

第二章 细胞的物质基础 生命中常见化学键

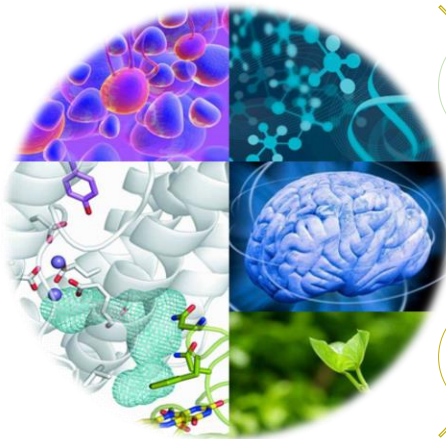
孔宇 教授

西安交通大学生命科学与技术学院

2022年9月15日



一、内容简介



1. 化学键的本质

2. 生命相关化学键类型

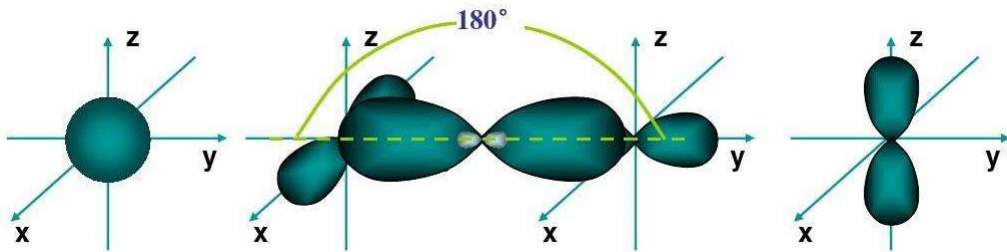
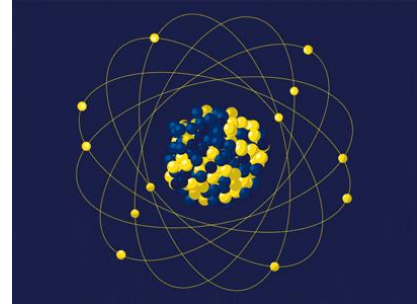
3. 构成生命的重要分子



1.1 化学键的本质

❖ **电子云/轨道**：统计学意义上原子核外电子出现的区域。

❖ **化学键**：原子(分子)间电子云杂化重叠。



3

西安交通大学



2 生命相关的化学键类型

- A. 离子键 (Ionic bonds)
- B. 盐键 (Salt bond)
- C. 共价键 (Covalent bonds)
- D. 氢键 (Hydrogen bonds)
- E. 疏水作用 (Hydrophobic interaction)

- F. 范德华 (Van der Waals force)
- G. 堆积力 (Stacking force)
- H. $\pi - \pi$ stacking
- I. 卤键 (Halogen bond)

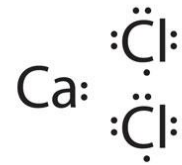
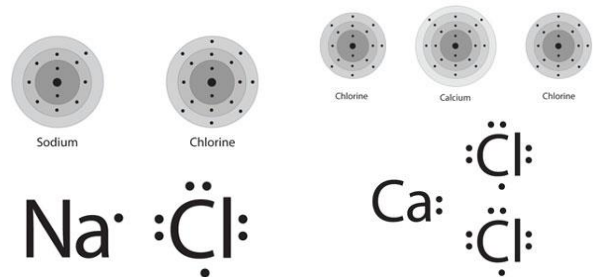
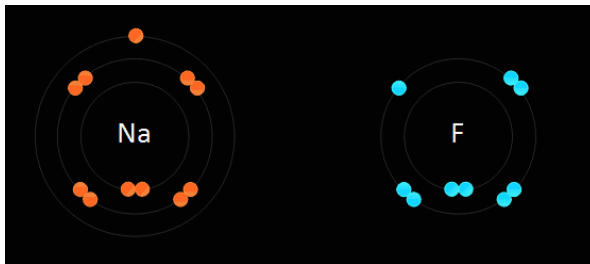
5

西安交通大学



离子键(Ionic bonds)

- ❖ 本质：得失电子、阴-阳离子间的静电作用；
- ❖ 键能(1价)：600~900 kJ/mol
- ❖ 影响因素：阴阳离子的半径、电荷数



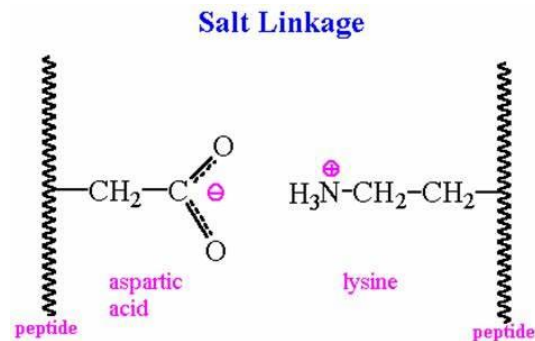
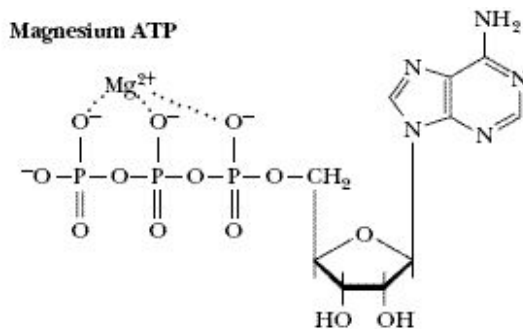
西安交通大学

6



盐键(Salt bond, salt linkage)

- ❖ 本质：阴-阳离子间静电作用；
- ❖ 键能：作用力弱，随 $1/r^2$ — $1/r^4$ 而减小；



西安交通大学

7

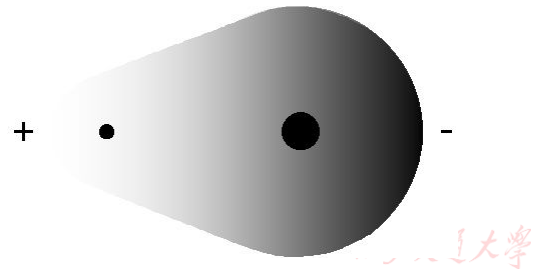
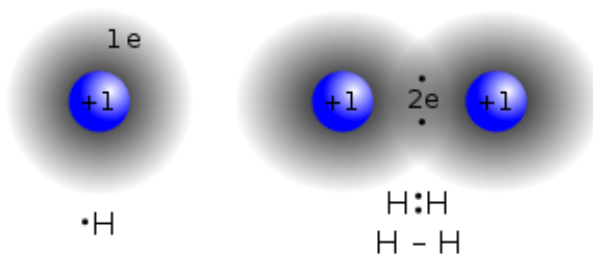


共价键(Covalent bonds)

❖ 本质：两个或多个原子**共用**其外层电子→达电子饱和状态(成对)。原子轨道重叠区域是公用电子高概率出现区域。

❖ 键能：200~500kJ/mol

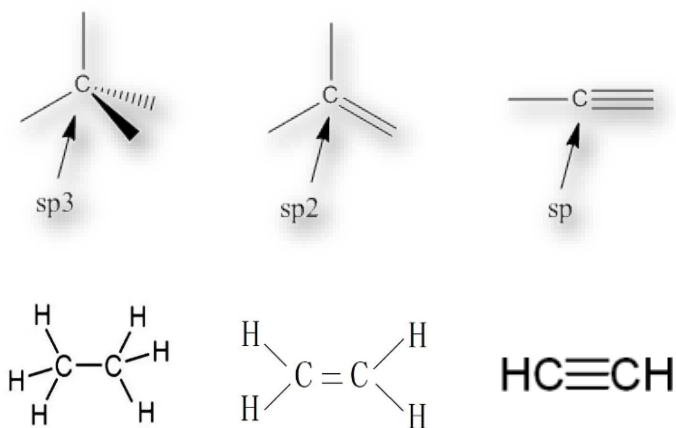
❖ σ 键 π 键 δ 键



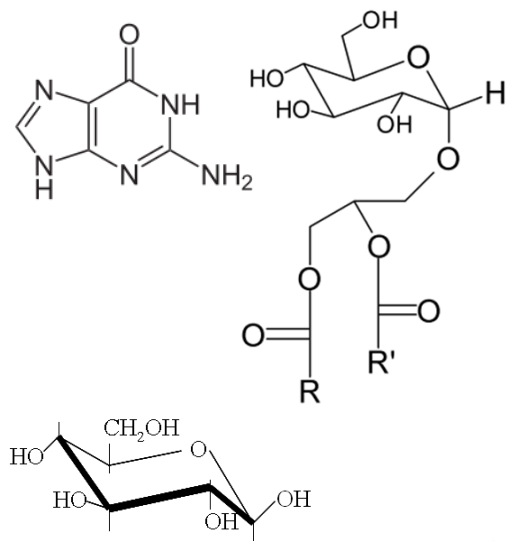
8



Summary&practice



↑：碳化学中可能的成键形式



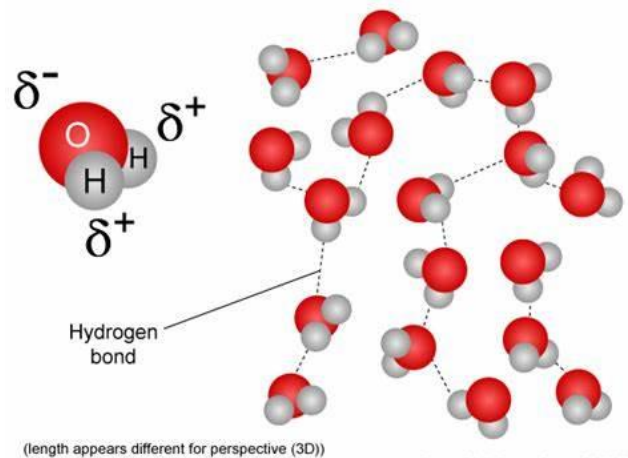
9



氢键(Hydrogen bonds)

❖ 本质：与电负性大的原子
X以共价键结合氢原子，
与其他电负性大、半径小的
原子Y(O/F/N等)接近，
在X与Y之间以氢为媒介，
生成X-H...Y形式的
相互作用，称为氢键。

❖ 键能：5~30kJ/mol

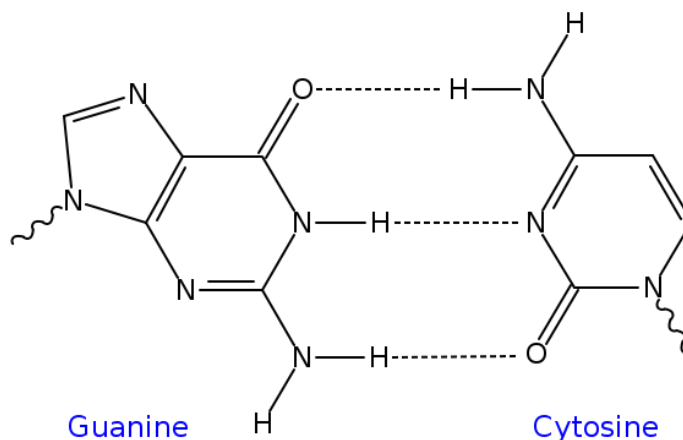


12

西安交通大学



生物分子中的氢键举例



碱基间作用

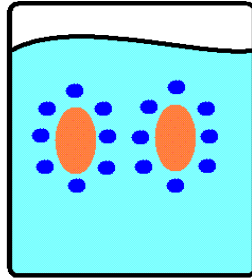
13

西安交通大学



疏水作用(Hydrophobic interaction)

- ❖ 水介质中，非亲水基团有倾向于聚集的现象；
- ❖ 本质：熵增过程→有序水变为无序水。

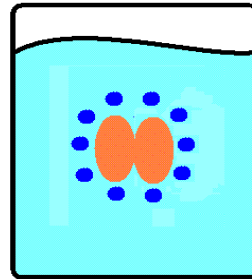


No Interactions

$\Delta H = \text{Negative}$

$\Delta S = \text{Negative}$

$\Delta G = \text{Positive}$



Hydrophobic Interaction

$\Delta H = \text{Positive}$

$\Delta S = \text{Positive}$

$\Delta G = \text{Negative}$

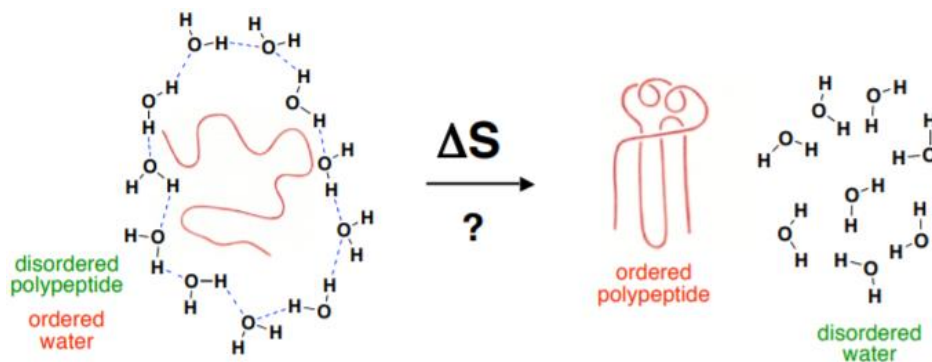
西安交通大学

14



疏水作用(Hydrophobic interaction)

- ❖ **生物大分子**：水介质中生物大分子总是倾向于把**疏水**残基埋藏在分子内部的现象；
- ❖ 键能：通常强于**氢键**和**范德华力**



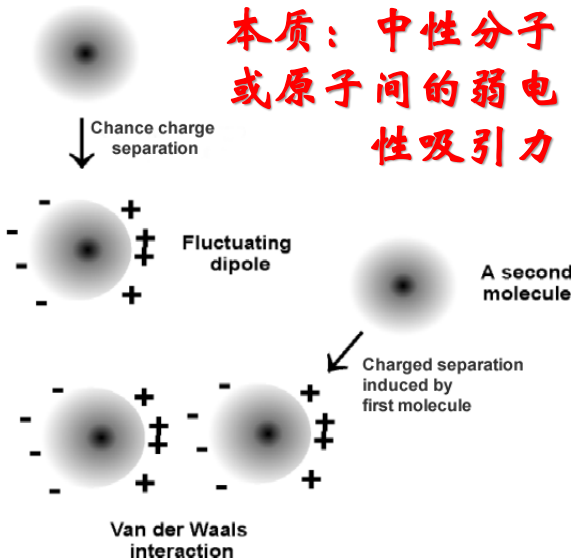
西安交通大学

15



范德华(Van der Waals force)

**本质：中性分子
或原子间的弱电
性吸引力**



❖ 3类 (第3种贡献最大):

①取向力

-极性分子永久偶极矩之间

②诱导力

-极性分子与其诱导偶极矩间

③色散力

-分子中电子的运动产生瞬时偶极矩及其诱导偶极矩间

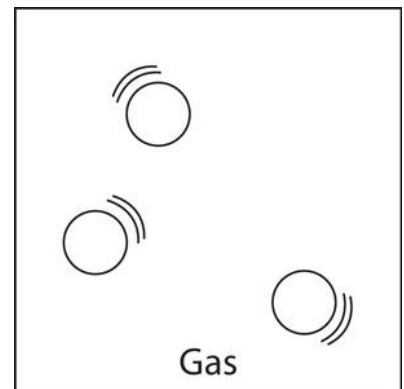
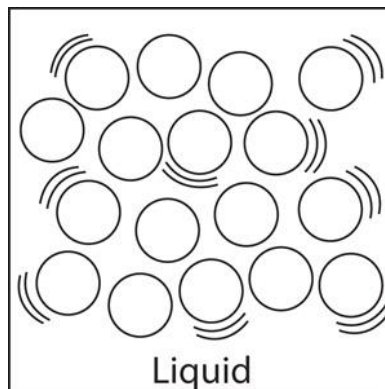
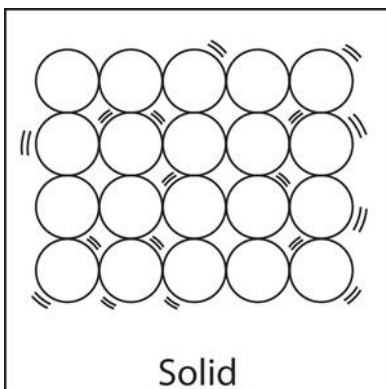
键能：~20kJ/mol

西安交通大学

16



物质的相态-有范德华力的贡献



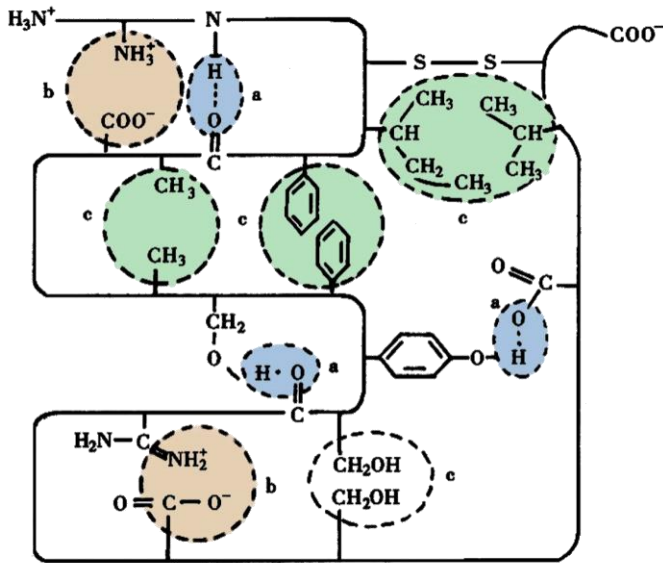
非极性小分子：氮气、氧气、二氧化碳、甲醛

西安交通大学

17



课后思考题



维持蛋白质分子构象的各种化学键

20

❖ 选1种你熟悉的生物大分子，说说其分子中有哪些你学过的化学键类型。

西安交通大学



小结+课后练习



❖ 构成生命的物质中的化学键类型

21

西安交通大学