



# 生物无机化学复习

# 第一章绪论

- 生物无机化学的概念
- 生命必需元素(24种), 微量元素(13种)

www.docin.com

# 第二章氨基酸、蛋白质、核酸

- 组成蛋白质的20种氨基酸的化学结构和分类、三字符
- 氨基酸的理化性质
- 氨基酸的等电点

# 氨基酸的特点

- 组成蛋白质的天然氨基酸有20种，19种氨基酸，1种亚氨基酸（脯氨酸）
- 结构上的共同点：除脯氨酸外，与羧基相邻的 $\alpha$ -碳原子上都有一个氨基，称为 $\alpha$ -氨基酸
- 白色晶体，熔点较高，通常 $200^{\circ}\text{C}$ 以上，大多可溶于水

# 氨基酸的分类

## ■按 • 基的化学结构分类

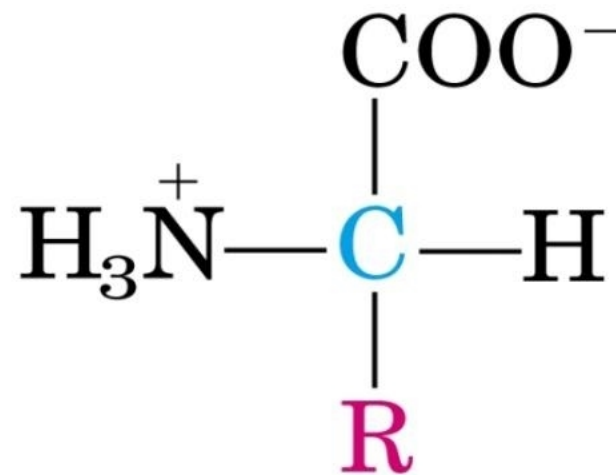
脂肪族氨基酸

芳香族氨基酸

■ 苯丙氨酸、酪氨酸、色氨酸

杂环氨基酸

■ 脯氨酸、组氨酸



# 氨基酸的分类

## ■ 按 R 基的极性分类

- 非极性R基氨基酸：丙氨酸、缬氨酸、亮氨酸、异亮氨酸、苯丙氨酸、色氨酸、蛋氨酸、脯氨酸
- 不带电荷的极性R基氨基酸：丝氨酸、苏氨酸、酪氨酸、天冬酰胺、谷氨酰胺、半胱氨酸、甘氨酸
- 在pH7 带正电荷的R基氨基酸：赖氨酸、精氨酸、组氨酸
- 在pH7 带负电荷的R基氨基酸：天冬氨酸、谷氨酸

# 氨基酸的分类

## ■ 按溶液的酸碱性

### 中性

- 非极性R 基氨基酸

- 不带电荷的极性R 基氨基酸

### 碱性

- 在pH7 带正电荷的R 基氨基酸

### 酸性

- 在pH7 带负电荷的R 基氨基酸

# 氨基酸的理化性质

## ■ 立体异构

- 除了甘氨酸外， $\alpha$ -氨基酸的 $\alpha$ -碳原子都是不对称碳原子（手性碳原子）
- 蛋白质水解产物中的 $\alpha$ -氨基酸都属于L-型

## ■ 光谱性质

- 在可见光区(400-800 nm) 没有吸收，在远紫外区(< 200nm) 都有吸收，在近紫外区(200-400 nm) 只有芳香族氨基酸有吸收
- 苯丙氨酸、酪氨酸、色氨酸的最大吸收分别是257 nm、275nm 和280nm；在 280 nm附近吸收，色氨酸最强，酪氨酸次之，苯丙氨酸最弱



# 氨基酸的理化性质

## ■ 酸碱性

- 氨基酸既含氨基又含羧基，氨基酸是两性电解质
- 氨基酸在水溶液中以两性离子为主

正离子

两性离子

负离子

# 氨基酸的理化性质

- 等电点：调节pH 值，使氨基酸的酸性电离和碱性电离恰好相抵消，氨基酸在溶液中只以两性离子的形式存在，分子的净电荷为零，在电场中既不向阳极也不向阴极移动，这时的pH 值称为等电点
  - pH>pI时，氨基酸带净负电荷，向阳极移动
  - pH<pI时，氨基酸带净正电荷，向阴极移动
- 在等电点的氨基酸分子净电荷为零，很容易聚集并沉淀析出，因此溶解度最小。

# 蛋白质

- 蛋白质元素的组成

- 蛋白质的一级结构、二级结构、三级结构、四级结构

# 蛋白质

## ■ 蛋白质的组成

- 主要含有C、H、N、O 和少量的S，有些还含有P、Fe、Cu、Mn、I等
- 不同来源的蛋白质含氮比例一定，平均值16%，测定了样品的含氮量就可算出蛋白质的含量： $\text{蛋白质含量} = \text{含氮量} \div 16\% = \text{含氮量} \times 6.25$

## ■ 蛋白质的水解

- 蛋白质可被酸、碱、酶水解，部分水解成各种大小不等的肽段和氨基酸，彻底水解成各种氨基酸的混合物

# 蛋白质的结构

- 蛋白质由氨基酸构成，氨基酸连接的基本方式是彼此以肽键结合成肽链，再由一条或多条肽链按各种方式组成成蛋白质分子。
- 一级结构
  - 蛋白质的一级结构是是肽链的数目、肽链中氨基酸的连接方式和排列顺序，以及二硫键的数目和位置。

# 一级结构

## ■ 一级结构的维系键

### □ 肽键(主要)

■ 肽键是由一个氨基酸的氨基和另一个氨基酸的羧基缩合去一分子水而成

### □ 二硫键(次要)

■ 二硫键是由两个半胱氨酸残基的巯基脱氢氧化连结而成

# 一级结构的意义

- 各种蛋白质的一级结构不同；一级结构是蛋白质空间构象和特异性生物学功能的基础，但并不是决定空间构象的唯一因素

# 蛋白质的二级结构

- 二级结构是指多肽链主链在一级结构的基础上进一步的盘旋或折叠，从而形成有规律的构象
- 二级结构不涉及氨基酸残基的侧链构象
- 二级结构的构象单元主要有： $\alpha$ -螺旋， $\beta$ -折叠， $\beta$ -转角和无规卷曲等。
- 二级结构的维系力是氢键，氢键具有方向性和饱和性



# 二级结构的主要构象单元

- **$\alpha$ -螺旋**: 多肽链的主链围绕中心轴有规律的螺旋式上升, 每3.6个氨基酸残基盘绕一周, 形成的右手螺旋
- **$\beta$ -折叠**: 处于 $\beta$ -折叠构象的多肽链是相当伸展的, 不同的肽链间(或同一肽链的不同肽段间)的N-H与C=O形成氢键, 这些肽链的长轴互相平行, 而链间形成的氢键与长轴近似垂直。 $\beta$ -折叠有两种类型: 一种是平行结构, 即所有肽链的N末端在同一段; 另一种是反平行结构, 即肽链的N末端一顺一反的排列着

# 蛋白质的三级结构

- 一条多肽链在二级结构的基础上，进一步地盘绕、折叠，从而产生特定的空间结构，或者说三级结构是指多肽链中所有原子的空间排布。
- 三级结构的维系力：疏水作用力、氢键、范德华力、盐键

# 蛋白质的四级结构

- 蛋白质由两条多肽链构成，每条肽链均有自己的一、二及三级结构，相互以非共价键(结合)连结。这些肽链称为蛋白质的亚基。由亚基构成的蛋白质称寡聚蛋白质。四级结构就是各个亚基(各条肽链)在蛋白质的天然构象中的排列方式
- 四级结构的维系力：疏水作用(主要)、离子键、氢键
- 含有四级结构的蛋白质，单独的亚基一般无生物学功能
- 并不是所有蛋白质分子都有四级结构

# 核酸

- 核酸的组成

- DNA 的分子结构和功能

- 核酸的理化性质

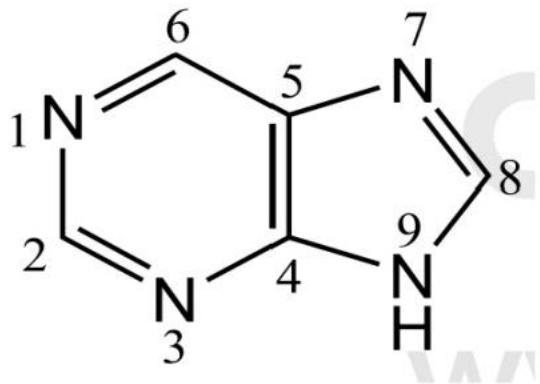
ocin.com

# 核酸的组成

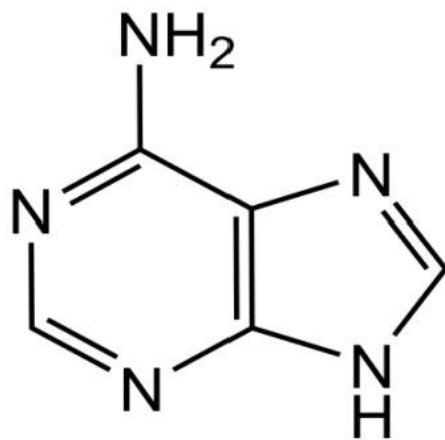
- 核酸降解产生多个核苷酸，核苷酸再分解产生磷酸和核苷，核苷进一步分解生成碱基和戊糖
- 核酸中的戊糖有两种：D-核糖和D-2-脱氧核糖
- 碱基有五种
  - 两种嘌呤碱：腺嘌呤、鸟嘌呤
  - 三种嘧啶碱：胞嘧啶、尿嘧啶、胸腺嘧啶

# 五种碱基

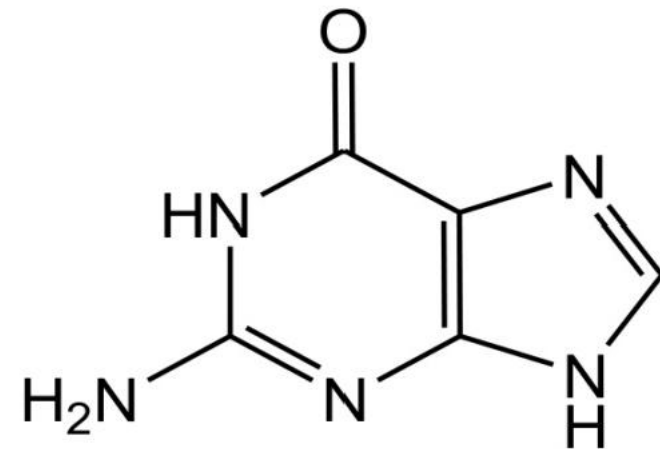
## 嘌呤碱



嘌呤(purine)

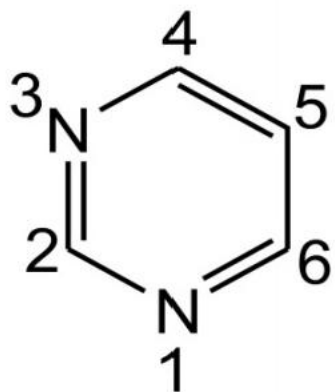


腺嘌呤(adenine)  
(DNA only)

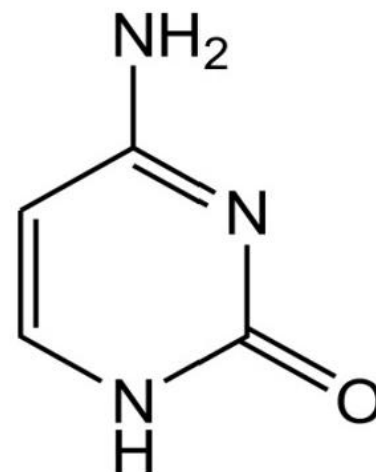


鸟嘌呤(guanine)  
(DNA only)

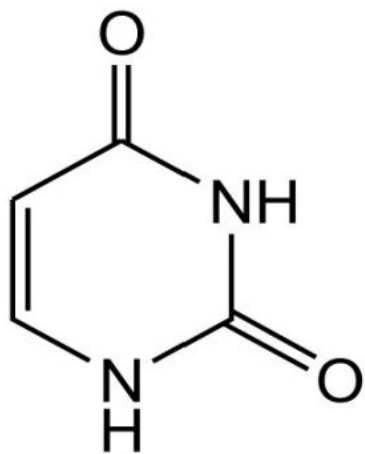
## 嘧啶碱



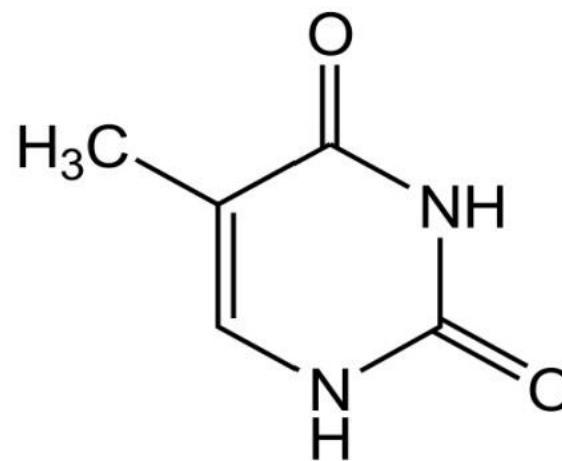
密啶(pyrimidine)



胞嘧啶(cytosine)



尿嘧啶(uracil)



胸腺嘧啶(thymine)

# DNA 和RNA 的组成

	嘌呤碱	嘧啶碱	戊糖	酸
RNA	腺嘌呤	胞嘧啶	D-戊糖	磷酸
	鸟嘌呤	尿嘧啶		
DNA	腺嘌呤	胞嘧啶	D-戊糖	
	鸟嘌呤	胸腺嘧啶		

www.docin.com

两者的差别是DNA 的胸腺嘧啶代替了RNA 的尿嘧啶



# DNA的分子结构

■一级结构：指DNA 分子中核苷酸的排列顺序及连接方式

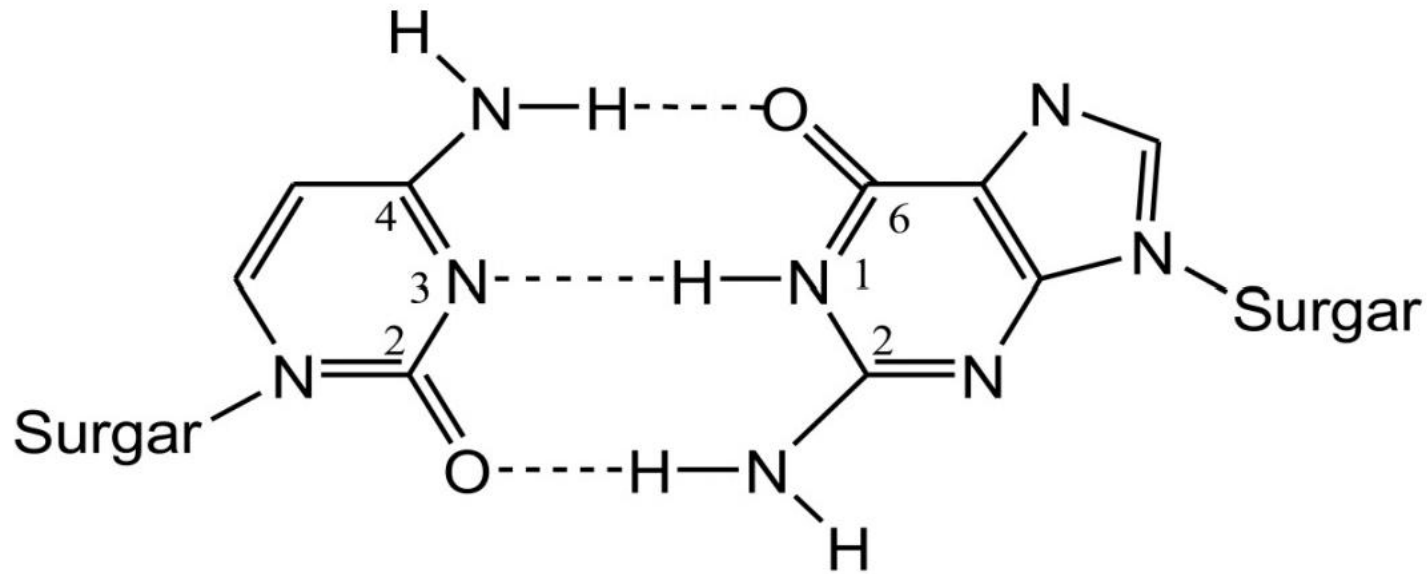
□核苷酸的排列顺序代表了遗传信息

□四种核苷酸通过3' , 5' -磷酸二酯键连接在一起

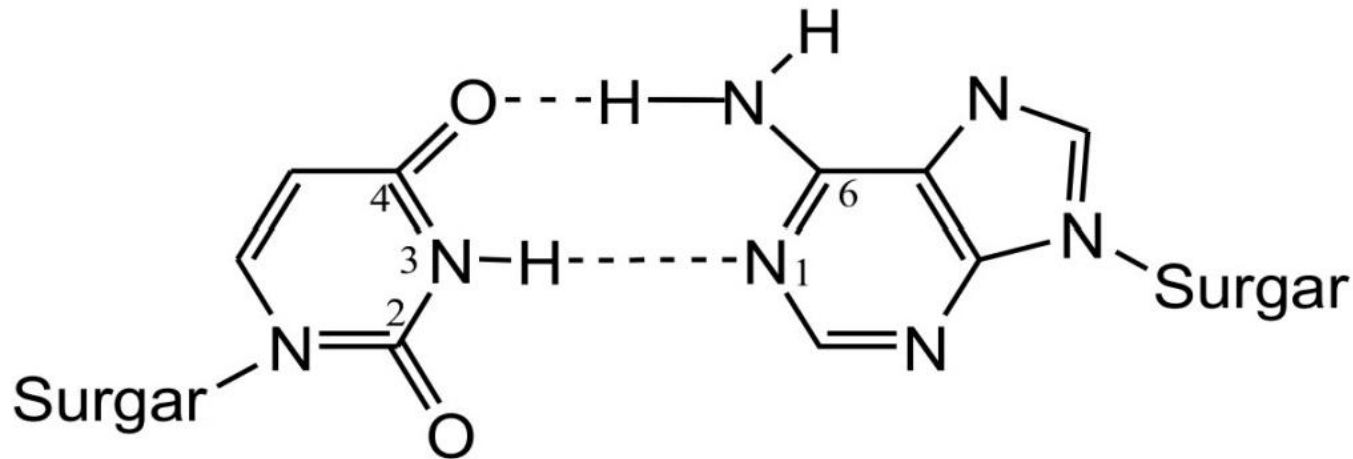
# DNA的二级结构

- **二级结构**：是由两条反平行的DNA链，按照严格的碱基配对关系形成双螺旋结构。
- **二级结构的维系力**
  - 两条链的碱基之间的氢键和碱基堆积力
- **碱基互补配对**
  - A只能与T相配对，形成两个氢键；G与C相配对，形成三个氢键

# 碱基互补配对



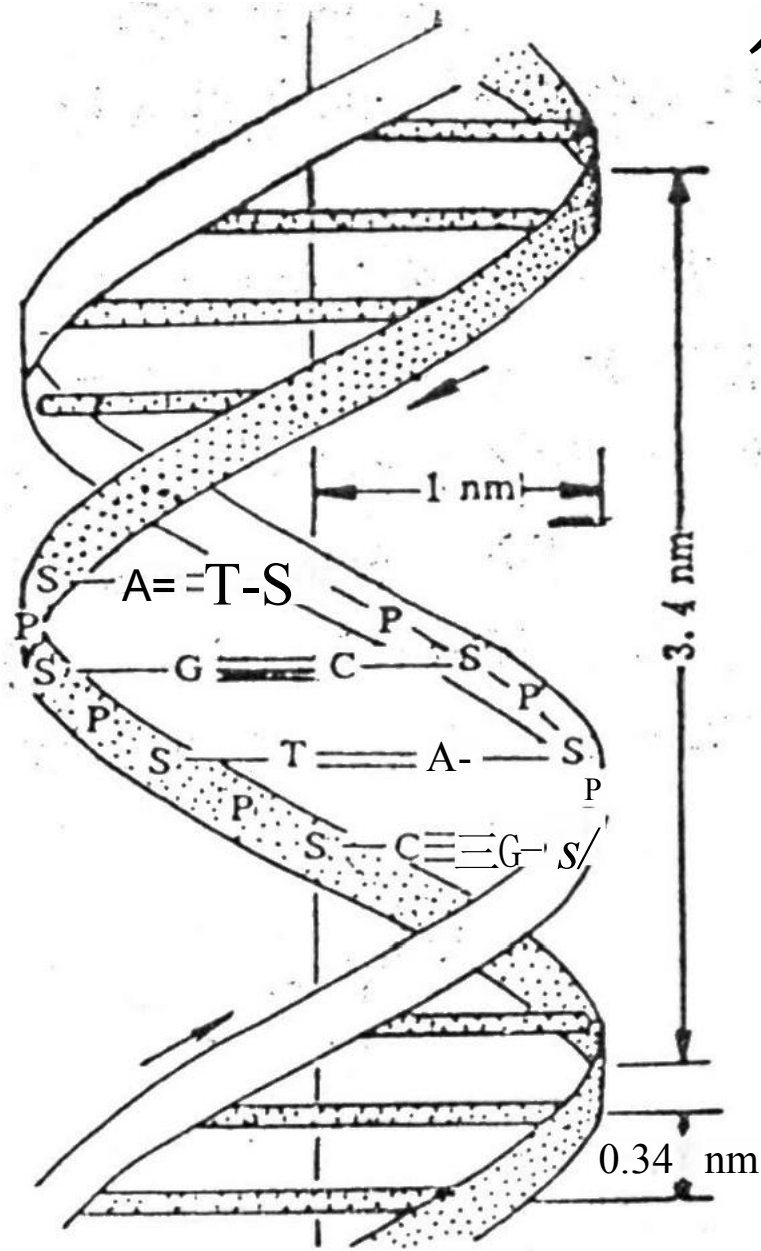
**C=G**



**T=A**

# 双螺旋结构中碱基组成规则

- 腺嘌呤和胸腺嘧啶的摩尔数相等，即 $A=T$
- 鸟嘌呤和胞嘧啶的摩尔数也相等，即 $G=C$
- 含氨基的碱基（腺嘌呤和胞嘧啶）总数等于含酮基的碱基（鸟嘌呤和胸腺嘧啶）总数，即 $A+C=G+T$
- 嘌呤的总数等于嘧啶的总数，即 $A+G=C+T$



## 双螺旋结构的特点

✓ 碱基位于双螺旋的内侧，磷酸与核糖在外侧，彼此通过3', 5' -磷酸二酯键相连接，形成DNA分子的骨架，碱基平面与纵轴垂直，糖环平面与纵轴平行

✓ 双螺旋的平均直径为2nm，相邻两对碱基间垂直距离为

0.34nm，两个核苷酸之间的夹角 $36^\circ$ 。沿中心轴每旋转一周有10个核苷酸，每一转的高度(即螺距)为3.4nm

✓ 在双螺旋表面有大沟和小沟

✓ 碱基按**A=T, G=C**配对互补，彼此以氢键相连接

# DNA的主要结构形式

## ■ 结构形式

B型

A型

■ 右手螺旋

• 型

■ 嘌呤和嘧啶交替伸展，没有明显的大沟、小沟之间的差异

■ 左手螺旋

# RNA 的结构

- 大多数以单链形式存在，但在局部可形成双螺旋结构，呈发卡结构等

# 核酸的理化性质

## ■ 核酸的紫外光谱

- 核酸中的嘌呤环和嘧啶环的共轭双键，使碱基、核苷、核苷酸和核酸在240-290nm 有很强的吸收，最大吸收峰在260 nm 附近
- DNA 和RNA 在紫外吸收上没有任何重要的差别，但各种碱基的吸收峰是不同的



以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：  
<https://d.book118.com/868134063071007006>