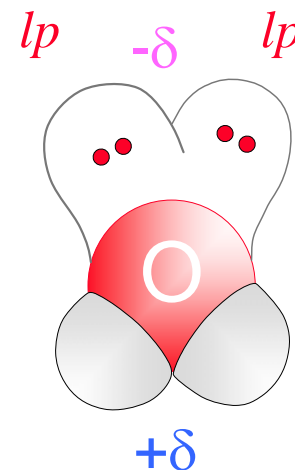
C-C



## 官能基

由各種原子所組合成的官能基，因為原子間陰電性的不同，造成官能基的極性大小不同，反應性也有所差異。

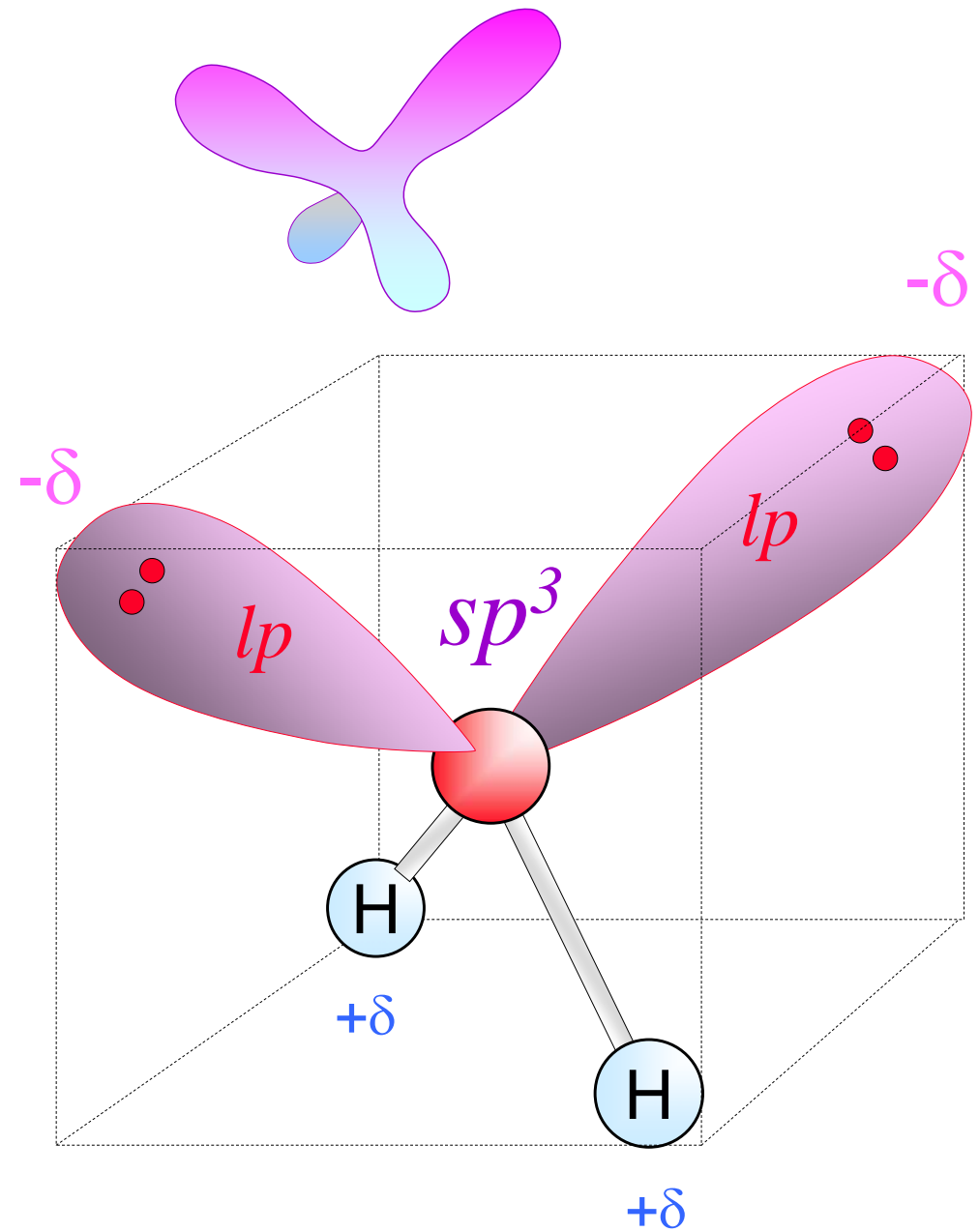
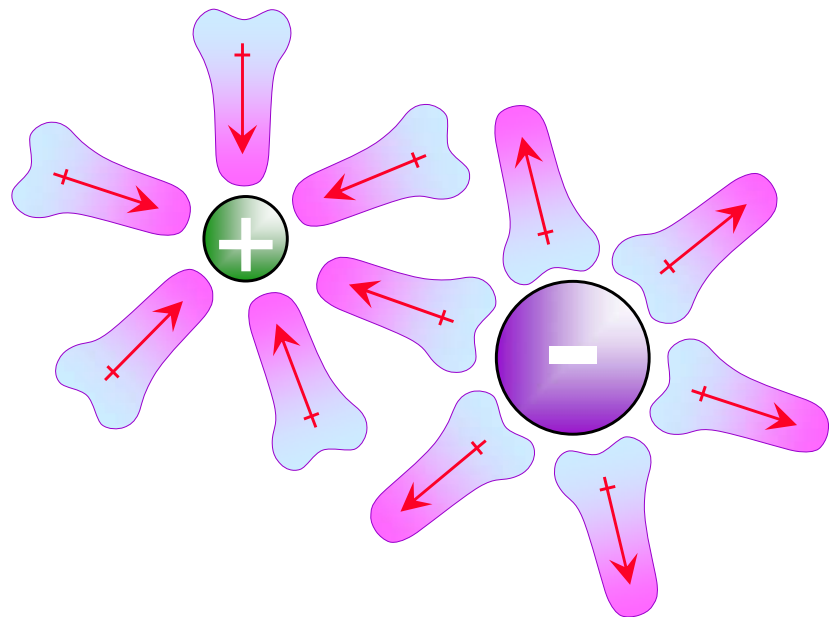
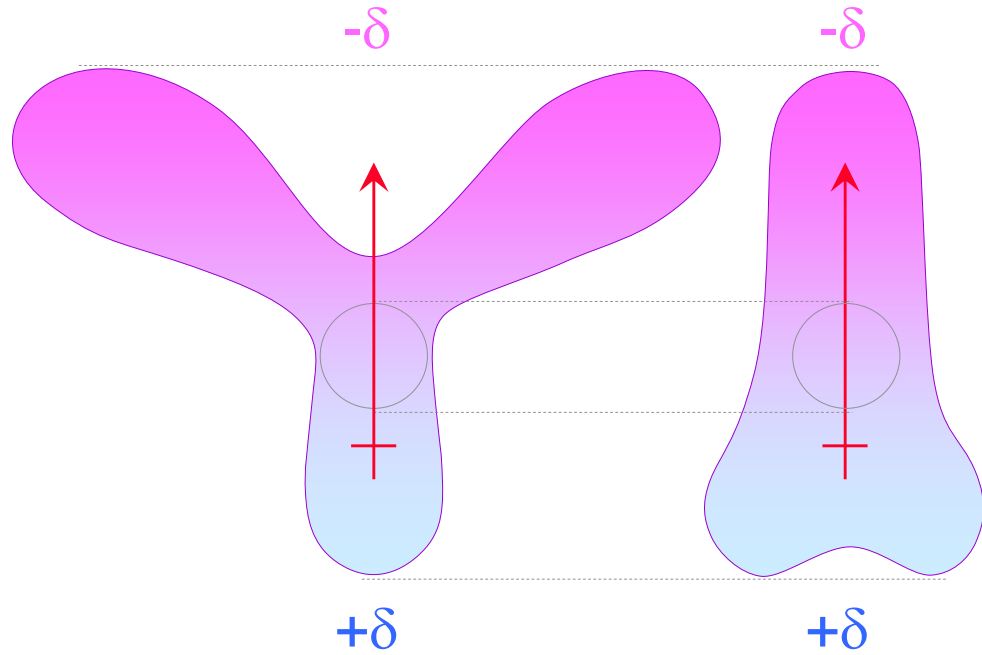
重新看水分子構造

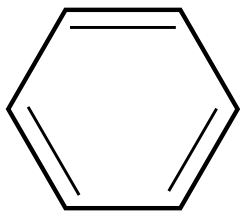
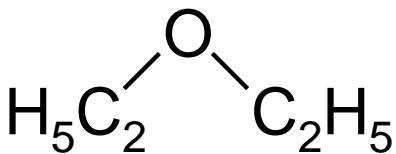
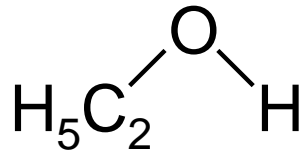
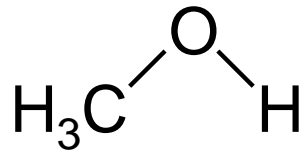


永久的偶極性

- 水分子的極性
- 水的介電常數
- 水分子間的氫鍵
- 水與 pH 的關係

# 誇張但較正確的水分子模型

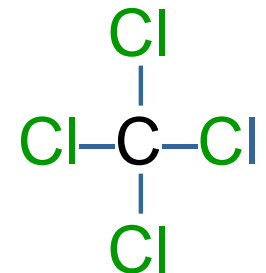
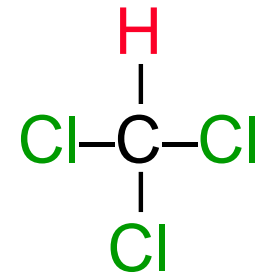




## 各種分子的介電常數

Water	80.4
Methanol	33.6
Ethanol	24.3
Ammonia	17.3
Acetic acid	6.15
Chloroform	4.81
Ethyl ether	4.43
Benzene	2.28
Carbon tetrachloride	2.24

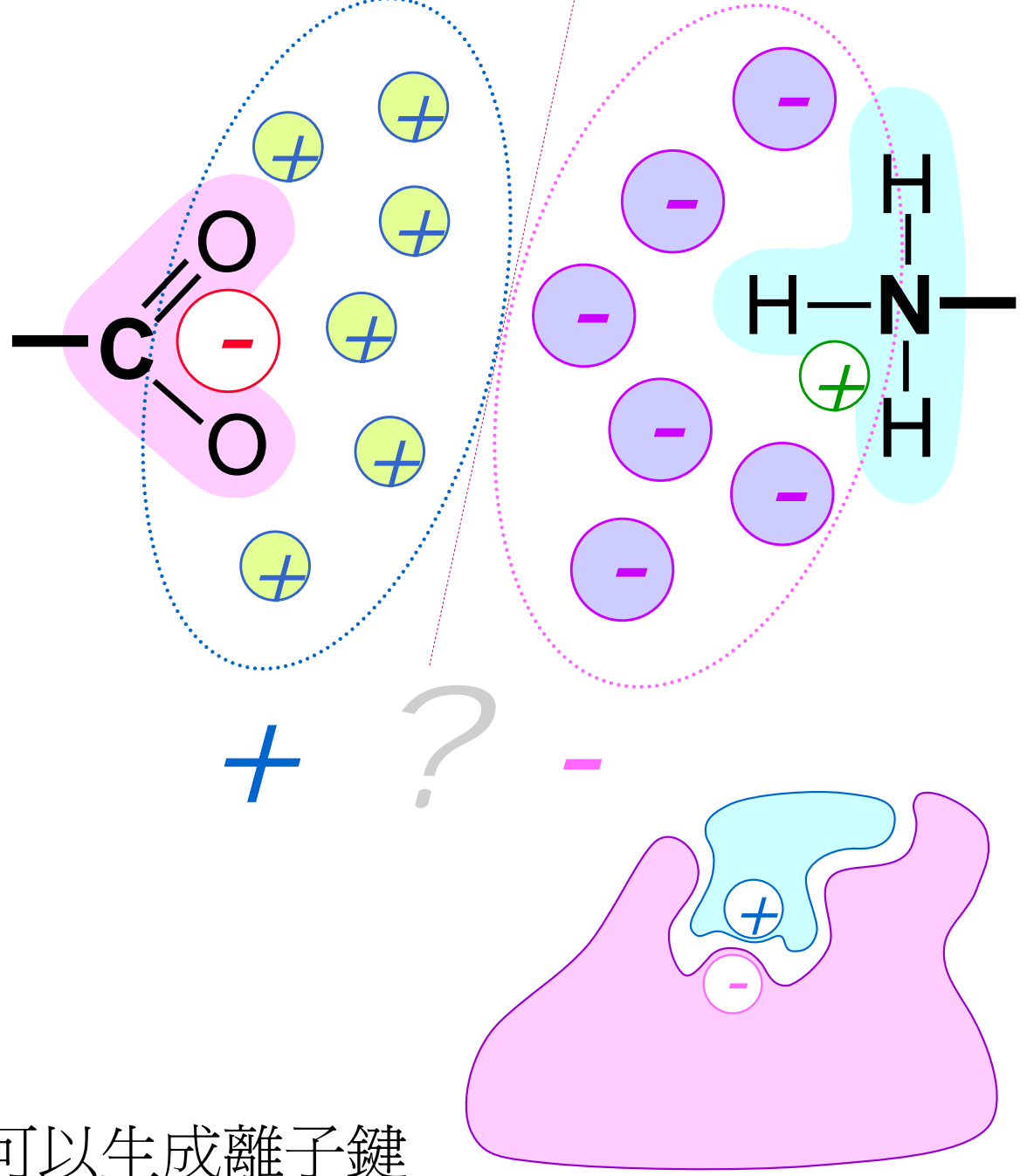
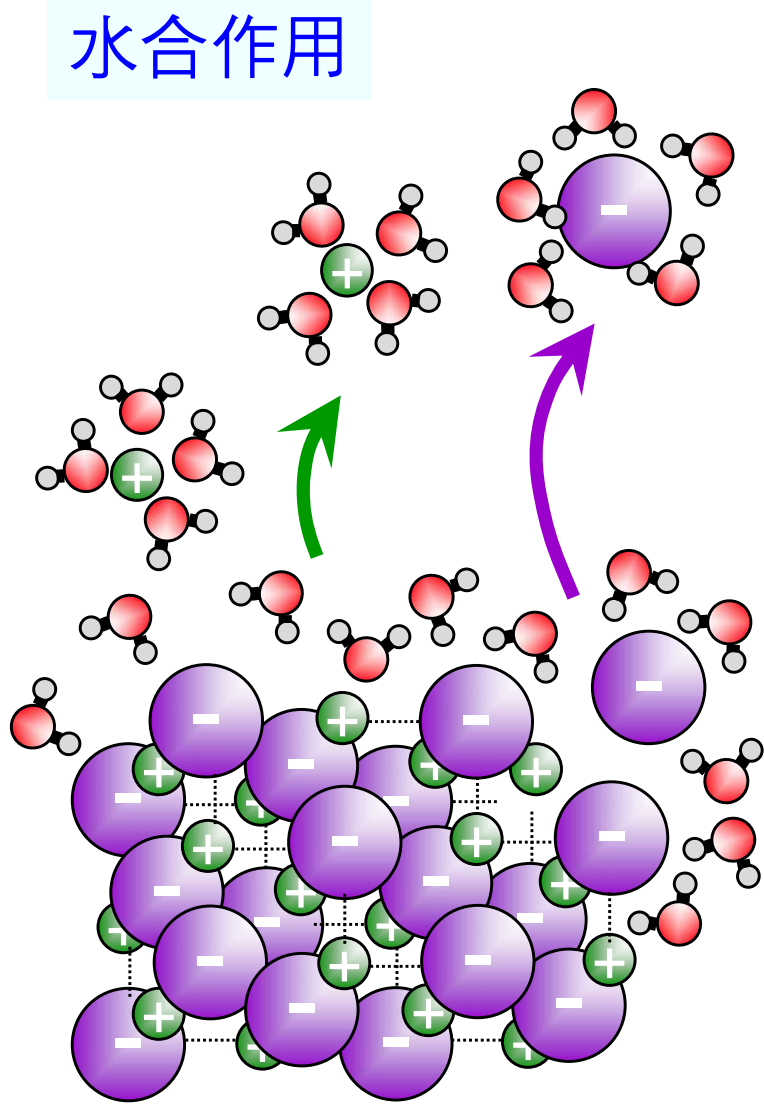
DMSO



越對稱的分子極性越小

# 離子鍵在鹽溶液中不易形成

Adapted from Nelson & Cox (2004) Lehninger Principles of Biochemistry (4e) p.51



● 水中的酵素與基質還是可以生成離子鍵

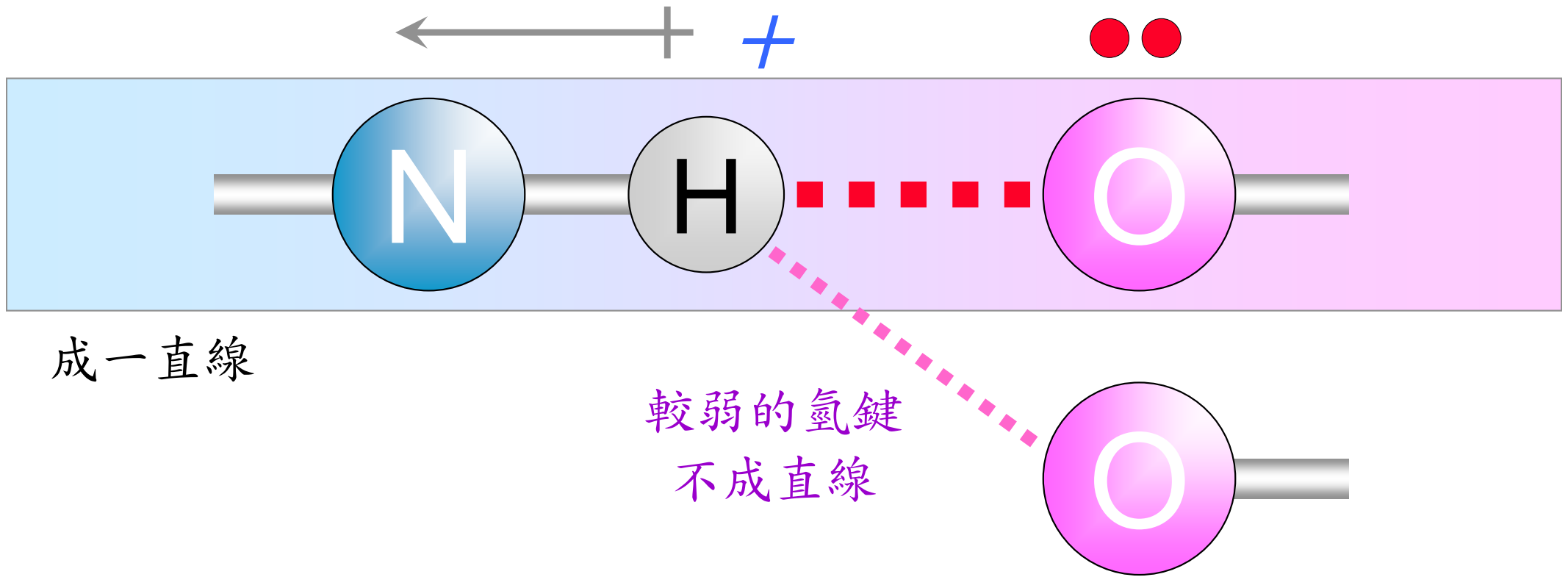
Adapted from Alberts et al (2002) Molecular Biology of the Cell (4e) p.115

# 共價鍵或非共價鍵的鍵能

	鍵長	真空中	水溶液
共價鍵	0.15 nm	90	90
離子鍵	0.25 nm	80	3
氫鍵	0.30 nm	4	1
凡得瓦爾力	0.35 nm	0.1	0.1

kcal/mole

# 氫鍵 Hydrogen Bond



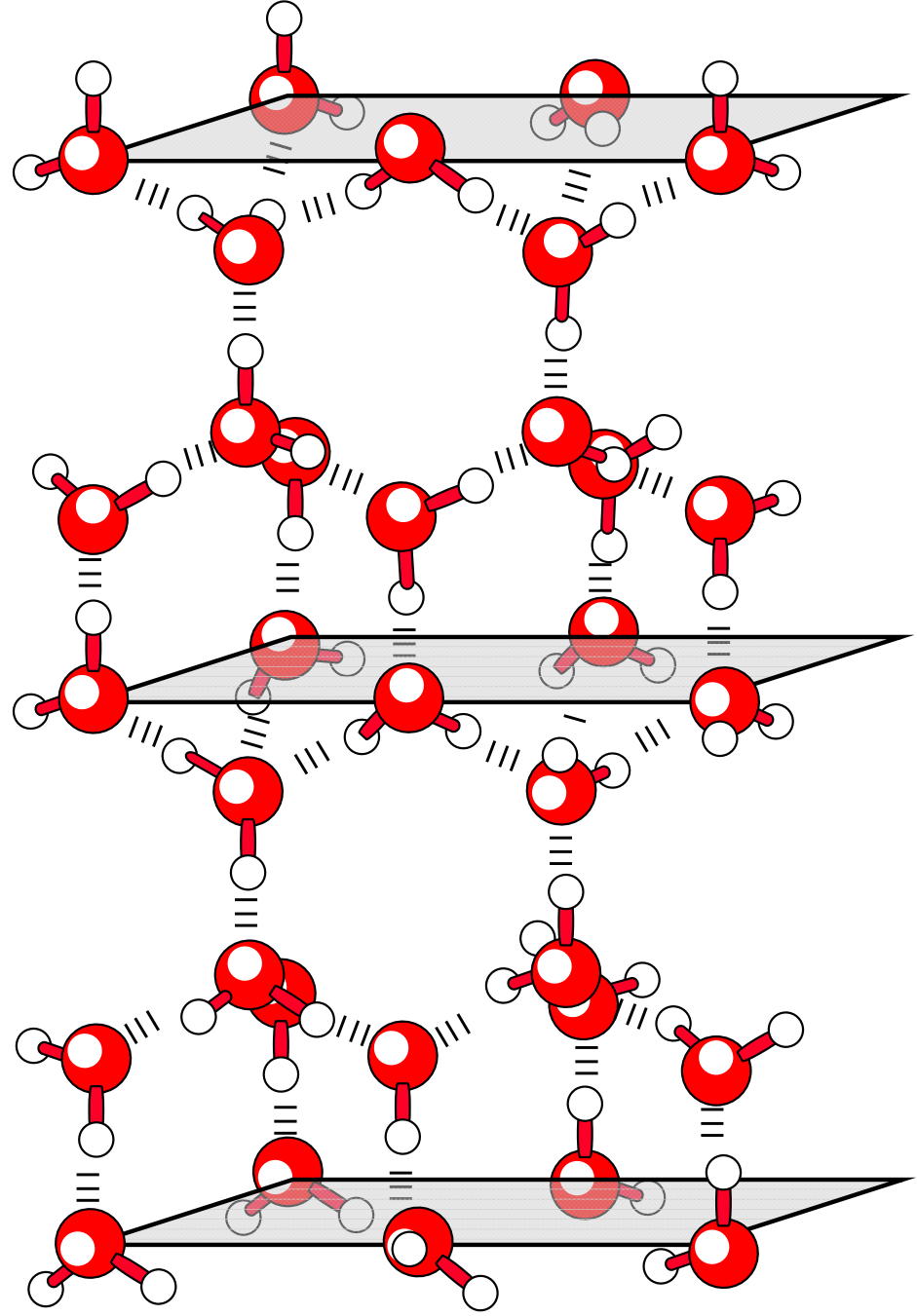
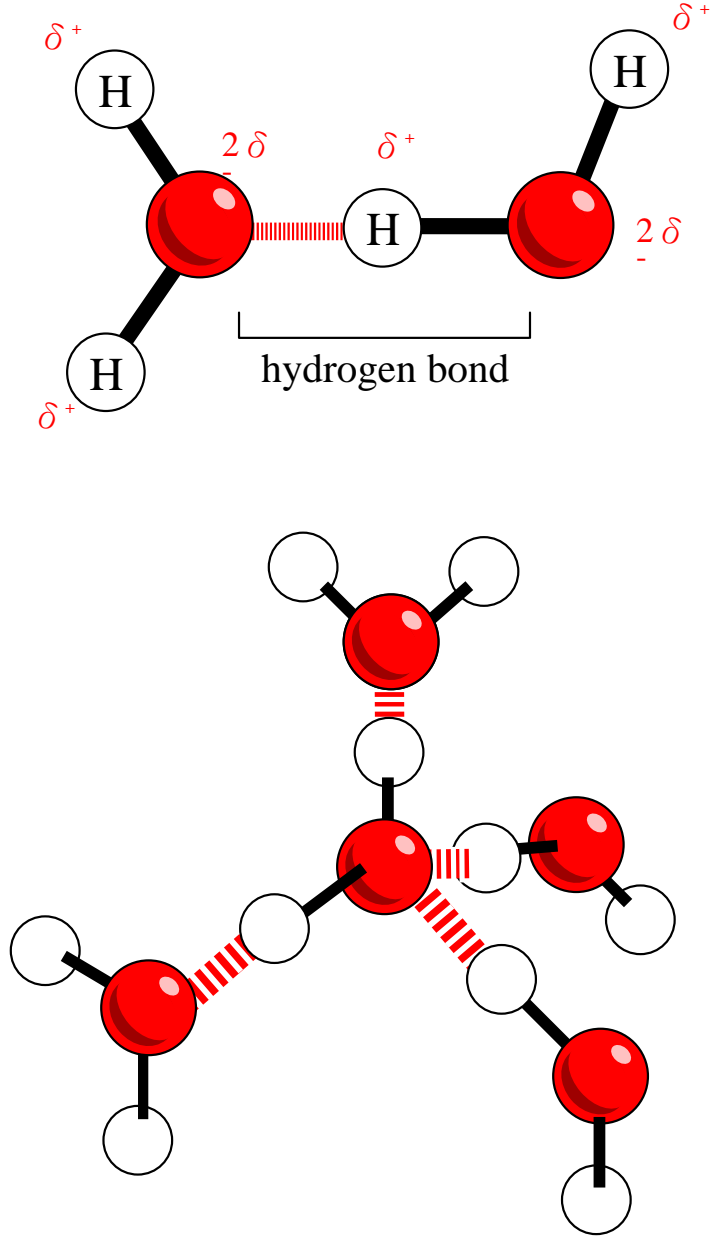
成一直線

較弱的氫鍵  
不成直線



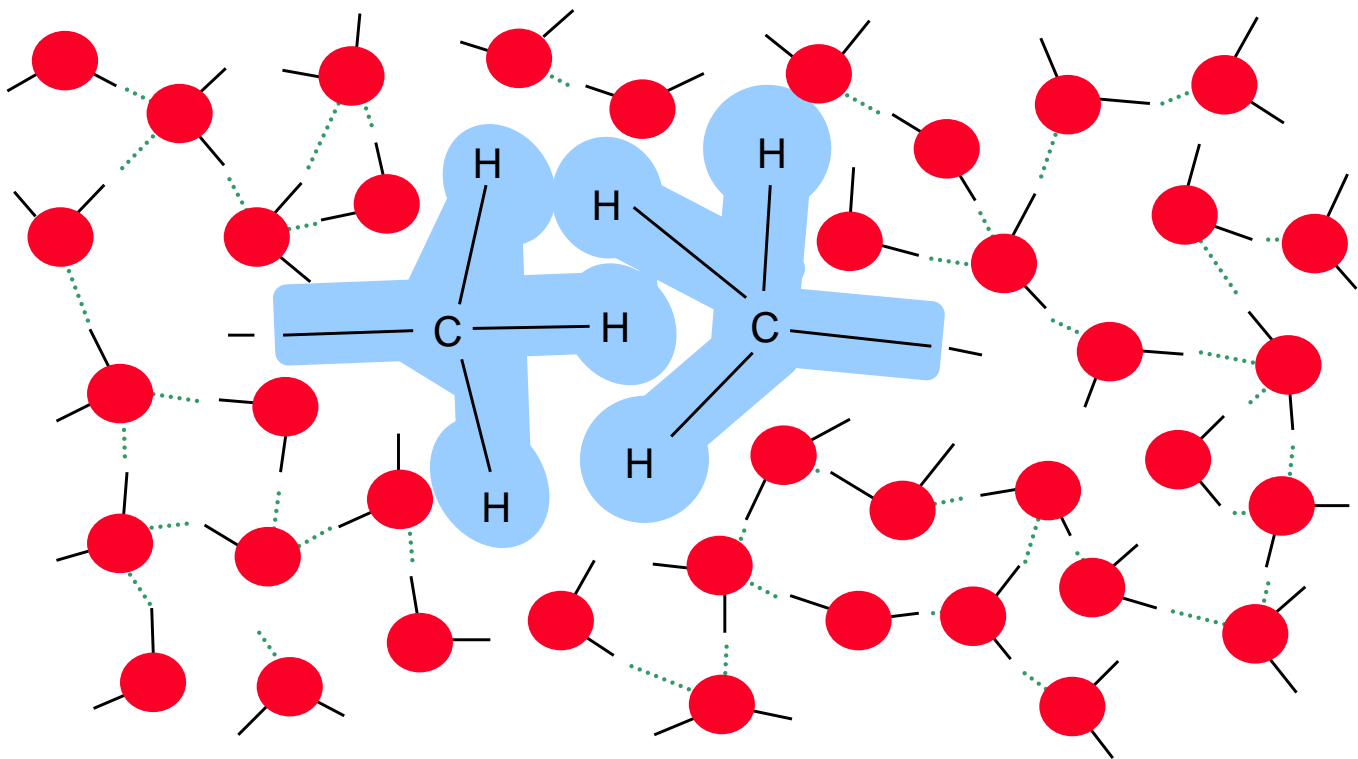
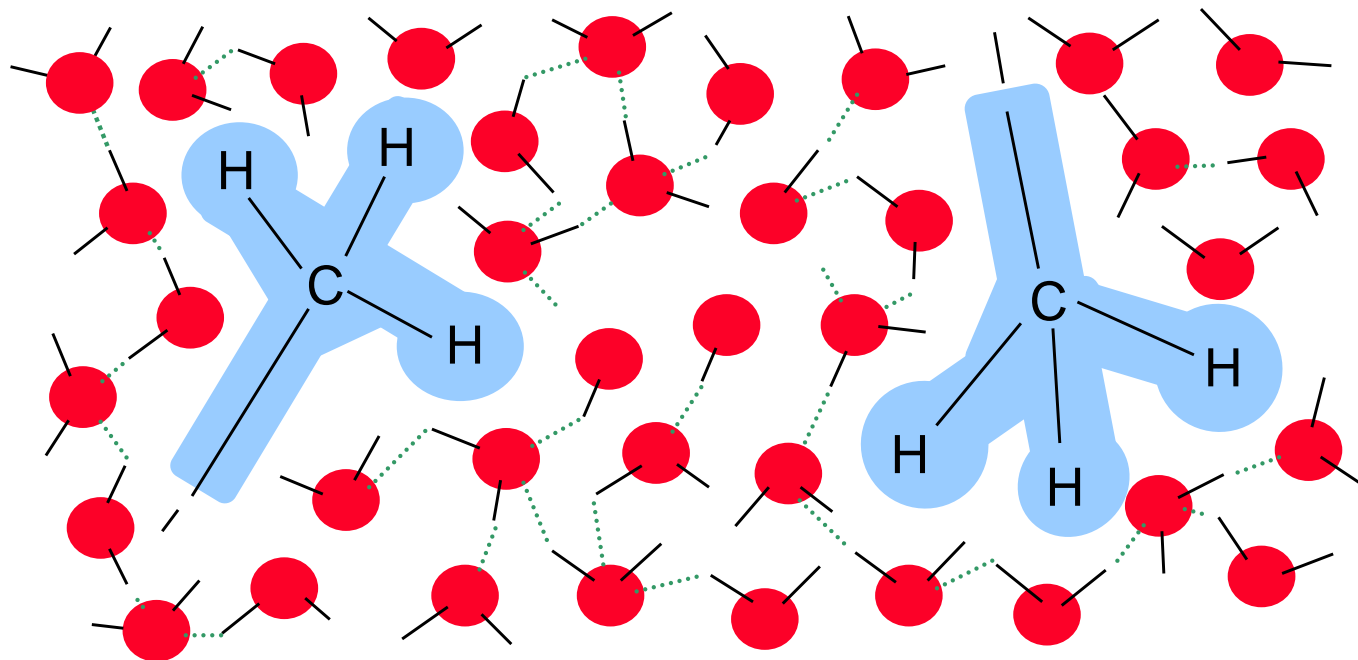
# 水分子間藏有龐大的氫鍵系統

Adapted from Alberts et al (2002) Molecular Biology of the Cell (4e) p.112



Adapted from Nelson & Cox (2000) Lehninger Principles of Biochemistry (3e) p.84

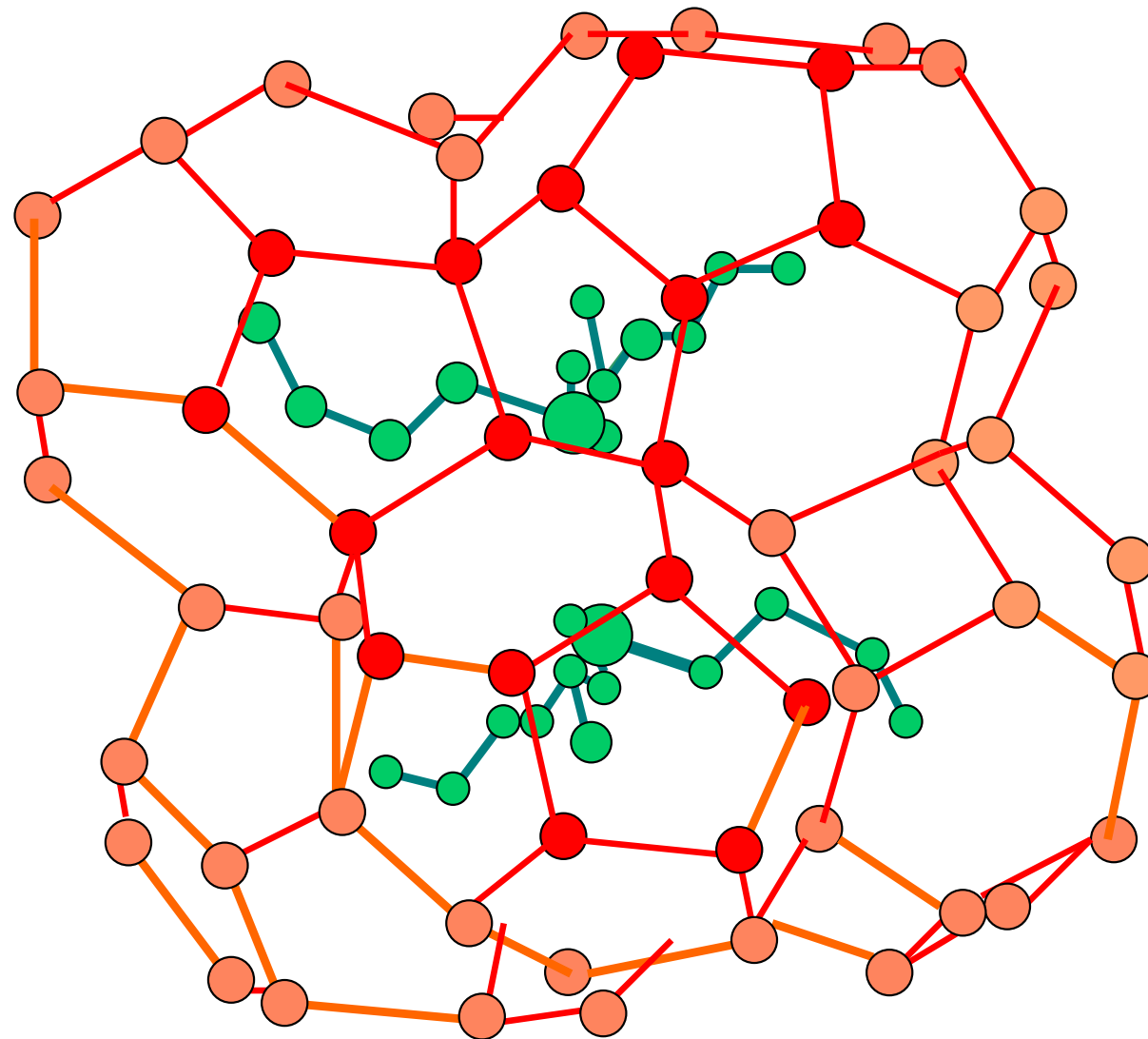
# 疏水鍵的形成



水分子與氫鍵  
強迫非極性  
分子之間  
產生吸引力  
即為疏水鍵

疏水鍵多為  
凡得瓦爾力  
所貢獻

# 非極性物質間的親和力：疏水性引力



## 水籠 Clathrate

● 水分子會包圍在非極性分子四周，形成類似竹籠的構造，隔離非極性分子，水分子本身的流動性因此而降低。

# 極性相近者互相吸引

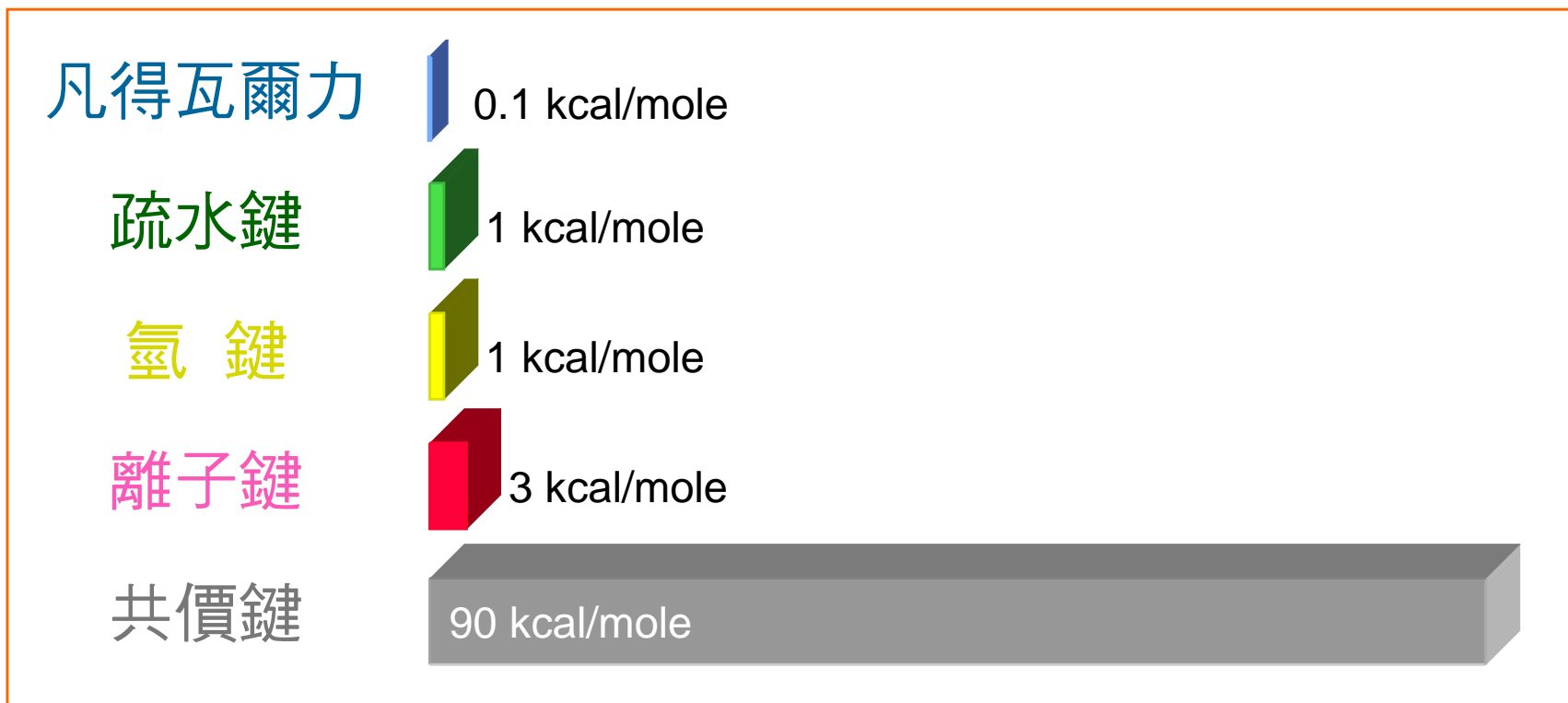
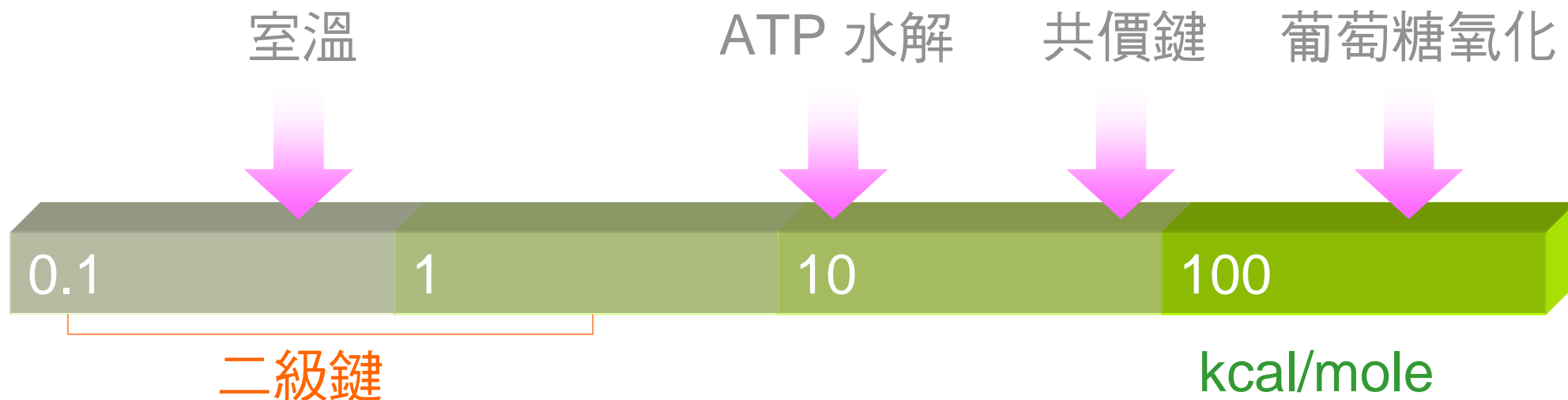
*Like  
Dissolves  
Like*

- 極性相似的兩分子間，其親和力較強。

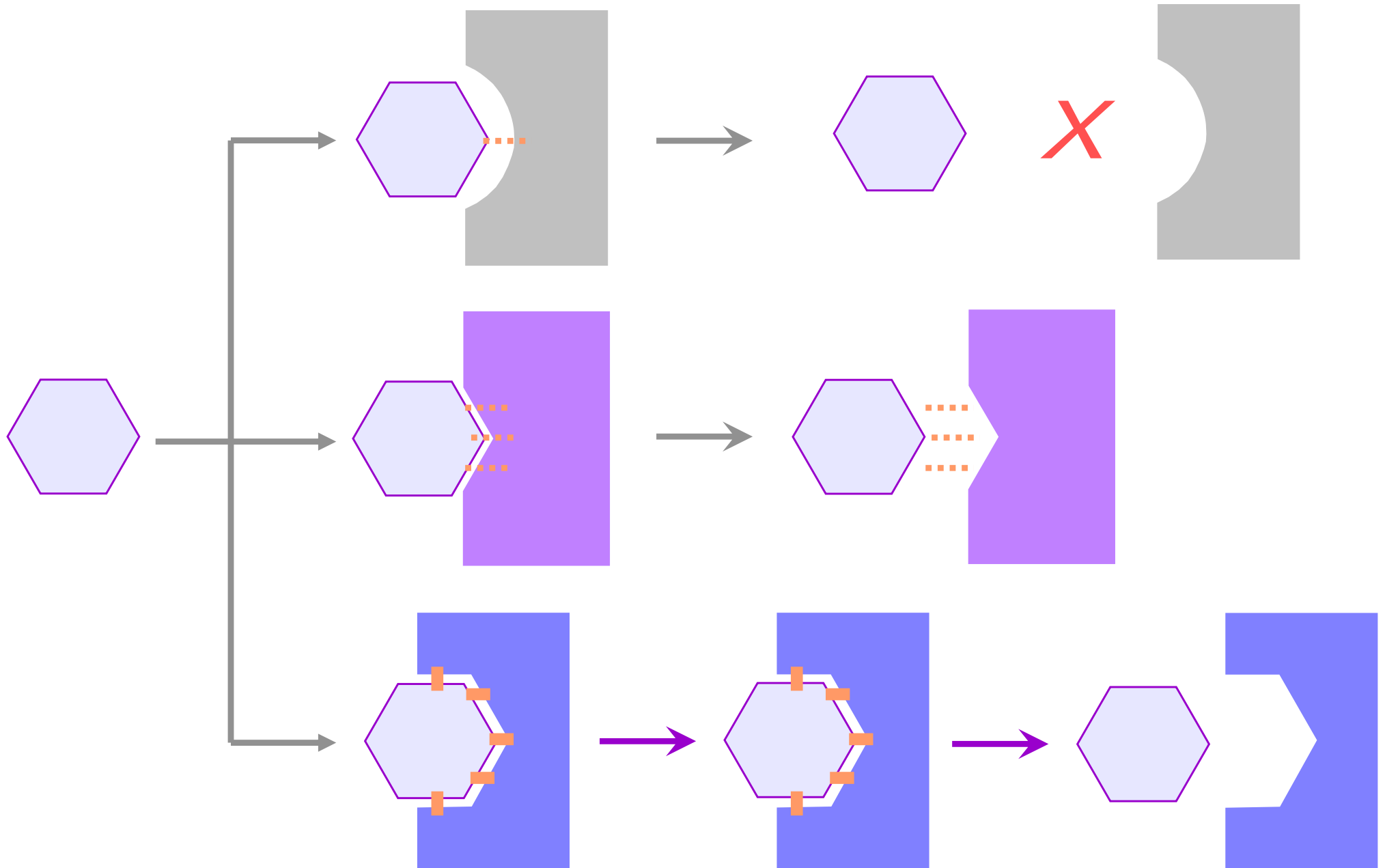
極性 → 極性  
非極性 → 非極性

# 細胞內各種鍵結能量大小

Adapted from Alberts et al (2002) Molecular Biology of the Cell (4e) p.53

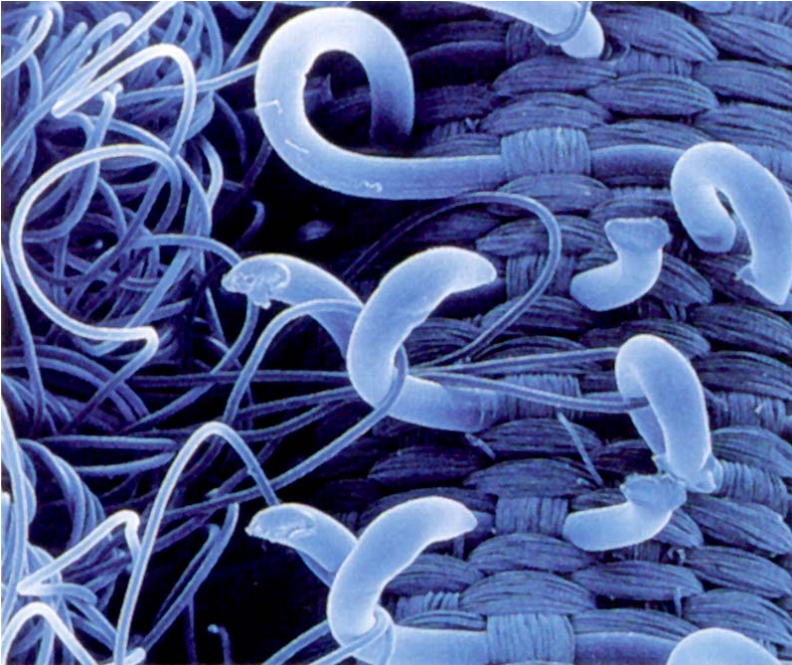


# 二級鍵是巨分子間的專一性結合力量



可逆性的非共價結合

# 魔鬼氈也是由微弱作用力所組合



矽原子軌道  $sp^3$  的掃描顯微照片