

## 【选必三 有机】【一化辞典】生物大...类+蛋白质+核酸（重要）

### 的一部分：生物大分子-糖类

#### 糖类的结构与组成

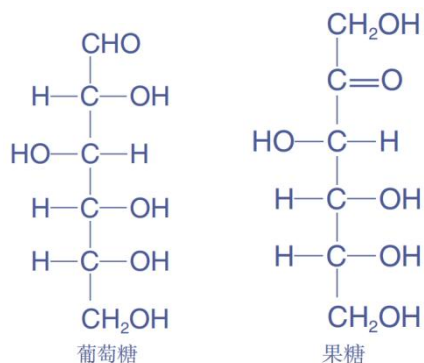
1. 糖类化合物一般由碳、氢、氧三种元素组成，很多糖类分子中氢原子和氧原子的数目比恰好为 2:1，其组成可以用通式  $C_m(H_2O)_n$  表示，如葡萄糖（ $C_6H_{12}O_6$ ）、蔗糖（ $C_{12}H_{22}O_{11}$ ）、淀粉  $[(C_6H_{10}O_5)_n]$  等，所以糖类也被称为碳水化合物。
2. 符合  $C_m(H_2O)_n$  通式的物质不一定是糖类化合物，如甲醛  $CH_2O$ 、乙酸  $C_2H_4O_2$  等；有些糖的分子式并不符合  $C_m(H_2O)_n$ ，如脱氧核糖（ $C_5H_{10}O_4$ ）。
3. 有甜味的不一定是糖，如甘油、木糖醇等；没有甜味的也可能是糖，如淀粉、纤维素等。因此，糖类物质不完全属于碳水化合物，也不等于甜味物质。
4. 从分子结构上看，糖类是多羟基醛、多羟基酮和它们的脱水缩合物。  
缩合一般指两个或更多的反应物生成一个主要产物，并伴随着失去  $H_2O$  等小分子的反应。
5. 根据糖类能否水解以及水解后的产物，糖类可分为单糖、寡糖和多糖。
  - (1) 通常将不能水解的糖称为单糖，如葡萄糖、果糖、核糖和脱氧核糖等。
  - (2) 1 mol 糖水解后能产生 2~10 mol 单糖的称为寡糖或低聚糖，其中以二糖最为重要，常见的二糖有蔗糖、麦芽糖和乳糖等。
  - (3) 1 mol 糖水解后能产生 10 mol 以上单糖的称为多糖，淀粉、纤维素和糖原等都属于多糖。

#### 单糖：葡萄糖、果糖、核糖与脱氧核糖

1. 葡萄糖是自然界中分布最广的单糖，因最初是从葡萄汁中分离得到而得名。葡萄糖存在于水果、蜂蜜，以及植物的种子、叶、根、花中。动物的血液和淋巴液中也含有葡萄糖。葡萄糖是易溶于水的无色晶体，熔点为  $146\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，有甜味，但甜度不如蔗糖。
2. 果糖在水果和蜂蜜中含量较高，它比蔗糖的甜度高，广泛应用于食品和医药的生产中。纯净的果糖为无色晶体，易溶于水，吸湿性强。果糖的分子式为  $C_6H_{12}O_6$ ，是葡萄糖的同分异构体。果糖是一种多羟基酮，属于酮糖。
3. 核糖与脱氧核糖分别是生物体的遗传物质核糖核酸（RNA）与脱氧核糖核酸（DNA）的重要组成部分。它们都是含有 5 个碳原子的单糖——戊糖。

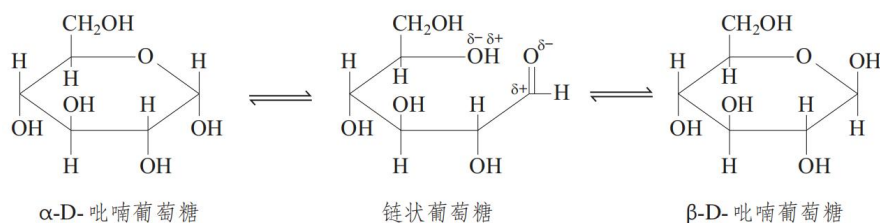
## 单糖：葡萄糖、果糖

	葡萄糖	果糖
分子式	$C_6H_{12}O_6$	$C_6H_{12}O_6$
结构简式	$CH_2OH(CHOH)_4CHO$	$CH_2OH(CHOH)_3-C(=O)-CH_2OH$
官能团	$-CHO, -OH$	$C=O, -OH$
关系	互为同分异构体	



## 葡萄糖的环状结构

葡萄糖分子中的醛基可以与分子内的羟基作用，形成两种六元环状结构。在葡萄糖水溶液中，存在着链状和环状结构葡萄糖之间的平衡，其中绝大部分葡萄糖为环状结构。很多单糖，以及寡糖和多糖中的单糖单元多以环状结构的形式存在。



## 葡萄糖的化学性质

葡萄糖分子中含有醛基和醇羟基，可发生氧化、加成、酯化等反应。

### (1) 氧化反应

- ① 生理氧化或燃烧：
- ② 与弱氧化剂银氨溶液（银镜反应）：
- ③ 与新制的  $Cu(OH)_2$ ：
- ④ 使溴水和酸性高锰酸钾溶液褪色

### (2) 酯化反应

### (3) 加成反应

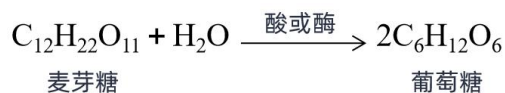
### (4) 发酵生成酒精：

## 二糖：麦芽糖、蔗糖

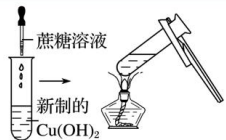
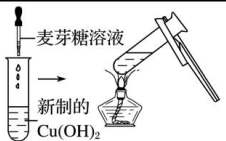
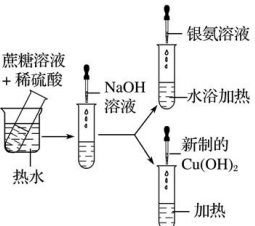
1. 蔗糖是最常用的甜味剂，也是在自然界中分布最广的一种二糖，存在于大多数植物体中，在甘蔗和甜菜中含量最丰富。蔗糖为无色晶体，熔点 186 °C，易溶于水。蔗糖的分子式为  $C_{12}H_{22}O_{11}$ 。在酸或酶的作用下，蔗糖可水解生成葡萄糖和果糖。



2. 麦芽糖主要存在于发芽的谷粒和麦芽中，是淀粉水解过程中的一种中间产物。使用含淀粉酶的麦芽作用于淀粉可制得饴糖，其主要成分为麦芽糖。麦芽糖有甜味，但甜度不及蔗糖。麦芽糖的分子式为  $C_{12}H_{22}O_{11}$ 。在酸或酶催化下，麦芽糖发生水解反应生成葡萄糖。



### 蔗糖、麦芽糖化学性质的实验探究

实验步骤	实验现象	实验结论
	试管内无明显现象	蔗糖分子中无醛基，是非还原性糖 麦芽糖分子中含有醛基，是还原性糖
	试管内产生砖红色沉淀	
	加入银氨溶液的试管中产生银镜； 加入新制的 $Cu(OH)_2$ 的试管中出现砖红色沉淀	蔗糖的水解产物分子中含有醛基，具有还原性

### 二糖：蔗糖、麦芽糖化学性质的实验探究

- ①盛蔗糖或麦芽糖溶液的试管要预先洗净，可先用 NaOH 溶液洗涤，再用清水洗净；
- ②蔗糖水解实验需要用水浴加热，目的是有效控制温度并使之受热均匀。
- ③检验水解产物为葡萄糖时，一定要先加 NaOH 溶液中和作催化剂的稀硫酸，至溶液呈碱性后再加银氨溶液或新制的  $Cu(OH)_2$ ，否则实验会失败。

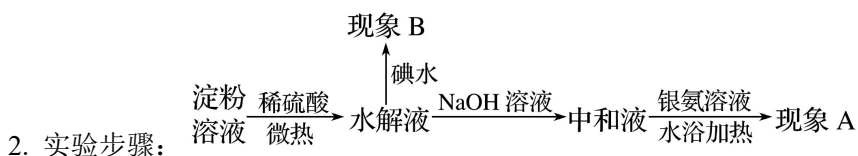
## 多糖：淀粉和纤维素

淀粉和纤维素是最重要的多糖，它们都是由大量葡萄糖单元相互连接组成的，属于天然有机高分子，淀粉的相对分子质量可达到几十万，纤维素可达到几百万。淀粉和纤维素的分子式可以表示为 $(C_6H_{10}O_5)_n$ ，其中的葡萄糖单元中一般仍有三个羟基，所以也可表示为 $[C_6H_7O_2(OH)_3]_n$ 。淀粉和纤维素分子中所包含的葡萄糖单元数目，即  $n$  值不同，二者的组成与结构不同。

	淀粉	纤维素
通式	$(C_6H_{10}O_5)_n$	
关系	①不是同分异构体( $n$ 值不等), 也不是同系物(结构不同且分子组成上也不相差 $n$ 个 $CH_2$ 原子团); ②都是天然有机高分子化合物	
结构特征	分子中含有几百个到几千个葡萄糖单元	分子中含有几千个葡萄糖单元
物理性质	白色、没有甜味、固态粉末，不溶于冷水，在热水中发生糊化作用	白色、没有甜味、具有纤维状结构的固体，不溶于水，也不溶于一般的有机溶剂
化学性质	①无还原性；②能水解生成葡萄糖； ③能发生酯化反应；④遇碘单质变蓝	①无还原性；②能水解生成葡萄糖(难)； ③能发生酯化反应
存在	植物光合作用的产物	构成细胞壁的基础物质
用途	制葡萄糖和酒精，人体的能源之一	纺织、造纸、制纤维素硝酸酯、纤维素乙酸酯等

## 淀粉水解程度的判断

1. 实验原理：判断淀粉水解的程度时，要注意检验产物中是否生成葡萄糖，同时还要确认淀粉是否水解完全。用银氨溶液或新制的  $Cu(OH)_2$  和碘水来检验淀粉是否发生了水解及水解是否完全。



3. 实验现象和结论：

	现象 A	现象 B	结论
①	未出现银镜	溶液变成蓝色	淀粉尚未水解
②	出现银镜	溶液变成蓝色	淀粉部分水解
③	出现银镜	溶液不变蓝色	淀粉完全水解

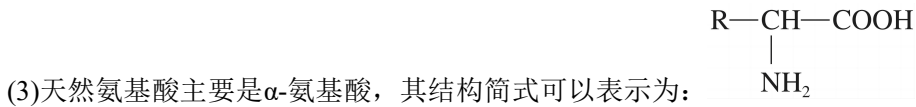
## 第二部分：生物大分子-蛋白质

### 氨基酸的结构和性质

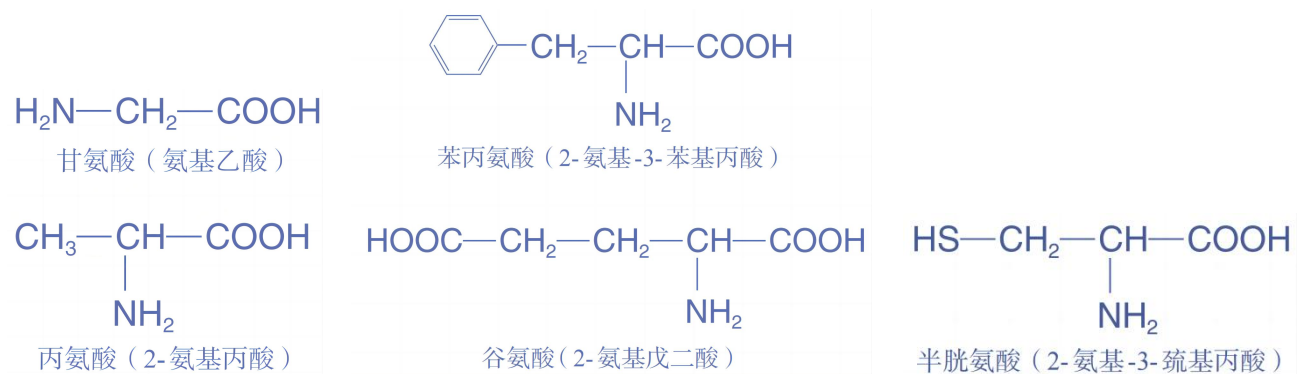
#### 1. 氨基酸的分子结构

(1)从结构上看，氨基酸可以看作是羧酸分子中烃基上的氢原子被氨基取代的产物。

(2)官能团：分子中既含有—COOH(羧基)又含有—NH<sub>2</sub>(氨基)。



#### 2. 常见的 $\alpha$ -氨基酸：

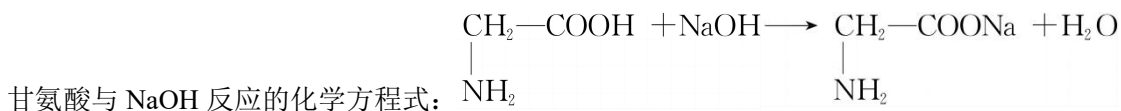
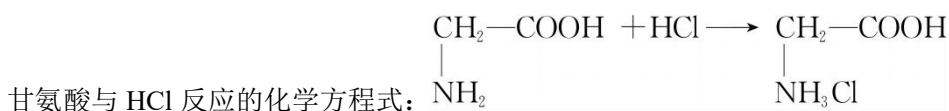
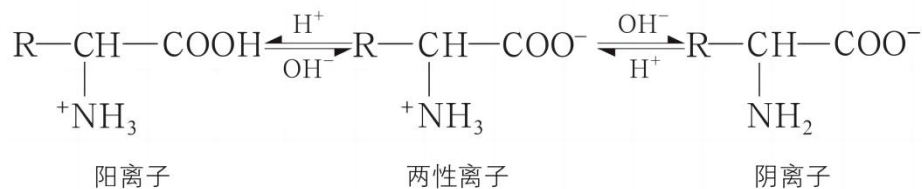


$\alpha$ -氨基酸除甘氨酸外，一般均含有连接 4 个不同原子或原子团的手性碳原子，具有对映异构体。

#### 3. 氨基酸的性质

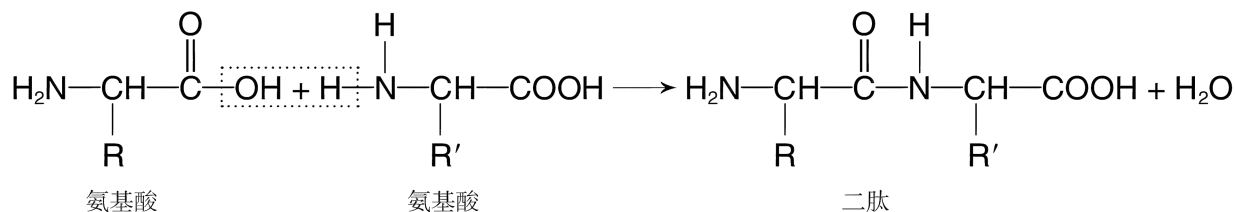
(1) 物理性质：天然氨基酸均为无色晶体，熔点较高，多在 200~300 °C 熔化时分解。一般能溶于水，而难溶于乙醇、乙醚等有机溶剂。

(2) 氨基酸的两性：氨基酸分子中既含有羧基，又含有氨基。羧基是酸性基团，氨基是碱性基团，因此氨基酸是两性化合物，能与酸、碱反应生成盐。

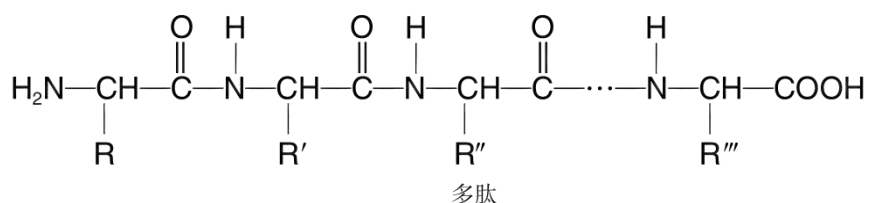


(3) 成肽反应：两个氨基酸分子（可以相同，也可以不同）在一定条件下，通过氨基与羧基间缩合脱去水，

形成含有肽键( $\text{—}\overset{\text{O}}{\parallel}\text{C—}\overset{\text{H}}{\text{N}}\text{—}$ )的化合物，发生成肽反应。



由两个氨基酸分子缩合后形成的含有肽键的化合物称为二肽。二肽还可以继续与其他氨基酸分子缩合生成三肽、四肽、五肽，以至生成长链的多肽。



多肽常呈链状，因此也叫肽链。肽链能盘曲、折叠，还可以相互结合，形成蛋白质。一般把相对分子质量在 10 000 以上，并具有一定空间结构的多肽称为蛋白质。

### 氨基酸知识点正误判断

1. 氨基酸分子中的 $\text{—COOH}$  能电离出  $\text{H}^+$  显酸性， $\text{—NH}_2$  能结合  $\text{H}^+$  显碱性 ( )
2. 氨基酸能发生酯化反应、成肽反应和水解反应 ( )
3. 成肽反应的规律为 $\text{—COOH}$  脱 $\text{—OH}$ ， $\text{—NH}_2$  脱 $\text{—H}$  ( )
4. 两个氨基酸分子脱水后形成的二肽中含有两个肽键 ( )
5. 用甘氨酸( $\text{H}_2\text{NCH}_2\text{COOH}$ )和丙氨酸( $\text{CH}_3\text{CHNH}_2\text{COOH}$ )缩合，最多可形成 4 种二肽 ( )

### 蛋白质的组成与结构

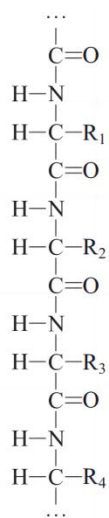
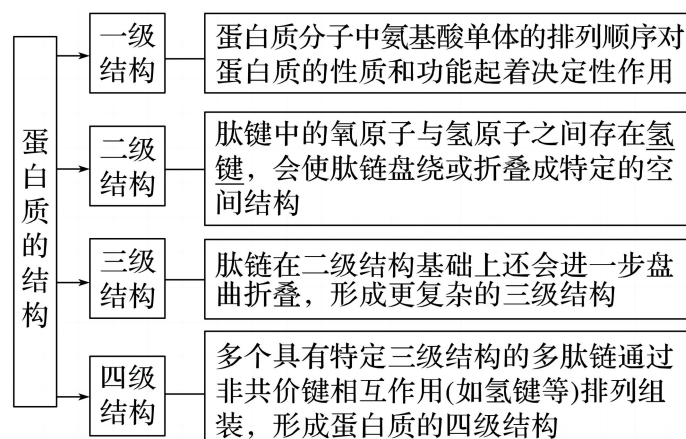
1. 蛋白质是由多种氨基酸通过肽键等相互连接形成的一类生物大分子，是一般细胞中含量最多的有机分子。

蛋白质主要由 C、H、O、N、S 等元素组成，有些蛋白质还含有 P、Fe、Zn、Cu 等元素。

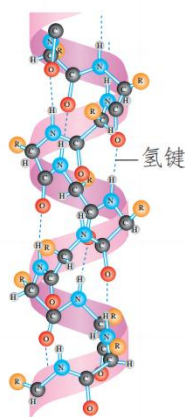
2. 蛋白质的结构：

(1) 各种蛋白质的特殊功能和活性不仅取决于多肽链的氨基酸种类、数目及排列顺序，还与其特定的空间结构密切相关。

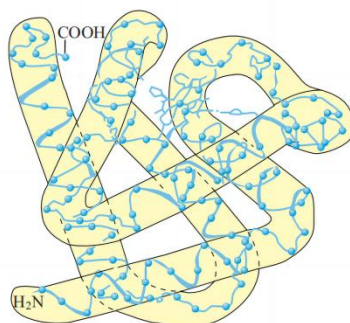
(2) 蛋白质的四级空间结构：



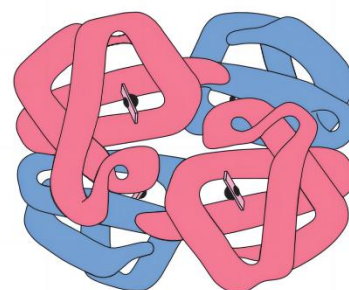
一级结构



二级结构



三级结构



四级结构

## 蛋白质的性质

1. 两性：形成蛋白质的多肽是由多个氨基酸缩合形成的，在多肽链的两端必然存在着自由的氨基与羧基，同时侧链中也往往存在酸性或碱性基团。因此，蛋白质与氨基酸类似，也是两性分子，既能与酸反应，又能与碱反应。
2. 水解：蛋白质在酸、碱或酶的作用下，逐步水解成相对分子质量较小的多肽，最终水解得到氨基酸。食物中的蛋白质在人体内各种蛋白酶的作用下水解成氨基酸，氨基酸被肠壁吸收进入血液，再在体内重新合成人体所需要的蛋白质。
3. 胶体：蛋白质分子直径很大，溶解在水中可形成胶体分散系，具有胶体的某些性质。
4. 盐析：少量的某些可溶性盐（如硫酸铵、硫酸钠、氯化钠等）能促进蛋白质的溶解。但当这些盐在蛋白质溶液中达到一定浓度时，反而使蛋白质的溶解度降低而使其从溶液中析出，这种作用称为盐析。蛋白质的盐析是一个可逆过程，盐析出的蛋白质在水中仍能溶解，并不影响其活性。采用多次盐析和溶解，可以分离提纯蛋白质。



5. 变性：在某些物理或化学因素的影响下，蛋白质的性质和生理功能发生改变的现象称为蛋白质的变性。物理因素包括：加热、加压、搅拌、振荡、超声波、紫外线和放射线等；化学因素包括：强酸、强碱、重金属盐、乙醇、甲醛等。变性后的蛋白质在水中不能重新溶解，同时也会失去原有的生理活性，发生了不可逆的变化。
6. 显色反应：向某些蛋白质溶液中加入浓硝酸会有白色沉淀产生，加热后沉淀变黄色。含有苯环的蛋白质均能发生这个反应。皮肤、指甲不慎沾上浓硝酸会出现黄色就是由此造成的。除了硝酸，其他一些试剂也可以与蛋白质作用，呈现特定的颜色，可用于蛋白质的分析检测。
7. 灼烧：蛋白质灼烧时有烧焦羽毛的气味，可用于鉴别合成纤维、人造丝和纯毛线、蚕丝(成分为蛋白质)等织物。

## 酶

1. 酶是一类由细胞产生的、对生物体内的化学反应具有催化作用的有机物，其中绝大多数是蛋白质。
2. 酶的催化作用特点：
  - (1) 酶的催化反应条件温和，一般在接近体温和中性的条件下进行，此时酶的活性最高。超过适宜的温度时，酶将失去活性。
  - (2) 具有高度的专一性。如蛋白酶只能催化蛋白质的水解反应，淀粉酶只对淀粉和糖原等多糖的水解起催化作用。
  - (3) 酶对生物体内进行的复杂反应具有高效的催化作用，一般是普通催化剂的  $10^7$  倍。

## 蛋白质、酶正误判断题

1. 向蛋白质溶液里加 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 溶液可提纯蛋白质 ( )
2. 蛋白质的分子能透过半透膜 ( )
3. 蛋白质水解的最终产物是氨基酸 ( )
4. 向两份蛋白质溶液中分别加入饱和  $\text{NaCl}$  溶液和  $\text{CuSO}_4$  溶液，均有固体析出，且两者的原理相同 ( )
5. 任何结构的蛋白质遇到浓  $\text{HNO}_3$  都会变黄色 ( )
6. 酶都是蛋白质，是生物体内重要的催化剂 ( )
7. 温度越高，酶对某些化学反应的催化效率越高 ( )



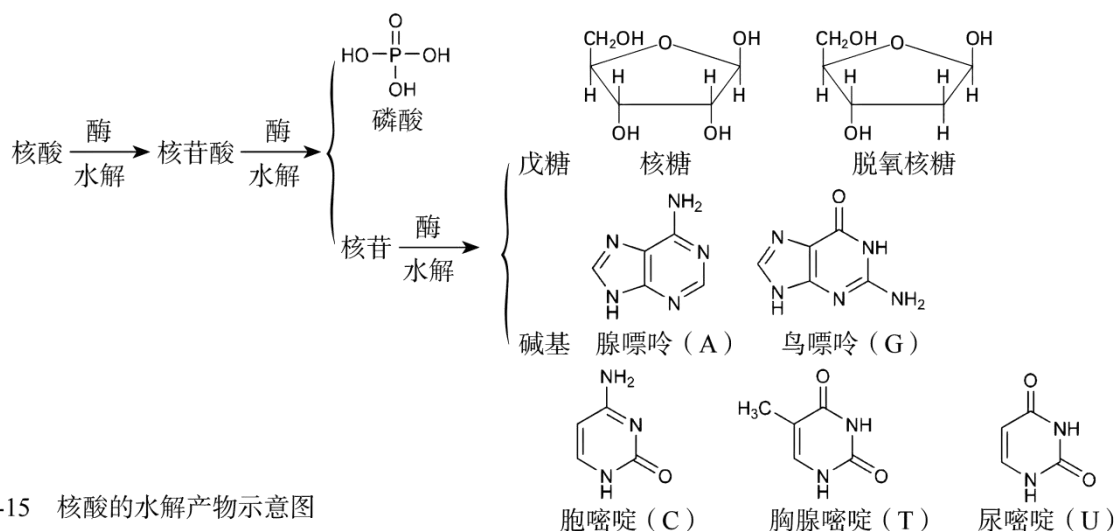
### 第三部分：生物大分子-核酸

#### 核酸的分类与组成

##### 1. 核酸的分类：

天然的核酸根据其组成中所含戊糖的不同，分为脱氧核糖核酸(DNA)和核糖核酸(RNA)

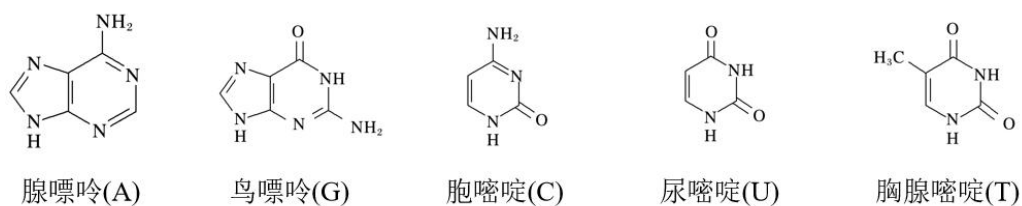
##### 2. 核酸的组成：核酸是一种生物大分子，相对分子质量可达上百万。核酸是由许多核苷酸单体形成的聚合物，核苷酸进一步水解得到磷酸和核苷，核苷继续水解得到戊糖和碱基



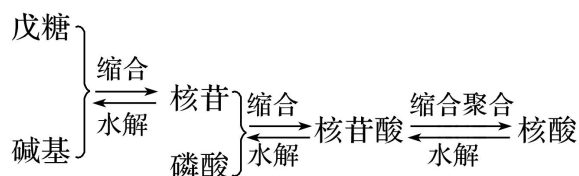
##### 3. 核酸可以看作磷酸、戊糖和碱基通过一定方式结合而成的生物大分子。其中的戊糖是核糖或脱氧核糖，它们均以环状结构存在于核酸中，对应的核酸分别是核糖核酸(RNA)和脱氧核糖核酸(DNA)。

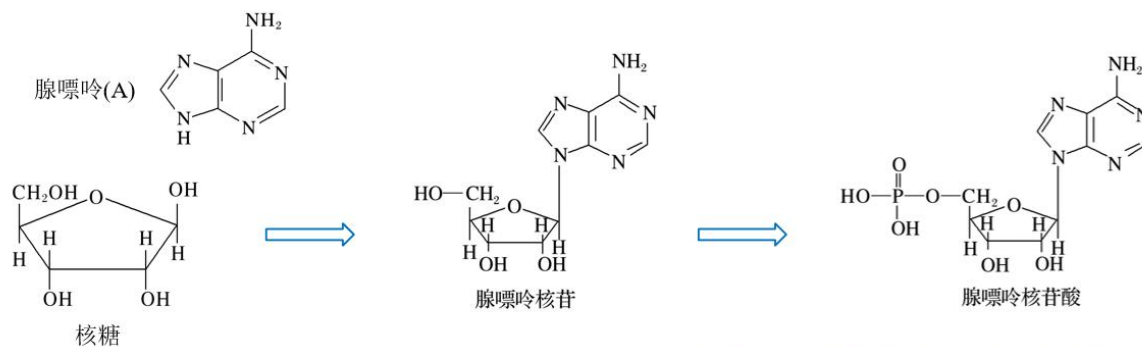
##### 4. 碱基

碱基是具有碱性的杂环有机化合物，RNA 中的碱基主要有腺嘌呤(A)、鸟嘌呤(G)、胞嘧啶(C)和尿嘧啶(U)；DNA 中的碱基主要有腺嘌呤(A)、鸟嘌呤(G)、胞嘧啶(C)和胸腺嘧啶(T)



#### 核苷酸的组成



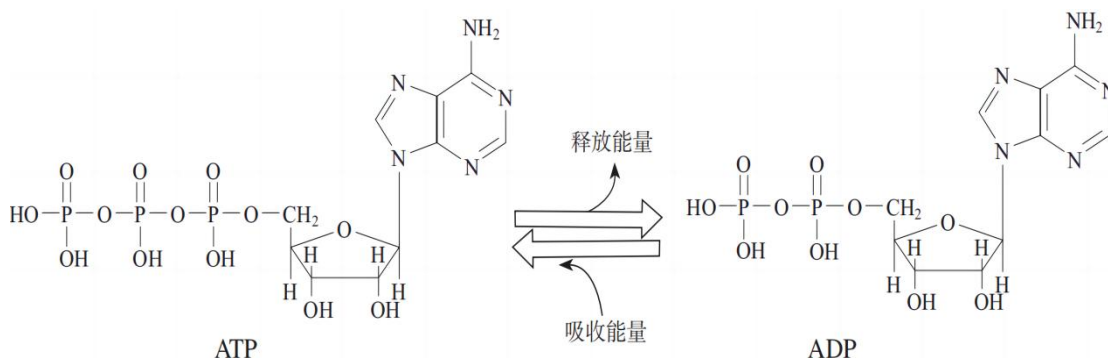


核苷是糖苷的简称，是单糖或寡糖的羟基与另一个化合物的羟基或氨基等脱水缩合，形成**糖苷键**而得到的一类有机化合物。

核苷分子中五碳糖上的羟基与磷酸脱水，通过**磷(酸)酯键**结合形成核苷酸。

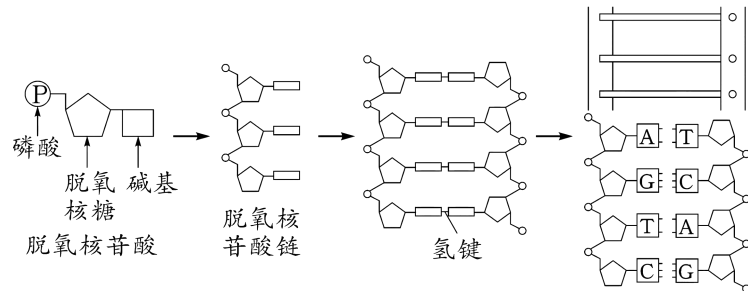
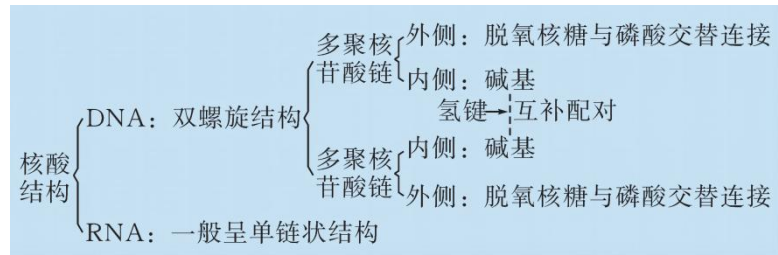
### 腺苷三磷酸

核糖可与腺嘌呤形成腺嘌呤核苷，其中核糖的羟基继续与磷酸反应，可形成磷酸酯（AMP，腺嘌呤核苷酸，又称腺苷酸）、二磷酸酯（ADP，腺苷二磷酸）及三磷酸酯（ATP，腺苷三磷酸）。ATP 逐步水解可以生成 ADP 和 AMP。ATP 是细胞生命活动所需能量的直接来源，也是生物体内重要的能量转换中间体。ATP 的生物学功能与其独特的分子结构有密切关系。ATP 分子中的磷酸与核糖之间通过磷酯键连接，磷酸与磷酸之间则形成磷酸酐键。磷酸酐键在 ATP 水解时会发生断裂，整个水解过程可释放较多能量供生物体使用，因此也被称为高能磷酸键。植物光合作用和动物体内食物氧化分解提供的能量，则可使 ADP 与磷酸重新反应合成 ATP。



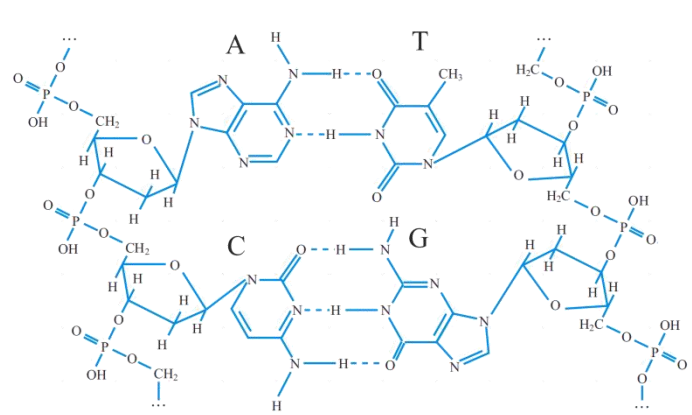
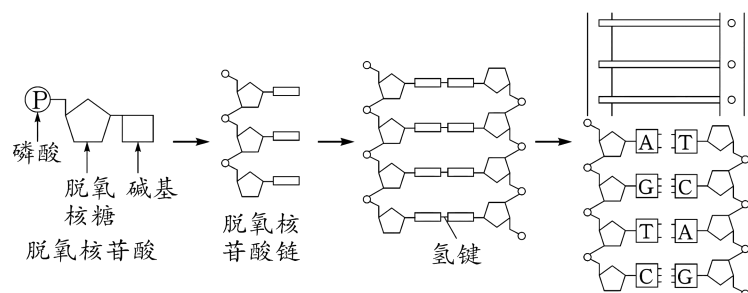
### 核酸的分类与组成

1. DNA 分子的双螺旋结构具有以下特点：DNA 分子由两条多聚核苷酸链组成，两条链平行盘绕，形成双螺旋结构；每条链中的脱氧核糖和磷酸交替连接，排列在外侧。碱基排列在内侧；两条链上的碱基通过**氢键**作用，**腺嘌呤(A)**与**胸腺嘧啶(T)**配对，**鸟嘌呤(G)**与**胞嘧啶(C)**配对，结合成碱基对，遵循碱基互补配对原则。
2. RNA 也是以核苷酸为基本构成单位，其中的戊糖和碱基与 DNA 中的不同，**核糖替代了脱氧核糖**，**尿嘧啶(U)**替代了**胸腺嘧啶(T)**。RNA 分子一般呈单链状结构，比 DNA 分子小得多。



### DNA 中的碱基互补配对原则

1. 在 DNA 中，根据碱基互补配对的原则，一条链上的 A 一定等于互补链上的 T；一条链上的 G 一定等于互补链上的 C，反之亦然。因此，可推知用于碱基计算的规律：在一个双链 DNA 分子中  $A=T$ 、 $G=C$ ，即  $A+G=T+C$ 。也就是说，嘌呤碱基总数等于嘧啶碱基总数，各占全部碱基总数的 50%。
2. DNA 分子的多聚核苷酸链中，核苷酸之间通过磷酸酯键连接，**两条链的内侧碱基通过氢键配对**，导致两链结构较为稳定。其中腺嘌呤(A)与胸腺嘧啶(T)配对时形成 2 个氢键，鸟嘌呤(G)与胞嘧啶(C)配对时形成 3 个氢键。



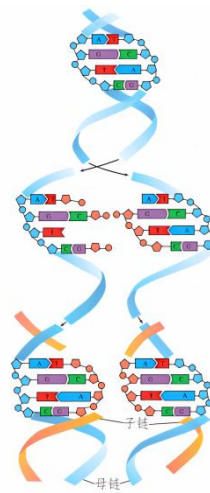
## 核酸的生物功能

1. 基因：核酸是生物体遗传信息的载体。有一定碱基排列顺序的 DNA 片段含有特定的遗传信息，被称为基因。

2. DNA 分子的生物功能：DNA 分子上有许多基因，决定了生物体的一系列性状。

在细胞繁殖分裂过程中，会发生 DNA 分子的复制。亲代 DNA 分子的两条链解开后作为母链模板，在酶的作用下，利用游离的核苷酸各自合成一段与母链互补的子链，最后形成两个与亲代 DNA 完全相同的子代 DNA 分子，使核酸携带的遗传信息通过 DNA 复制被精确地传递给下一代，并通过控制蛋白质的合成来影响生物体特定性状的发生和发育。

3. RNA 的生物功能：RNA 主要负责传递、翻译和表达 DNA 所携带的遗传信息。



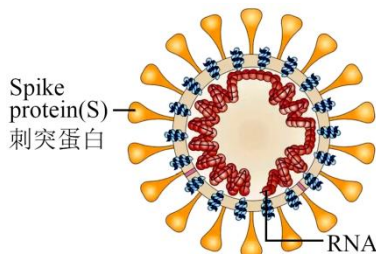
## 生物大分子：核酸

正误判断：

- (1)核酸属于生物大分子，核酸检测是判断是否感染新冠病毒的手段之一（ ）
- (2)2020 年诺贝尔化学奖表彰了第三代基因编辑技术，基因的化学本质是脱氧核糖核酸（ ）
- (3)具有双螺旋结构的 DNA 分子，内侧两条链上的碱基通过共价键作用结合成碱基对（ ）
- (4)核酸分子中碱基配对的原则是使形成的氢键数目最多、结构最稳定（ ）
- (5)核酸指挥控制着蛋白质的合成、细胞的分裂，只存在于细胞质中（ ）
- (6)RNA 也是以核苷酸为基本构成单位，其中的戊糖和碱基与 DNA 中的不同，脱氧核糖替代了核糖，尿嘧啶(U)替代了胸腺嘧啶(T)（ ）

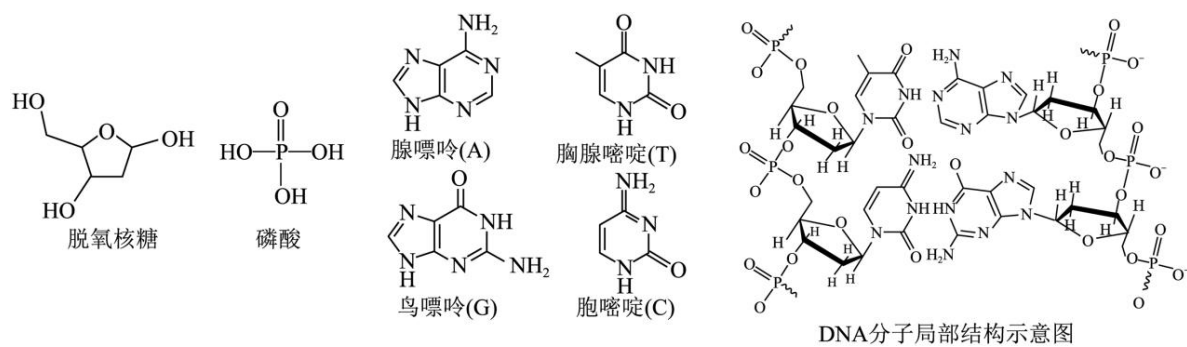
冠状病毒(如图)由蛋白质和核酸组成，核酸由核苷酸组成。核苷酸的单体由五碳糖、磷酸基和含氮碱基构成。

下列说法错误的是( )



- A. 核酸是由 C、H、O、N、P 等元素组成的高分子有机物
- B. NaClO 溶液用作消毒剂，是因为能使病毒蛋白变性
- C. 蛋白质的一级结构与氨基酸的排列顺序有关
- D. 所有 DNA 分子中，腺嘌呤与胞嘧啶分子数相等，鸟嘌呤与胸腺嘧啶的分子数相等

脱氧核糖核酸(DNA)分子的局部结构示意图如下,它是由脱氧核糖、磷酸及碱基形成脱氧核糖核苷酸后,脱氧核糖核苷酸聚合成脱氧核糖核苷酸链进而形成的。



下列说法不正确的是 ( )

- A. 磷酸与脱氧核糖分子通过醚键结合
- B. 碱基分子在形成脱氧核糖核苷酸时均断 N-H 键
- C. 脱氧核糖、磷酸、碱基通过分子间脱水形成脱氧核糖核苷酸
- D. 碱基 G 与 C、A 与 T 互补配对原则的原因是氢键数目最多、结构最稳定