



10. 生命化学基础

天津大学

曲建强



10.3 核酸(Nucleic Acid)

天津大学

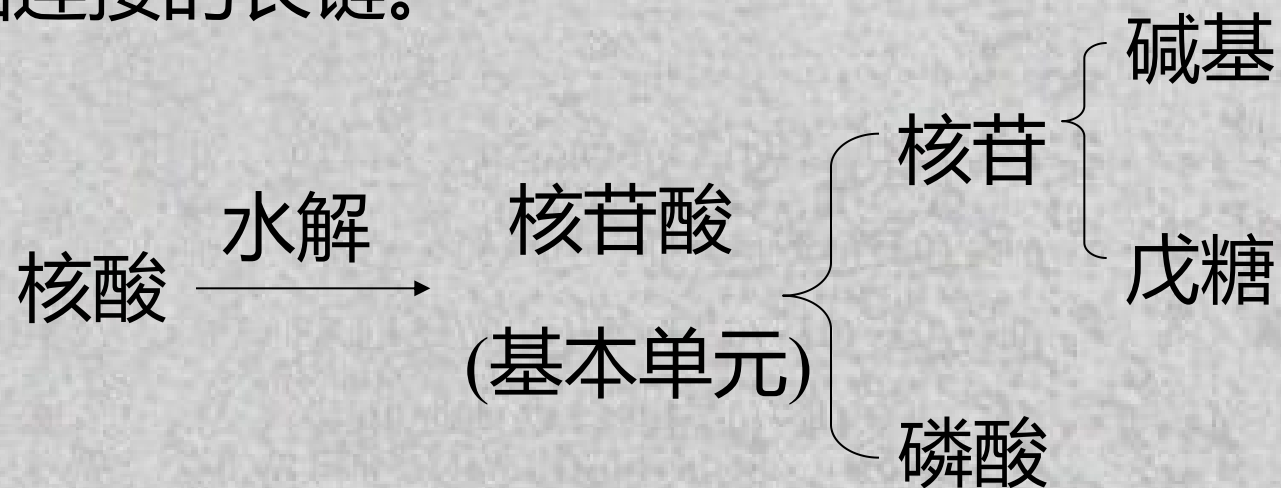
曲建强



核酸(Nucleic Acid)

核酸是遗传信息的承担者。

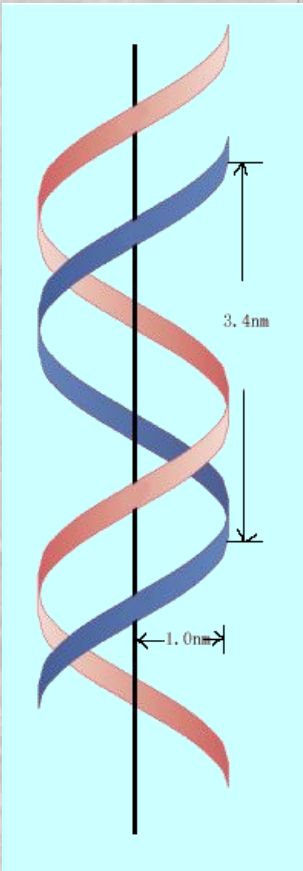
核酸分子是由许多核苷酸通过磷酸键相连接的长链。

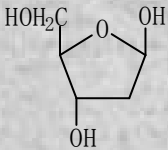
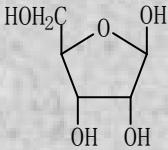
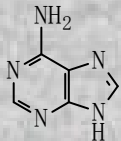
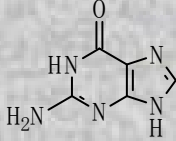
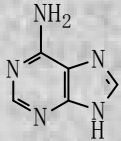
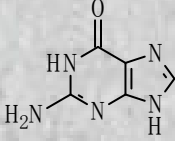
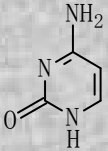
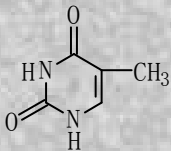
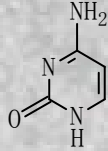
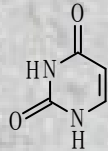




核酸(Nucleic Acid)

DNA和RNA的组成单元

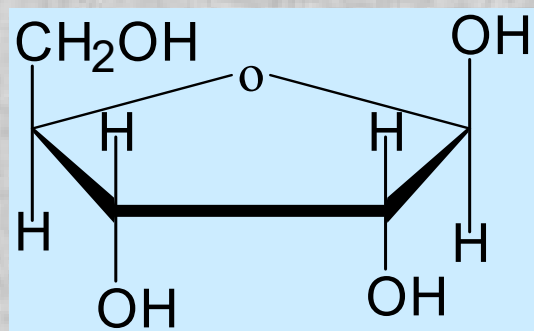


核酸组成		DNA (deoxyribonucleic acid)	RNA (ribonucleic acid)
酸		H_3PO_4	H_3PO_4
	戊醛糖	 D-2-脱氧核糖	 D-核糖
含氮有机碱	嘌呤碱	 腺嘌呤(A)  鸟嘌呤(G)	 腺嘌呤(A)  鸟嘌呤(G)
	嘧啶碱	 胞嘧啶(C)  胸腺嘧啶(T)	 胞嘧啶(C)  尿嘧啶(U)

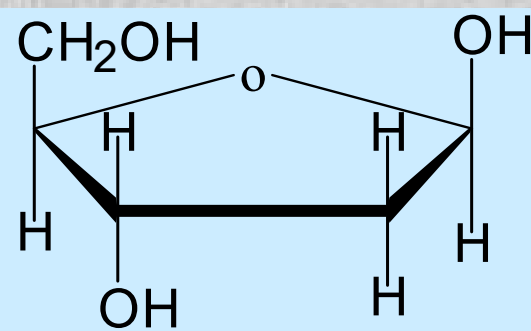


核酸(Nucleic Acid)

戊糖:



核糖

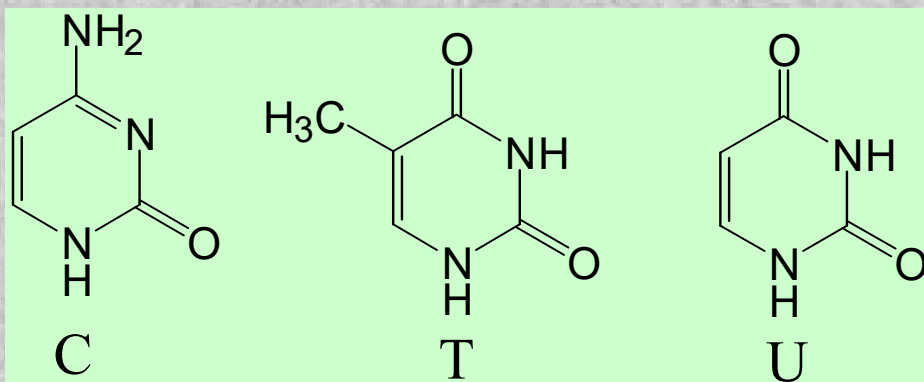
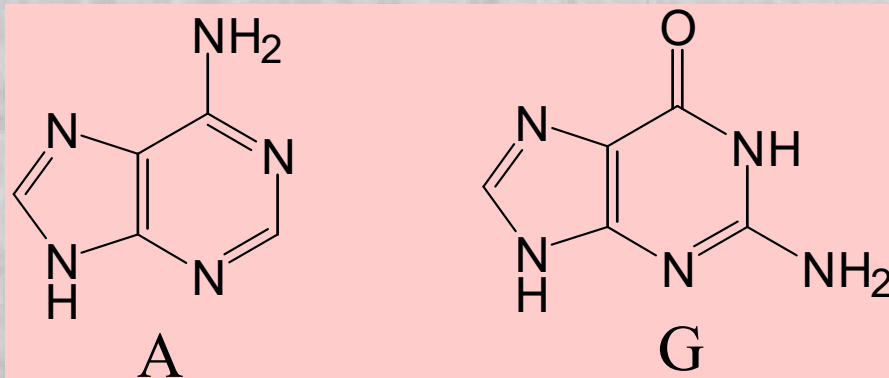


脱氧核糖



核酸(Nucleic Acid)

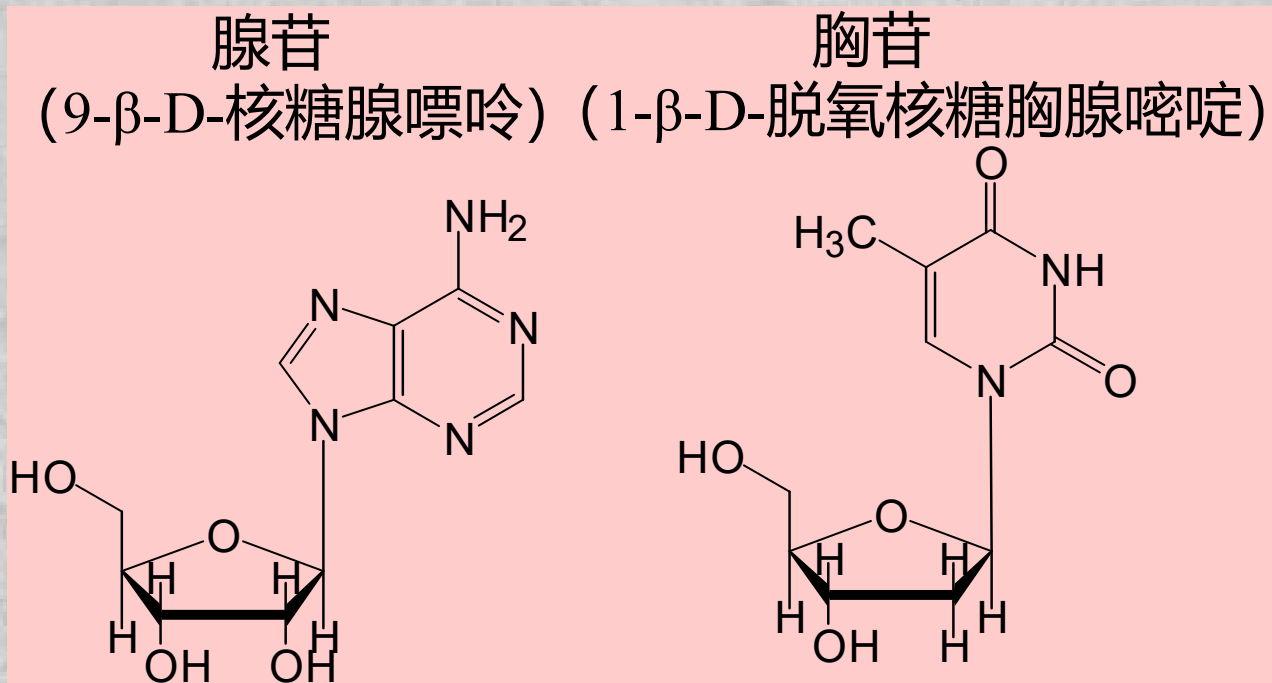
碱基(base):





核酸(Nucleic Acid)

核苷(nucleoside):



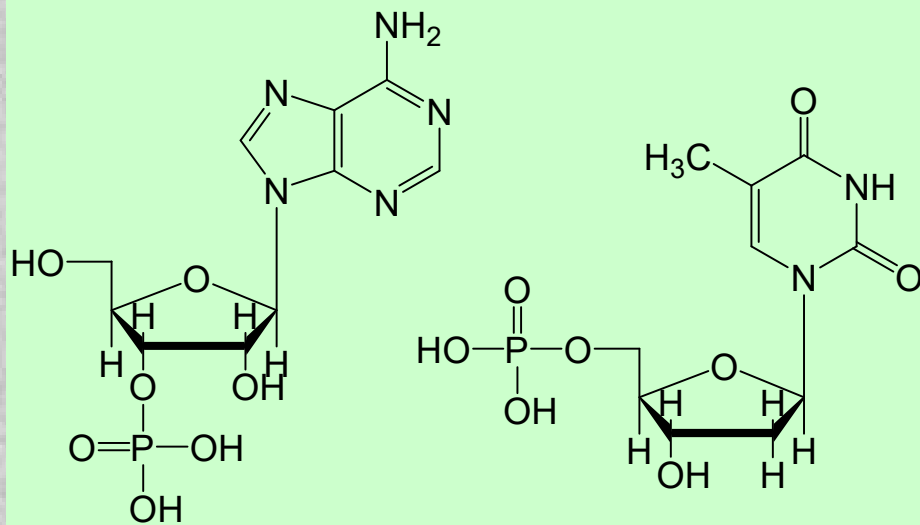


核酸(Nucleic Acid)

核苷酸(nucleotide):

核苷中戊糖的3'位或5'位羟基与磷酸脱水而形成的核苷磷酸酯，它是核酸的基本组成单位。

腺嘌呤核苷-3'-磷酸 胸腺嘧啶脱氧核苷-5'-磷酸

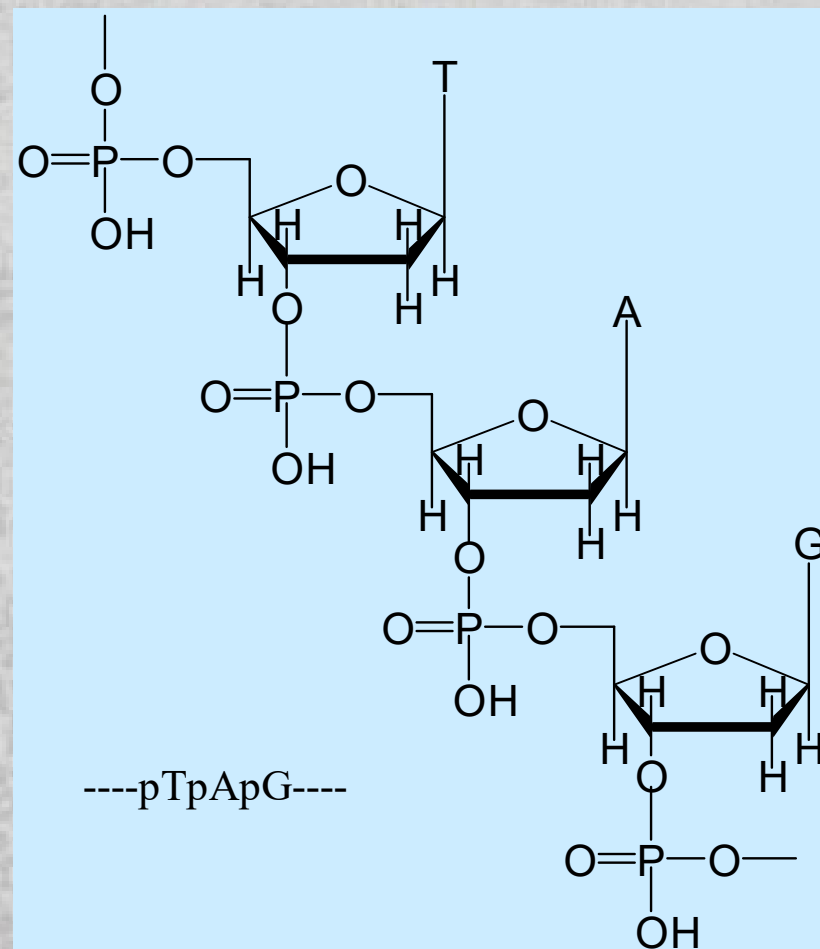




核酸(Nucleic Acid)

核酸结构

核苷酸通过3',5'-磷酸二酯键相连。





核酸(Nucleic Acid)

核酸一级结构：核苷酸排列顺序。

DNA的一级结构是由数量极其庞大的4种脱氧核糖核苷酸通过磷酸二酯键彼此连接起来。这四种核苷酸的排列顺序正是分子生物学家多年来要解决的问题。生物遗传信息就储存在此。**生物多样性源于此。**



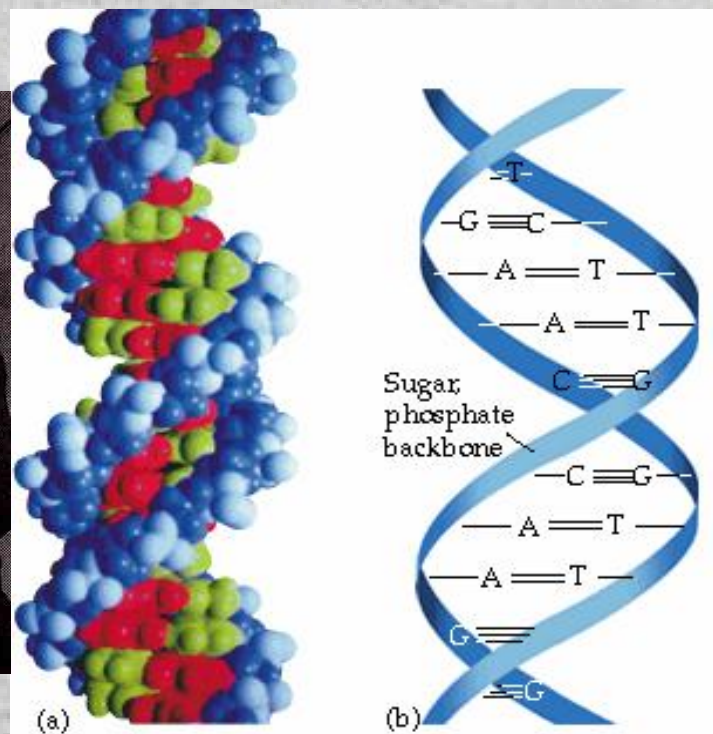
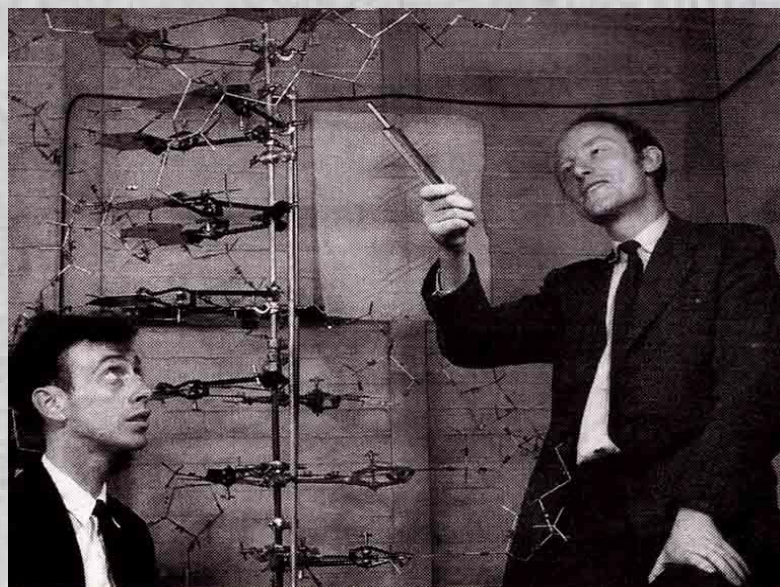
核酸(Nucleic Acid)

核酸的二级结构：核苷酸链内或链间通过氢键、碱基堆积(疏水)等弱的作用力折叠卷曲而成的构像。

DNA二级结构：两条多核苷酸链以相反的方向、平行围绕同一个轴右旋盘曲成双螺旋结构。(1953, Crick and Watson)。



核酸(Nucleic Acid)



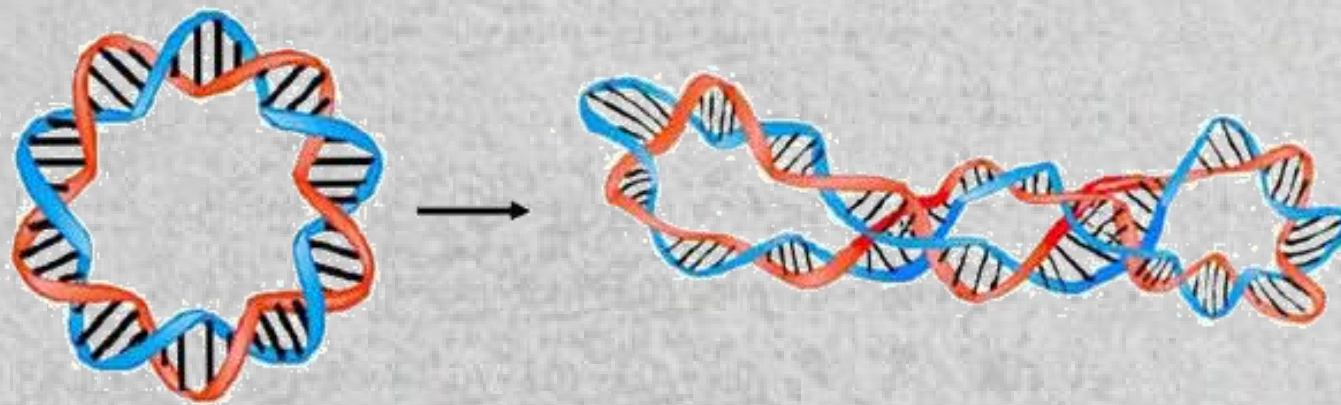
DNA的双螺旋结构：

两条链反方向，都成右手螺旋。



核酸(Nucleic Acid)

三级结构：在二级结构基础上进一步盘成复杂结构。

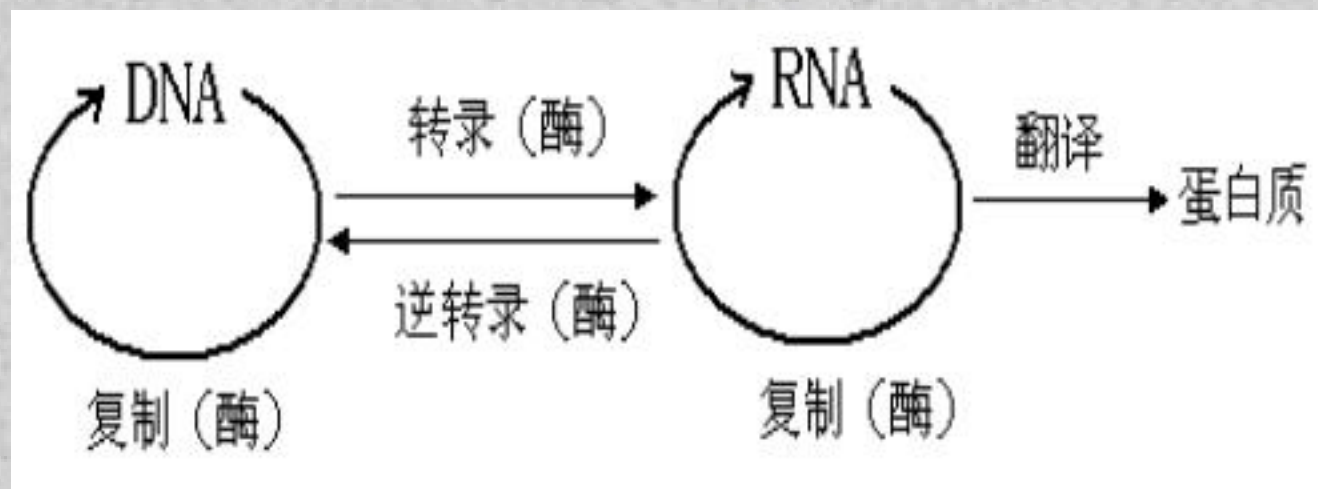


原核生物DNA多为**闭环双螺旋**结构，以**负超螺旋**的形式存在。



核酸(Nucleic Acid)

核酸与遗传信息的传递

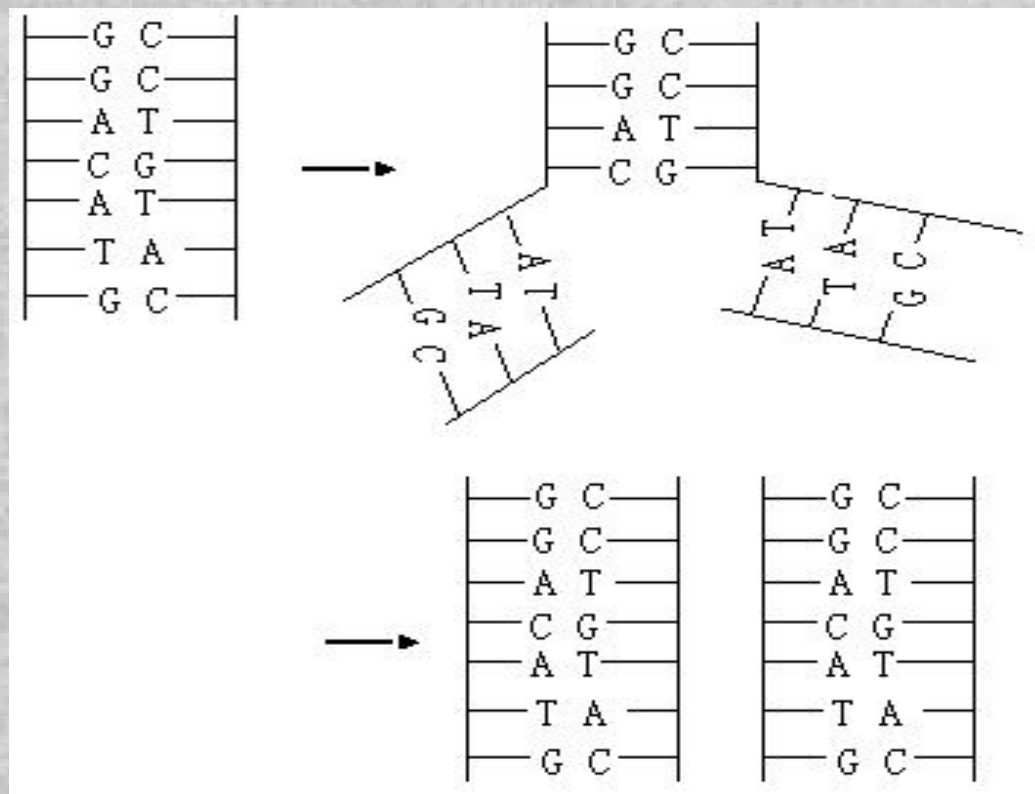


遗传特征主要通过 “DNA→RNA→蛋白质” 的过程来传递。



核酸(Nucleic Acid)

复制(replication): 以原来的DNA分子为模板合成出相同分子的过程。





核酸(Nucleic Acid)

转录(transcription): 在DNA分子上合成与其核苷酸顺序相应的RNA的过程。

翻译(translation): 在RNA的控制下, 从DNA得来的核苷酸顺序合成出特定氨基酸顺序的蛋白质的过程。

逆转录(reverse transcription): 以RNA为模板, 按照RNA分子中的核苷酸顺序合成DNA的过程。



核酸(Nucleic Acid)

基因工程

即遗传工程，是用人工方法改组DNA(基因)，培育新型生物品种的技术。

实验室中用细菌作材料研究基因工程通常经过三步骤：基因重组；将重组DNA引入受体细胞；筛选出含有重组DNA的细胞进行克隆(clone)。



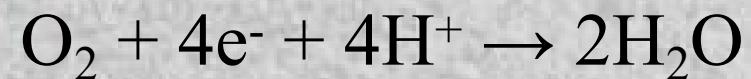
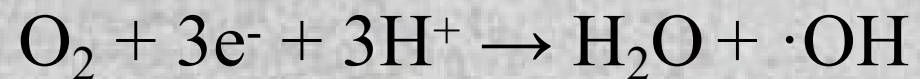
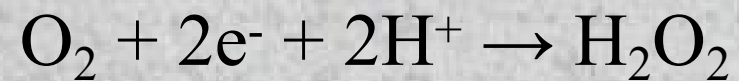
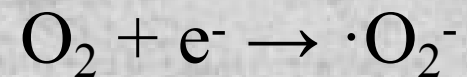
核酸(Nucleic Acid)

活性氧和DNA氧化性损伤

生理条件下, 96%~99%的氧可通过酶催化还原为 H_2O , 尚有1%~4%转变为 $\cdot\text{O}_2^-$ 和 H_2O_2 。伴随 $\cdot\text{O}_2^-$ 产生的还有 $\cdot\text{OH}$ 、单重态分子氧 $^1\text{O}_2$ 以及其他有关的含氧毒性分子, 这些由氧形成、含氧而且具有高度化学活性的分子统称为**活性氧**(reactive oxygen species, ROS)。



核酸(Nucleic Acid)





核酸(Nucleic Acid)

活性氧进攻多聚不饱和脂肪酸可引起脂质过氧化，导致生物膜结构和功能的改变；损伤蛋白质的巯基和氨基可使蛋白质变性、交联，使酶的活性丧失；损伤DNA可导致细胞突变。



核酸(Nucleic Acid)

活性氧诱导的DNA氧化性损伤，实质是碱基结构的损伤。 $\cdot\text{OH}$ 与DNA链的四种碱基反应活性最高，反应速率常数约达 $10^{10} \text{ mol}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ 。因此，细胞中出现最频繁的是 $\cdot\text{OH}$ 诱导的碱基损伤，最终形成稳定的碱基病灶，DNA链复制受阻，并可引发碱基配对错误，导致细胞死亡。



核酸(Nucleic Acid)

面对各种因素造成的DNA损伤，生物体在进化过程中逐渐形成了一系列酶类和非酶类**防御和修复系统**，它们在预防活性氧的损伤、识别和修复碱基病灶方面起了重要的作用。**超氧化歧化酶** (superoxide dismutase, SOD)就是生物体内清除自由基的酶系。



核酸(Nucleic Acid)

思考题

1. DNA双螺旋二级结构中，两条链方向是否相同？是右手还是左手螺旋？碱基的关系是什么？
2. 核酸分子储存、传递遗传信息的关键部分是什么？
3. 何谓转录？
4. 复制与转录的异同点是什么？