

第一章

细胞的分子基础



考点一 细胞中的元素与无机物

一、知识精讲

1. 细胞中的元素

(1) 最基本元素：C(原因：生物大分子以碳链为基本骨架)。

(2) 基本元素：C、H、O、N。

(3) 四种基本元素的含量占比排序：

① 鲜重： $O > C > H > N$ 。

② 干重： $C > O > N > H$ 。

(4) 主要元素：C、H、O、N、P、S。

(5) 大量元素(通常含量大于万分之一)：C、H、O、N、P、S、K、Ca、Mg 等。

(6) 微量元素(通常含量小于万分之一)：Fe、Mn、B、Zn、Cu、Mo 等。

注意：

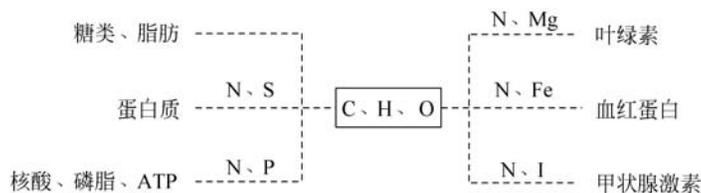
① 大量元素和微量元素都是组成生物体的必需元素，微量元素含量极少，但生理作用十分重要，不可替代。如在植物生长发育过程中，B 元素参与作物生殖器官(花、果)的分化发育和受精，能有效促进花粉萌发，刺激花粉管伸长，有利于种子形成。如果植物缺乏 B 元素，花粉管不能有效伸长，则会导致“花而不实”，即只开花不结果。

② 大量元素和微量元素之间的划分依赖于生物界的生物整体情况，具体到特定物种或个体可能有所差异。

(7) 来源：生物体通过各项生理过程有选择性的从无机自然界中获取。

(8) 存在形式：大多数以化合物的形式存在。

(9) 细胞内常见化合物的元素组成：



2. 组成细胞的化合物

(1) 种类：

- ① 无机化合物：水和无机盐。
- ② 有机化合物：蛋白质、核酸、糖类和脂类。

(2) 常规含量：

| 化合物 | 质量分数/% |
|-------|--------|
| 水 | 85~90 |
| 蛋白质 | 7~10 |
| 脂质 | 1~2 |
| 糖类和核酸 | 1~1.5 |
| 无机盐 | 1~1.5 |

- ① 细胞鲜重含量最多的化合物：水。
- ② 细胞鲜重含量最多的有机物：一般为蛋白质。
- ③ 细胞干重含量最多的化合物：一般为蛋白质。

注意：不同物种的细胞内，物质组分的相对含量有较大差异，如植物体干重含量最高的物质往往是糖类。

3. 生物界和非生物界在元素种类和含量上的关系

(1) 统一性：从所含元素种类上看，组成生物体的元素在自然界中都能找到，没有一种元素是生物体所特有的。

(2) 差异性：从各种元素含量上看，组成生物体的元素在生物体内部和无机自然界中含量差异很大。

4. 细胞中的水

(1) 细胞中水的存在形式：

| 项目 | 含量 | 存在形式 | 生理作用 |
|------|--|-----------------|---|
| 自由水 | 约为 95.5% | 以游离状态存在在细胞中自由流动 | ① 提供细胞生活的液体环境； ② 细胞内的良好溶剂； ③ 参与细胞内的生理生化反应； ④ 运输营养物质和代谢废物 |
| 结合水 | 约为 4.5% | 和细胞中其他物质结合 | 细胞结构的重要组成部分 |
| 两者关系 | 自由水 $\xrightleftharpoons{\text{相互转化}}$ 结合水 | | |

(2) 细胞中的水与代谢及抗逆性的关系:

- ① 自由水/结合水的比值相对高时,细胞代谢较快。
- ② 自由水/结合水的比值相对低时,细胞抗逆性较强。

5. 细胞中的无机盐

(1) 含量: 占细胞鲜重的 1%~1.5%。

(2) 存在形式: 主要以离子形式存在。

(3) 功能: 维持细胞和生物体的正常生命活动,维持生物体的稳态平衡等多种功能。下表为常见无机盐在人体或植物体中的功能。

| 符 号 | 在人体或植物体中的功能 |
|---------------------------------|---|
| Na^+ | 人体体液的组成成分,调节体液渗透压;参与形成膜电位,维持神经和肌肉的正常兴奋性 |
| K^+ | 人体体液的组成成分,维持离子浓度平衡、调节体液渗透压;参与形成膜电位,维持神经和肌肉的正常兴奋性 |
| Ca^{2+} | 促进牙齿和骨骼生长;调节神经、肌肉的敏感性等 |
| $\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}^{3+}$ | Fe^{2+} 和 Fe^{3+} 在人体内可以相互转化,其中 Fe^{2+} 是血红蛋白和某些含铁酶类的成分 |
| Cl^- | 人体体液的组成成分,维持离子浓度平衡;是胃酸的重要成分 |
| SO_4^{2-} | 人体体液的组成成分,参与调节体液渗透压;S元素是蛋白质的重要组成成分,也是多种维生素的组成成分 |
| PO_4^{3-} | 其中磷元素是构成骨骼、牙齿、肌肉和血液的重要元素,促进酶的活动,形成 ATP; PO_4^{3-} 与 H^+ 结合形成的 $\text{H}_2\text{PO}_4^-/\text{HPO}_4^{2-}$ 是人体内很重要的缓冲对 |
| HCO_3^- | HCO_3^- 及其与 H^+ 结合形成的 H_2CO_3 是血浆中最重要的缓冲对($\text{H}_2\text{CO}_3/\text{HCO}_3^-$),对于调节正常血浆的 pH 有重要意义,也是保护胃黏膜的重要成分 |
| Mg^{2+} | 参与构成叶绿素,与某些酶的活性有关 |
| B | 参与植物生殖器官(花、果)的分化发育和受精,能有效促进花粉萌发,刺激花粉管伸长,利于种子形成 |

二、真题精练

【1】(2022·全国甲卷·🔗🔗)

钙在骨骼生长和肌肉收缩等过程中发挥重要作用。晒太阳有助于青少年骨骼生长,预防老年人骨质疏松。下列叙述错误的是()。

- A. 细胞中有以无机离子形式存在的钙
- B. 人体内 Ca^{2+} 可自由通过细胞膜的磷脂双分子层
- C. 适当补充维生素 D 可以促进肠道对钙的吸收
- D. 人体血液中钙离子浓度过低易出现抽搐现象

【2】(2021·浙江卷·🔗🔗)

无机盐是生物体的组成成分,对维持生命活动有重要作用。下列叙述错误的是()。

- A. Mg^{2+} 存在于叶绿体的类胡萝卜素中
- B. HCO_3^- 对体液 pH 维持起着重要的调节作用
- C. 血液中 Ca^{2+} 含量过低,人体易出现肌肉抽搐
- D. 适当补充 I^- ,可预防缺碘引起的甲状腺功能减退症

【3】(2020·江苏卷·🔗🔗)

下列关于细胞中无机化合物的叙述,正确的是()。

- A. 自由水是生化反应的介质,不直接参与

生化反应

- B. 结合水是细胞结构的重要组成成分,主要存在于液泡中
- C. 无机盐参与维持细胞的酸碱平衡,不参与有机物的合成
- D. 无机盐多以离子形式的存在,对维持生命活动有重要作用

【4】(2018·新课标Ⅱ卷·🔗🔗)

有些作物的种子入库前需要经过风干处理。与风干前相比,下列说法错误的是()。

- A. 风干种子中有机物的消耗减慢
- B. 风干种子上微生物不易生长繁殖
- C. 风干种子中细胞呼吸作用的强度高
- D. 风干种子中结合水与自由水的比值大

【5】(2017·海南卷·🔗🔗)

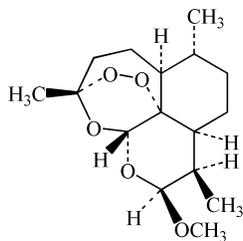
无机盐对于维持生物体的生命活动具有重要作用。下列相关叙述错误的是()。

- A. 蔬菜中的草酸不利于机体对食物中钙的吸收
- B. 缺铁会导致哺乳动物血液运输 O_2 的能力下降

- C. 和 ATP 一样, KH_2PO_4 也能为生物体提供能量
- D. 植物秸秆燃烧产生的灰烬中含有丰富的无机盐

【6】(2016·上海卷·🔗🔗)

诺贝尔奖得主屠呦呦在抗疟药物研发中,发现了一种药效高于青蒿素的衍生物蒿甲醚,结构如右图所示。下列与蒿甲醚的元素组成完全相同的物质是()。



- A. 纤维素 B. 胰岛素
- C. 叶绿素 D. 甲状腺激素

【7】(2014·海南卷·🔗🔗)

下列关于植物体内水分的叙述,错误的是()。

- A. 植物体内的水分参与营养物质的运输
- B. 水是构成叶肉细胞的重要化合物之一
- C. 自由水可作为细胞内化学反应的反应物
- D. 同种植物萌发种子的含水量与休眠种子的相同

考点二

糖类和脂类

一、知识精讲

1. 糖类

(1) 元素组成: C、H、O。

(2) 分类:

| 种类 | 结构 | 名称 | 主要功能 | 备注 |
|----|--------|-------------|------------|------------------|
| 单糖 | 不能水解的糖 | 核糖 | RNA 的组成成分 | NTP(如 ATP)中也含有核糖 |
| | | 脱氧核糖 | DNA 的组成成分 | dNTP 中也含有脱氧核糖 |
| | | 葡萄糖、果糖、半乳糖等 | 葡萄糖是主要能源物质 | 单糖可以被人体直接吸收 |

续表

| 种类 | 结构 | 名称 | 主要功能 | 备注 |
|-------|-----|-------------------------|--|---|
| 二糖 | 植物 | 蔗糖(葡萄糖+果糖) | 能源物质 | 某些植物细胞具有直接吸收蔗糖的能力,动物需通过消化道将二糖分解为单糖后才能吸收 |
| | | 麦芽糖(葡萄糖+葡萄糖) | | |
| | 动物 | 乳糖(葡萄糖+半乳糖) | | |
| 多糖 | 植物 | 淀粉 | 储能物质 | 植物细胞的主要储能物质 |
| | | 纤维素 | 细胞壁组成成分 | 保护、支撑植物细胞 |
| | 动物 | 肝糖原 | 储能物质 | 可以分解并补充血糖 |
| | | 肌糖原 | | 无法直接分解为葡萄糖 |
| 动物/真菌 | 几丁质 | 虾、蟹、昆虫等甲壳类动物的外壳,真菌类的细胞壁 | 高中阶段,除几丁质外的多糖,其单体均为葡萄糖;几丁质的单体为 N-乙酰葡萄糖胺,故几丁质还含有 N 元素 | |

(3) 糖类的功能:

① 所有的单糖和绝大部分二糖(除蔗糖外)均具有还原性,可以与斐林试剂在加热条件下发生反应,形成砖红色的氧化亚铜沉淀。

② 葡萄糖是细胞生命活动所需要的主要能源物质。

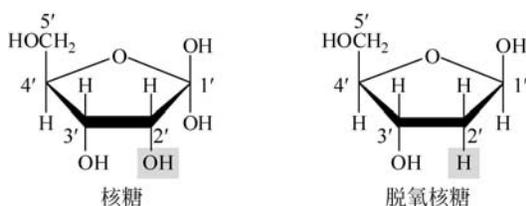
③ 淀粉是植物体储能物质,糖原是动物体储能物质。

④ 核糖、脱氧核糖、纤维素等物质参与细胞物质或结构的构成。

⑤ 糖类在代谢过程中可以提供合成其他物质(如氨基酸、脂肪等)的原料。

⑥ 某些糖链(如细胞膜外表面糖蛋白等)参与信号转导与识别作用。

(4) 常见五碳糖的结构:



2. 脂类

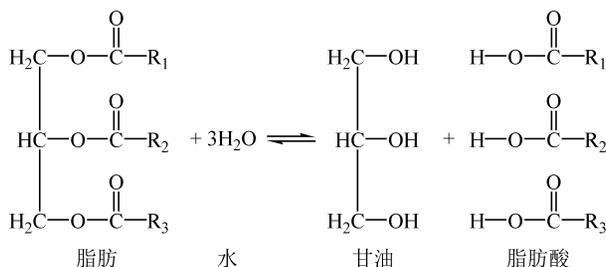
(1) 元素组成: C、H、O(某些脂类还含有 N、P)。

(2) 分类与功能:

| 种类 | 元素组成 | 功能 | |
|-----|-----------|-------------------------|----------------------------------|
| 脂肪 | C、H、O | 良好的储能物质,同时还有保温、缓冲和减压的作用 | |
| 磷脂 | C、H、O、N、P | 构成细胞生物膜的重要成分,膜组分的基本支架 | |
| 固醇类 | C、H、O | 胆固醇 | 构成细胞膜的重要成分,在人体内参与血液中脂质的运输 |
| | | 性激素 | 促进人和动物生殖器官的发育以及生殖细胞的形成,激发并维持第二性征 |
| | | 维生素 D | 有效促进人和动物肠道对钙和磷的吸收 |

(3) 糖类与脂肪作为代谢底物的特点：相较于糖类，脂肪含氧量更大，含氢量更少，等质量的脂肪和糖类氧化分解供能时，脂肪的耗氧量及产能均大于糖类，故脂肪是良好的储能物质。

(4) 脂肪与油料作物种子萌发：油料作物种子中富含大量的脂类(脂肪)。在种子萌发早期，胚乳中的脂肪水解为甘油和脂肪酸，该过程使得油料种子萌发早期干重增加，如下图所示：



二、真题精练

【8】(2021·海南卷·👉👉)

下列关于纤维素的叙述正确的是()。

- A. 是植物和蓝藻细胞壁的主要成分
- B. 易溶于水，在人体内可被消化
- C. 与淀粉一样都属于多糖，二者的基本组成单位不同
- D. 水解的产物与斐林试剂反应产生砖红色沉淀

【9】(2020·海南卷·👉👉)

下列关于淀粉和纤维素的叙述，正确的是()。

- A. 淀粉是植物细胞壁的主要成分
- B. 淀粉与纤维素中所含的元素不同
- C. 分解淀粉与纤维素所需的酶不同
- D. 纤维素是由果糖聚合而成的多糖

【10】(2020·海南卷·👉👉)

下列关于人体脂质的叙述，正确的是()。

- A. 组成脂肪与糖原的元素种类不同
- B. 磷脂水解的终产物为甘油和脂肪酸
- C. 性激素属于固醇类物质，能维持人体第二性征

D. 维生素 D 是构成骨骼的主要成分，缺乏维生素 D 会影响骨骼发育

【11】(2018·江苏卷·👉👉)

下列关于糖类的叙述，正确的是()。

- A. 单糖可以被进一步水解为更简单的化合物
- B. 构成淀粉、糖原和纤维素的单体均为果糖
- C. 细胞识别与糖蛋白中蛋白质有关，与糖链无关
- D. 糖类是大多数植物体干重中含量最多的化合物

【12】(2017·海南卷·👉👉)

下列关于哺乳动物体内脂质与糖类的叙述，错误的是()。

- A. 固醇在动物体内可转化成性激素
- B. C、H、O、P 是构成脂质和糖原的元素
- C. 脂肪与糖原都是细胞内储存能量的物质
- D. 胆固醇是动物细胞膜的组分，也参与血脂运输

【13】(2017·海南卷·👉👉)

适度的紫外线照射可使皮肤中产生维生素 D₃(VD₃)，活化的 VD₃ 可促进肠道吸收钙

离子。对于因缺乏 VD_3 引起缺钙的人群来说,为缓解缺钙这一状况,下列做法不应选择的是()。

- A. 适量进行日光浴 B. 增加室外活动
C. 补充适量鱼肝油 D. 补充胡萝卜素

【14】 (2017·江苏卷·)

下列关于糖类化合物的叙述,正确的是()。

- A. 葡萄糖、果糖、半乳糖都是还原糖,但元素组成不同
B. 淀粉、糖原、纤维素都是由葡萄糖聚合而成的多糖

- C. 蔗糖、麦芽糖、乳糖都可与斐林试剂反应生成砖红色沉淀
D. 蔗糖是淀粉的水解产物之一,麦芽糖是纤维素的水解产物之一

【15】 (2017·浙江卷·)

下列关于脂质的叙述,错误的是()。

- A. 胆固醇参与动物细胞膜的构成
B. 植物蜡可减少植物细胞水分的散失
C. 油脂中氧原子的相对含量高于葡萄糖
D. “检测生物组织中的油脂”实验中可用乙醇洗去多余的染料

考点三 蛋白质与核酸

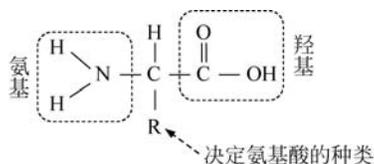
一、知识精讲

1. 蛋白质

(1) 元素组成: C、H、O、N,有些还含有 S(甲硫氨酸和半胱氨酸含 S 元素),特定种类或状态的蛋白质中还含有 P(磷酸化使蛋白质变构)或 Se(硒代半胱氨酸)。

(2) 基本结构单位: 氨基酸。

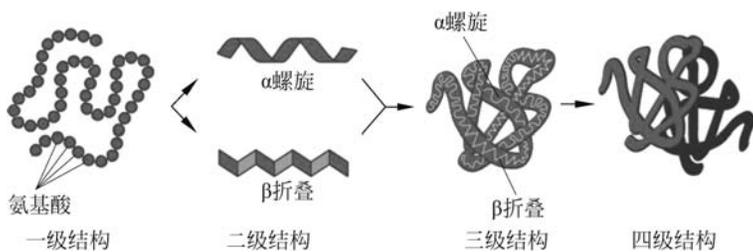
① 氨基酸的结构通式:



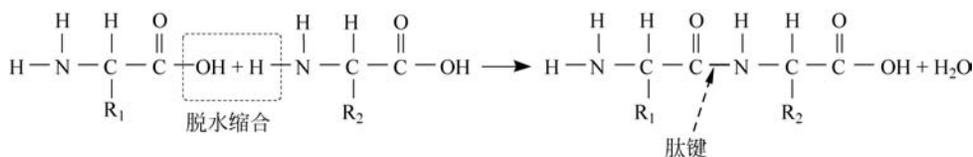
② 种类: 构成人体蛋白质的氨基酸有 21 种(新教材中加入硒代半胱氨酸),其中有 8 种是人体细胞不能合成的,必须从外界环境中获取,因此被称为必需氨基酸(婴儿有 9 种,多 1 种组氨酸)。另外 13 种氨基酸是人体细胞能够合成的,叫作非必需氨基酸。

(3) 蛋白质的结构:

① 结构层次: 氨基酸间脱水缩合形成多肽链(称为蛋白质的一级结构),多肽链进一步进行复杂的盘曲、折叠形成蛋白质(称为蛋白质的二、三、四级结构),如下图所示。



② 氨基酸间的脱水缩合过程：



③ 多肽链的盘曲折叠：一条或多条多肽链在细胞质基质中或内质网上进行加工，形成化学键（如二硫键）或通过分子间作用力，盘曲、折叠形成特定的空间结构，进而或单独或结合到一起，实现特定的功能。蛋白质的结构与功能相适应，破坏其特定的空间结构会使得蛋白质变性失活，进而失去原有功能。

④ 蛋白质多样性的原因可分为直接原因和根本原因。

直接原因：组成不同蛋白质的氨基酸的种类、数量、排列顺序以及蛋白质的空间结构不同。

根本原因：编码不同蛋白质的基因序列不同。

⑤ 蛋白质的功能：

| | | |
|--------|---|--------------------------|
| 蛋白质的功能 | { | 结构蛋白：如毛发角蛋白、细胞骨架等 |
| | | 催化功能：如大多数的酶 |
| | | 运输功能：如载体蛋白、通道蛋白、核孔、血红蛋白等 |
| | | 调节功能：如胰岛素、生长激素、受体蛋白等 |
| | | 免疫功能：如抗体、淋巴因子、溶菌酶等 |

⑥ 蛋白质的变性：受物理或化学因素的影响（如高温、过酸、过碱、重金属盐处理等），改变蛋白质的分子内部结构，最终使蛋白质不可逆的变性失活。变性使得蛋白质既有的二、三、四级结构被不同程度破坏，但不会破坏肽键（一级结构），故变性后的蛋白质依然可以和双缩脲试剂发生反应，产生紫色络合物。

⑦ 蛋白质的盐析：蛋白质水溶液中加入中性盐（如 NaCl），随着盐浓度增大，蛋白质沉淀析出。与变性不同的是，盐析一般不会改变蛋白质的空间结构，故其活性得以保持。

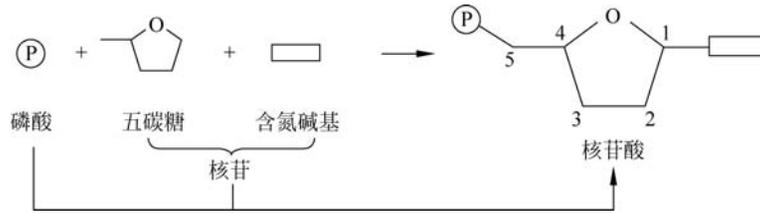
⑧ 蛋白质的水解：在蛋白酶作用下，肽键断裂，蛋白质分解为短肽和氨基酸。变性后的蛋白质更易被蛋白酶水解。

2. 核酸

(1) 元素组成：C、H、O、N、P。

(2) 基本结构单位：核苷酸。

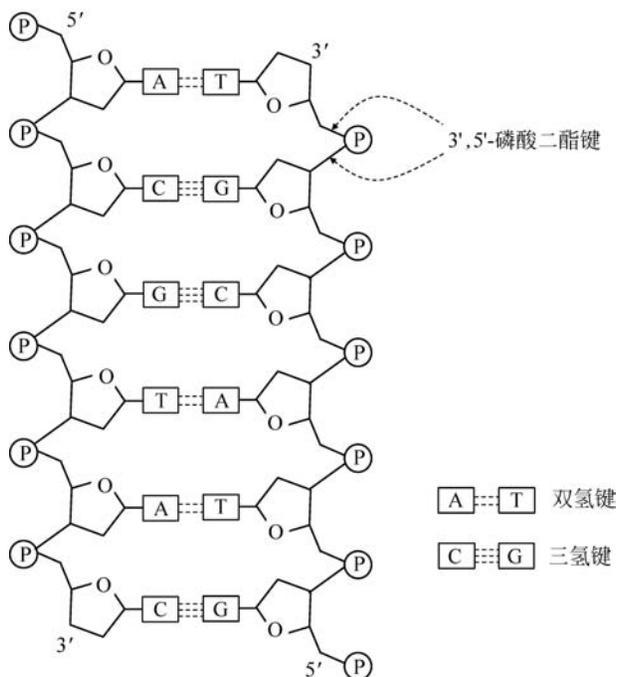
① 结构通式：



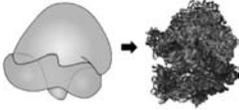
② 分类：

| 分类 | 五碳糖 | 磷酸 | 含氮碱基 | 连接方式 |
|---------|------|------|---------------------------------------|--|
| 核糖核苷酸 | 核糖 | 磷酸基团 | A(腺嘌呤) U(尿嘧啶) G(鸟嘌呤) C(胞嘧啶) | 磷酸基团与五碳糖的5号碳连接,形成磷酸酯键;含氮碱基与五碳糖的1号碳连接,形成糖苷键 |
| 脱氧核糖核苷酸 | 脱氧核糖 | 磷酸基团 | A(腺嘌呤) T(胸腺嘧啶) G(鸟嘌呤) C(胞嘧啶) | |

(3) DNA 的基本结构：单链内的脱氧核苷酸之间通过 3',5'-磷酸二酯键连接,单链与单链之间通过碱基互补配(A 与 T 配对,G 与 C 配对)对形成氢键连接,进而形成稳定的反向双螺旋结构。



(4) RNA: 常见的 RNA 分子为单链结构,单链内的核糖核苷酸通过 3',5'-磷酸二酯键相连。常见的三类 RNA 为 mRNA、tRNA 和 rRNA(见下表)。

| 分 类 | mRNA | tRNA | rRNA |
|-----|---|---|---|
| 名称 | 信使 RNA | 转运 RNA | 核糖体 RNA |
| 来源 | DNA 转录形成 | | |
| 功能 | 传递遗传信息,作为翻译模板 | 转运氨基酸,参与翻译过程 | 核糖体的组成成分 |
| 示意图 |  |  |  |

注意:

- ① 常见的 RNA 为单链结构,但不代表没有双链 RNA 分子存在;
- ② tRNA 为单链,但其结构中含有“双链部分”,故 tRNA 分子中存在氢键;
- ③ 表中所示为常见的 RNA 的功能,除上述功能外,RNA 病毒以 RNA 作为遗传物质,某些 RNA 分子还可以作为酶起催化作用(核酶)

(5) 生物大分子: 指作为生物体内主要活性成分的各种相对分子量达到上万或更多的有机分子。高中常见的生物大分子主要是指蛋白质、核酸、多糖等物质(见下表),脂类不属于生物大分子的范畴。

| 生物大分子 | 单 体 | 共 同 点 |
|-------|-----|-----------|
| 多糖 | 葡萄糖 | 以碳链作为基本骨架 |
| 蛋白质 | 氨基酸 | |
| 核酸 | 核苷酸 | |

二、真题精练

【16】(2020·天津卷·👉)

组成下列多聚体的单体的种类最多的是()。

- A. 血红蛋白 B. DNA
C. 淀粉 D. 纤维素

【17】(2015·福建卷·👉)

人体内含有多种多样的蛋白质,每种蛋白质()。

- A. 都含有 20 种氨基酸
B. 都是在细胞内发挥作用

C. 都具有一定的空间结构

D. 都能催化生物化学反应

【18】(2021·全国甲卷·👉👉)

已知①酶、②抗体、③激素、④糖原、⑤脂肪、⑥核酸,都是人体内有重要作用的物质。下列说法正确的是()。

- A. ①②③都是由氨基酸通过肽键连接而成的
B. ③④⑤都是生物大分子,都以碳链为骨架
C. ①②⑥都是由含氮的单体连接成的多聚体