

中央广播电视大学医学类大专教材
医学高等专科学学习指导丛书

■ 黄如彬 周爱儒 主编

V

ixue Shengwu Huaxue
Xuexi Zhidao

医学生物化学

学习指导

(第二版)

● Yixue Shengwu Huaxue Xuexi Zhidao

北京大学医学出版社

医学高等专科学校学习指导丛书
中央广播电视大学医科类大专教材

医学生物化学学习指导

(第二版)

主 编 黄如彬 周爱儒

副主编 李载权 陈 瑞

编 委 (按姓氏笔画为序)

王文勇(承德医学院)

李 刚(北京大学医学部)

李平凤(北京大学医学部)

张祖珣(首都医科大学)

张瑞萍(河北工程学院医学部)

杨玉菊(河北工程学院医学部)

周晓慧(承德医学院)

侯燕芝(首都医科大学)

北京大学医学出版社

YIXUE SHENGWUHUAXUE XUEXI ZHIDAO

图书在版编目(CIP)数据

医学生物化学学习指导/黄如彬,周爱儒主编.

—2版. —北京:北京大学医学出版社,2004.10

(医学高等专科学校学习指导丛书)

中央广播电视大学医科类大专教材

ISBN 7-81071-683-2

I. 医… II. ①黄…②周… III. 医用化学—生物
化学—医学院校—教学参考资料 VI. Q5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 094697 号

医学生物化学学习指导

主 编:黄如彬 周爱儒

出版发行:北京大学医学出版社(电话:010-82802230)

地 址:(100083)北京市海淀区学院路38号 北京大学医学部院内

网 址:<http://www.pumpress.com.cn>

E-mail: booksale@bjmu.edu.cn

印 刷:北京地泰德印刷有限公司

经 销:新华书店

责任编辑:安林 赵曼 责任校对:周励 责任印制:郭桂兰

开 本:787mm×1092mm 1/16 印张:11.75 字数:294千字

版 次:2004年10月第2版 2005年3月第2次印刷 印数:10001—20000册

书号:ISBN 7-81071-683-2/R·683

定 价:17.50元

版权所有,违者必究

(凡属质量问题请与本社发行部联系退换)

第二版前言

《医学生物化学学习指导》(第一版)自1998年12月出版以来至今已近6年,其间该书曾多次重印,印数达十几万册,受到全国各地院校师生们的欢迎与普遍好评。

《医学生物化学》(第二版)主教材已于2004年8月由北京大学医学出版社出版。为帮助读者更好地学习掌握该主教材内容,在第一版学习指导的基础上特编写了这本《医学生物化学学习指导》(第二版)作为学习《医学生物化学》(第二版)的配套材料。本书各章包含重点解析、测试题和参考答案三部分,测试题型也与第一版学习指导基本相似,保证了与第一版学习指导的延续性。主要变动与修改有:①根据主教材章次变动,取消原第一版中第18章营养生化,将该章中维生素内容另列为第四章;②各章内容均做了一定的更改与补充;③主教材增加有专题篇供各院校自行掌握,不做基本要求,因此本书也未对这些内容增设测试训练要求。

《医学生物化学学习指导》(第二版)除供高等医学专科学校各专业、全国广播电视大学医科各专业使用外,还可供各高等医药院校大专班、医师进修班、自学考试等使用,并可供本科生学习自测参考。

本书仍由北京大学医学部、首都医科大学、承德医学院和河北工程学院医学部具有多年教学实践经验的生物化学专业教师编写,由于水平有限,本书仍可能存在一些缺点或不当之处,敬请各位读者批评指正。本书在编写与出版过程中曾得到北京大学医学出版社领导和编辑的大力支持与协助;同时在本书第一版教材的使用过程中我们收到过全国各地读者的来信与建议,在此我们一并致谢。

黄如彬 周爱儒

2004年8月

目 录

第一章 蛋白质化学..... 1	参考答案 96
重点解析..... 1	第十章 物质代谢的联系与调节 98
测试题..... 2	重点解析 98
参考答案..... 8	测试题..... 100
第二章 核酸化学 11	参考答案..... 104
重点解析 11	第十一章 DNA 的生物合成——复制
测试题 12	 107
参考答案 18	重点解析..... 107
第三章 酶 21	测试题..... 110
重点解析 21	参考答案..... 113
测试题 23	第十二章 RNA 的生物合成——转录
参考答案 31	 116
第四章 维生素 34	重点解析..... 116
重点解析 34	测试题..... 117
测试题 34	参考答案..... 121
参考答案 37	第十三章 蛋白质的生物合成——翻译
第五章 糖代谢 38	 123
重点解析 38	重点解析..... 123
测试题 40	测试题..... 124
参考答案 49	参考答案..... 129
第六章 脂类代谢 54	第十四章 基因表达调控与基因工程
重点解析 54	 131
测试题 56	重点解析..... 131
参考答案 64	测试题..... 135
第七章 生物氧化 68	参考答案..... 139
重点解析 68	第十五章 肝胆生化..... 141
测试题 69	重点解析..... 141
参考答案 72	测试题..... 144
第八章 氨基酸代谢 74	参考答案..... 151
重点解析 74	第十六章 血液生化..... 154
测试题 76	重点解析..... 154
参考答案 83	测试题..... 155
第九章 核苷酸代谢 88	参考答案..... 159
重点解析 88	第十七章 骨骼与钙磷代谢..... 162
测试题 89	重点解析..... 162

测试题.....	163	重点解析.....	170
参考答案.....	167	测试题.....	172
第十八章 水、电解质与酸碱平衡	170	参考答案.....	177

第一章 蛋白质化学

重点解析

蛋白质是生物大分子，广泛存在于生物界，是一切生命活动的物质基础。蛋白质约占人体干重的 45%，组成蛋白质的主要元素为碳、氢、氧、氮、硫等，有些蛋白质还含有少量的磷和金属元素。蛋白质的含氮量比较恒定，平均约为 16%，因此，只要测出样品中含氮克数，再乘以 6.25 (100/16)，即可得出所测样品中蛋白质的含量。

蛋白质是高分子化合物，分子量大、结构复杂、种类繁多，但水解产物都是氨基酸，所以氨基酸是蛋白质的基本组成单位。组成蛋白质的氨基酸有 20 种，它们在结构上有共同特点，即在 α -碳原子上都结合有氨基或亚氨基，都为 L- α -氨基酸。根据氨基酸侧链的结构和理化性质不同可将其分为四类：(1) 非极性疏水氨基酸；(2) 不带电荷的极性氨基酸；(3) 酸性氨基酸；(4) 碱性氨基酸。氨基酸属于两性电解质，因而具有两性解离的特点。当氨基酸溶液处在某一 pH 值时，氨基酸所带正、负电荷数相等，此时溶液的 pH 值称为该氨基酸的等电点 (pI)。氨基酸可与茚三酮、亚硝酸、甲醛、2, 4-二硝基氟苯、丹磺酰氯等呈颜色反应，此特点可用于氨基酸的定性、定量测定。根据色氨酸和酪氨酸在 280nm 波长处有最大吸收峰的性质以及绝大多数蛋白质都含有色氨酸和酪氨酸，因此，紫外吸收法是分析溶液中蛋白质含量的简便方法。

氨基酸之间借肽键连接形成肽链，少于 10 个氨基酸的肽链称为寡肽，大于 10 个氨基酸的肽链称为多肽。多肽链是蛋白质分子的基本结构形式。蛋白质多肽链中氨基酸的排列顺序称为蛋白质的一级结构。维持蛋白质一级结构的化学键是肽键，有些蛋白质的一级结构还包括二硫键。不同的蛋白质具有各自特定的氨基酸序列，即一级结构。蛋白质的一级结构是高级结构的基础。蛋白质多肽链折叠盘曲形成具有一定空间构象的结构称为蛋白质的高级结构，高级结构包括二、三和四级结构。蛋白质的二级结构是指蛋白质的多肽链主链原子在空间的排布状况，蛋白质的二级结构主要有 α -螺旋、 β -折叠、 β -转角和无规卷曲。 α -螺旋为右手螺旋，每 3.6 个氨基酸残基螺旋上升一圈，螺距为 0.54nm，氨基酸侧链伸向外侧。在 β -折叠结构中，多肽链充分伸展，折叠形成锯齿状结构，氨基酸残基侧链位于锯齿状结构的上下方。维系蛋白质二级结构的化学键是氢键。蛋白质的三级结构是指多肽链主链和侧链的全部原子的空间排布状况。三级结构的稳定主要靠次级键，包括疏水键、氢键、盐键、范德华引力，有时还有二硫键。某些蛋白质具有三级结构即可表现生物学活性，三级结构是其分子结构的最高形式。体内许多蛋白质由两条或两条以上具有独立三级结构的多肽链相互聚合而成的蛋白质分子结构称为蛋白质的四级结构，其中每个具有独立三级结构的多肽链称为亚基或亚单位。亚基之间靠次级键连接。并非所有的蛋白质都具有四级结构。含有四级结构的蛋白质，其中单独的亚基一般没有生物学活性。

蛋白质分子结构与功能关系密切。蛋白质的一级结构是其生物学功能的基础，相似的一级结构可以表现相似的生物学活性。蛋白质的一级结构不同其生物学功能不同，各种蛋白质

的特定功能由其特殊的结构决定。蛋白质一级结构改变使其生物学功能发生很大的变化。蛋白质的空间结构也与其功能关系密切,空间结构发生改变,其生物学活性也随之改变。

蛋白质由氨基酸组成,因此,其部分理化性质与氨基酸相同,如两性电离、等电点及某些呈色反应等。根据蛋白质的两性电离性质,采用电泳的方法可对蛋白质进行分离、纯化、鉴定和分子量的测定。蛋白质具有高分子性质,如胶体性质,不易透过半透膜等。根据蛋白质这些性质可利用超速离心法分离、纯化蛋白质并能够测定蛋白质的分子量,用透析的方法分离蛋白质。由于蛋白质颗粒表面存在水化膜和表面电荷,使蛋白质溶液稳定而不易沉淀。若用理化的方法破坏蛋白质的两个稳定因素,蛋白质就可发生沉淀。常采用盐析、有机溶剂和某些酸类或重金属离子等都可使蛋白质沉淀。蛋白质在等电点附近加热可出现凝固。某些理化因素使维持蛋白质空间结构的次级键断裂,空间构象遭到破坏,使其理化性质改变,生物学活性丧失,蛋白质发生变性。变性的蛋白质肽键并未断裂,因此,一级结构没有改变。蛋白质沉淀和变性的概念不同,但又互相联系,沉淀的蛋白质不一定变性,变性的蛋白质不一定沉淀,只是溶解度降低,容易沉淀。蛋白质变性的原理具有重要的实用意义。如消毒杀灭病原体、临床检验、保存疫苗及制备有蛋白质活性的生物制剂。蛋白质可与某些试剂作用发生颜色反应的特点常用来进行蛋白质的定性及定量分析。如双缩脲反应、酚试剂反应等。

测 试 题

一、单项选择题

[在备选答案中只有一个正确的]

- 测得某一蛋白质样品的氮含量为 0.40g,此样品约含蛋白质多少 g
A. 2.00g
B. 2.50g
C. 5.00g
D. 3.50g
E. 6.25g
- 组成蛋白质的氨基酸中,除哪个氨基酸外,都可以存在 D-型和 L-型两种异构体
A. 丙氨酸
B. 谷氨酸
C. 甘氨酸
D. 脯氨酸
E. 半胱氨酸
- 下列含有两个羧基的氨基酸是
A. 组氨酸
B. 谷氨酸
C. 甘氨酸
D. 丝氨酸
E. 赖氨酸
- 含有疏水侧链的氨基酸有
A. 色氨酸、精氨酸
B. 精氨酸、亮氨酸
C. 苯丙氨酸、异亮氨酸
D. 天冬氨酸、谷氨酸
E. 组氨酸、蛋氨酸
- 下列哪种氨基酸不含极性侧链
A. 苏氨酸
B. 亮氨酸
C. 半胱氨酸
D. 丝氨酸
E. 酪氨酸
- 组成蛋白质的基本单位是
A. L- α -氨基酸
B. D- α -氨基酸
C. L- β -氨基酸
D. D- β -氨基酸
E. L、D- α -氨基酸

7. 蛋白质分子中维持一级结构的主要化学键是
 - A. 肽键
 - B. 二硫键
 - C. 酯键
 - D. 氢键
 - E. 疏水键
8. 关于肽键的结构特点错误的叙述是
 - A. 肽键中的 C-N 键长度介于 C-N 单键和 C=N 双键之间
 - B. 肽键中的 C-N 键具有部分双键的性质
 - C. 肽键可以自由旋转
 - D. 肽键中 C-N 所相连的四个原子基本处于同一平面上
 - E. α -碳原子所形成的单键可以自由旋转
9. 维持蛋白质二级结构的主要化学键是
 - A. 盐键
 - B. 疏水键
 - C. 肽键
 - D. 二硫键
 - E. 氢键
10. 蛋白质分子的 β -转角存在于蛋白质的几级结构
 - A. 一级结构
 - B. 二级结构
 - C. 三级结构
 - D. 四级结构
 - E. 超二级结构
11. 蛋白质在形成 α -螺旋的过程中, 遇到下列哪个氨基酸则螺旋中断
 - A. 甘氨酸
 - B. 缬氨酸
 - C. 谷氨酸
 - D. 脯氨酸
 - E. 半胱氨酸
12. 关于蛋白质分子三级结构的叙述, 其中错误的是
 - A. 天然蛋白质分子均具有这种结构
 - B. 具有三级结构的多肽链不一定都具有生物学活性
 - C. 三级结构的稳定性主要是次级键维系
 - D. 决定三级结构盘曲折叠的因素是氨基酸残基
 - E. 亲水基团多聚集在三级结构的内部
13. 关于蛋白质四级结构的叙述正确的是
 - A. 只有一个自由的 α -羧基和一个自由的 α -氨基
 - B. 每条多肽链都具有独立的生物学活性
 - C. 依赖酰胺键维系四级结构的稳定性
 - D. 分子中必定含有辅基
 - E. 由两条或两条以上独立具有三级结构的多肽链组成
14. 关于蛋白质等电点的叙述下列哪项是正确的
 - A. 蛋白质溶液的 pH 等于 7.0 时溶液的 pH 值
 - B. 等电点时蛋白质变性沉淀
 - C. 在等电点处, 蛋白质的稳定性增加
 - D. 在等电点处, 蛋白质分子所带净电荷为零
 - E. 蛋白质溶液的 pH 等于 7.4 时溶液的 pH 值
15. 血清白蛋白 (pI 为 4.7) 在下列哪种 pH 值溶液中带正电荷
 - A. pH 值等于 4.0
 - B. pH 值等于 5.0
 - C. pH 值等于 6.0
 - D. pH 值等于 7.0
 - E. pH 值等于 8.0
16. 蛋白质溶液的稳定因素是
 - A. 蛋白质溶液有分子扩散现象
 - B. 蛋白质分子表面带有水化膜和同种电荷
 - C. 蛋白质溶液粘度大
 - D. 蛋白质分子带有电荷
 - E. 蛋白质在溶液中有“布朗”运动
17. 使用钨酸制备无蛋白血滤液的生化原理是
 - A. 钨酸与蛋白质形成复合物
 - B. 钨酸沉淀蛋白质
 - C. 钨酸破坏蛋白质结构
 - D. 钨酸与蛋白质形成复合物
 - E. 钨酸与蛋白质形成复合物

- A. 盐析
 - B. 中和
 - C. 生成不溶性的蛋白盐
 - D. 有机溶剂沉淀
 - E. 不可逆性的抑制
18. 下列哪种不易使蛋白质变性
- A. 浓盐酸
 - B. 浓 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 溶液
 - C. 加热
 - D. 超声震荡
 - E. 硫酸铜溶液
19. 蛋白质变性是由于
- A. 氨基酸排列顺序的改变
 - B. 氨基酸组成的改变
 - C. 蛋白质的水解
 - D. 蛋白质一级结构的改变
 - E. 蛋白质空间构象的改变
20. 蛋白质变性不包括
- A. 氢键的断裂
 - B. 盐键的断裂
 - C. 肽键的断裂
 - D. 疏水键的断裂
 - E. 二硫键的断裂
21. 蛋白质分子结构中起决定作用的是
- A. 一级结构
 - B. 二级结构
 - C. 三级结构
 - D. 四级结构
 - E. 超二级结构
22. 蛋白质变性会出现下列哪种现象
- A. 分子量改变
 - B. 溶解度降低
 - C. 粘度降低
 - D. 不对称程度降低
 - E. 无双缩脲反应
23. 镰刀形红细胞性贫血患者的血红蛋白 β -链第 6 位是
- A. 谷氨酸
 - B. 半胱氨酸
 - C. 甘氨酸
 - D. 缬氨酸
 - E. 脯氨酸
24. 下列哪种氨基酸为非编码氨基酸
- A. 谷氨酸
 - B. 半胱氨酸
 - C. 鸟氨酸
 - D. 缬氨酸
 - E. 脯氨酸
25. 蛋白质一级结构指的是
- A. 蛋白质分子内氨基酸种类的数量
 - B. 蛋白质分子内氨基酸以肽键相连接
 - C. 蛋白质分子内氨基酸的排列顺序
 - D. 多肽链的形态和大小
 - E. 蛋白质分子内的各种化学键
26. 盐析法沉淀蛋白质的原理是
- A. 降低蛋白质溶液的介电常数
 - B. 与蛋白质结合成不溶性的蛋白盐
 - C. 中和电荷, 破坏水化膜
 - D. 调节蛋白质溶液的等电点
 - E. 使蛋白质成为兼性离子
27. 蛋白质在以下哪个波长处有最大的光吸收
- A. 240nm
 - B. 260nm
 - C. 280nm
 - D. 300nm
 - E. 320nm
28. 蛋白质合成后修饰而成的氨基酸是
- A. 组氨酸
 - B. 蛋氨酸
 - C. 异亮氨酸
 - D. 胱氨酸
 - E. 缬氨酸
29. 关于 α -螺旋的叙述, 下列哪项是正确的
- A. 肽键平面与螺旋长轴呈垂直关系
 - B. 只存在于球状蛋白质中
 - C. 靠盐键维系稳定性
 - D. 螺旋的一圈由 3.6 个氨基酸组成
 - E. 直径为 2nm
30. 多肽链盘曲折叠的基本单位是

- A. 氨基酸
- B. α -螺旋
- C. β -折叠

- D. 肽键平面
- E. 单核苷酸

二、多项选择题

[在备选答案中有两个或两个以上是正确的，错选或未选全的均不给分]

1. 下列哪些是酸性氨基酸
 - A. 蛋氨酸
 - B. 谷氨酸
 - C. 苏氨酸
 - D. 天冬氨酸
 - E. 半胱氨酸
2. 芳香族氨基酸包括
 - A. 脯氨酸
 - B. 苯丙氨酸
 - C. 苏氨酸
 - D. 酪氨酸
 - E. 色氨酸
3. 含硫氨基酸是
 - A. 蛋氨酸
 - B. 组氨酸
 - C. 半胱氨酸
 - D. 天冬氨酸
 - E. 胱氨酸
4. 属于中性氨基酸的是
 - A. 丙氨酸
 - B. 组氨酸
 - C. 亮氨酸
 - D. 天冬氨酸
 - E. 甘氨酸
5. 蛋白质分子中的非共价键有
 - A. 二硫键
 - B. 氢键
 - C. 疏水键
 - D. 盐键
 - E. 肽键
6. 蛋白质的二级结构包括
 - A. α -螺旋
 - B. β -折叠
 - C. β -转角
 - D. 无规卷曲
 - E. 发卡结构
7. 下列哪些因素影响 α -螺旋的形成
 - A. R 基团的大小
 - B. R 基团的形状
 - C. R 基团所带电荷的性质
 - D. 螺旋的长短
 - E. 脯氨酸的存在
8. 下列哪种蛋白质在 pH=5.0 的溶液中带正电荷
 - A. pI 为 3.5 的蛋白质
 - B. pI 为 6.5 的蛋白质
 - C. pI 为 7.0 的蛋白质
 - D. pI 为 4.5 的蛋白质
 - E. pI 为 7.4 的蛋白质
9. 蛋白质分子在溶液中解离趋势取决于
 - A. 其分子上酸性基团的多少
 - B. 其分子上碱性基团的多少
 - C. 该溶液的 pH 值
 - D. 其分子上酸碱基团的比例
 - E. 与以上无关
10. 有关 α -螺旋的叙述，以下哪些是正确的
 - A. 为左手螺旋结构
 - B. 螺旋的一圈包括 3.6 个氨基酸残基
 - C. 由疏水键相互作用维持螺旋的稳定
 - D. 氨基酸侧链 R 基团分布在螺旋的外侧
 - E. 碱性氨基酸集中的区域有利于 α -螺旋的形成
11. 维持蛋白质三级结构主要化学键是
 - A. 离子键
 - B. 酰胺键
 - C. 酯键
 - D. 疏水键

- E. 磷酸二酯键
12. 蛋白质变性是指
 - A. 空间结构的改变
 - B. 肽键的断裂
 - C. 次级键的断裂
 - D. 一级结构的改变
 - E. 生物学活性的丧失
 13. 蛋白质变性有何实际应用
 - A. 酒精消毒
 - B. 紫外线照射
 - C. 理疗
 - D. 蛋白质煮熟后食用易于消化
 - E. 高温消毒
 14. 下列关于 β -折叠的叙述, 哪些是正确的
 - A. 是蛋白质的二级结构
 - B. 肽键平面折叠成锯齿状
 - C. 相邻肽链主链的 N-H 和 C=O 之间形成有规则的氢键
 - D. 在 β -折叠中, 所有的肽键都参与链间氢键的形成
 - E. 氢键与 β -折叠的长轴呈垂直关系
 15. 不能透过半透膜的物质包括
 - A. 甲醛
 - B. 胰岛素
 - C. 酒精
 - D. 清蛋白
 - E. 丙酮
 16. 能引起蛋白质变性的因素包括
 - A. 中性盐
 - B. 硫酸铜
 - C. 丙酮
 - D. 紫外线照射
 - E. 加热
 17. 蛋白质沉淀、变性和凝固的关系, 下列叙述正确的是
 - A. 蛋白质沉淀后必然变性
 - B. 变性的蛋白质不一定沉淀
 - C. 变性的蛋白质一定凝固
 - D. 蛋白质凝固后一定变性
 - E. 沉淀的蛋白质不一定变性
 18. 关于蛋白质四级结构的叙述, 正确的是
 - A. 由两条或两条以上具有独立三级结构的多肽链构成
 - B. 亚基之间的连接靠二硫键
 - C. 亚基之间的连接靠非共价键
 - D. 具有四级结构的蛋白质中, 亚基必须相同
 - E. 独立的亚基具有生物学活性
 19. 蛋白质是大分子化合物, 在水溶液中保持稳定, 是因为
 - A. 蛋白质的颗粒大小介于 $1 \sim 100\text{nm}$ 之间, 属于胶体范围
 - B. 蛋白质颗粒不能在水溶液中进行布朗运动
 - C. 蛋白质分子表面有水化膜
 - D. 在一定的 pH 下, 蛋白质带同性电荷
 - E. 蛋白质溶液粘度大
 20. 关于蛋白质三级结构的叙述, 下列哪些是正确的
 - A. 是指多肽链中全部氨基酸残基的空间排布
 - B. 存在于每个天然蛋白质分子中
 - C. 由酰胺键维系三级结构的稳定性
 - D. 属于高级结构
 - E. 具有三级结构的蛋白质多是疏水的
 21. 属于结合蛋白质的是
 - A. 清蛋白
 - B. 免疫球蛋白
 - C. 组蛋白
 - D. 血红蛋白
 - E. β -脂蛋白
 22. 对蛋白质进行定性、定量测定的方法包括
 - A. 凯氏定氮法
 - B. 紫外吸收法
 - C. 测磷法
 - D. 双缩脲法
 - E. 酚试剂法
 23. 可作为结合蛋白质辅基的有

- A. 金属离子
 - B. 激素
 - C. α -酮酸
 - D. 糖类
 - E. 色素
24. 关于血红蛋白的叙述, 下列哪些是正确的
- A. 由四个亚基组成
 - B. 为一种单纯蛋白质
 - C. 具有四级结构
 - D. 亚基之间通过非共价键连接
 - E. 心肌中含量最高
25. 蛋白质高分子性质包括
- A. 分子量大, 分子对称
 - B. 不能透过半透膜
 - C. 粘度大
 - D. 扩散速度快
 - E. 有布朗运动

三、填空题

1. 组成蛋白质的主要元素有_____，_____，_____，_____。
2. 人体蛋白质的基本组成单位为_____，除_____，均属于_____。
3. 根据氨基酸的 R 基团的结构和性质不同, 可将氨基酸分为_____，_____，_____，_____四类。
4. 在每条多肽链的两端有游离的_____和游离的_____，这两端分别称为_____末端和_____末端。
5. 蛋白质的一级结构是指_____在多肽链中的_____。
6. 维持蛋白质一级结构的主要化学键是_____，而维持蛋白质空间结构的化学键主要是_____。
7. 稳定蛋白质空间结构的次级键包括_____，_____，_____，_____等。
8. 蛋白质二级结构的结构形式包括_____，_____，_____和_____。
9. 蛋白质在 pI 时以_____离子形式存在, 在 pH 大于 pI 的溶液中, 蛋白质以_____离子形式存在, 在 pH 小于 pI 的溶液中, 蛋白质以_____离子形式存在。
10. 在 pH6.0 缓冲液中将丙氨酸、赖氨酸、天冬氨酸三种氨基酸的混合液进行电泳, 移向正极的是_____，移向负极的是_____，留在原点的是_____。
11. 由于_____的突变, 导致其编码的蛋白质分子的_____序列异常, 而引起生物学功能改变的遗传性疾病称为_____。
12. 蛋白质分子表面的_____和_____使蛋白质不易聚集, 稳定地分散在水溶液中。
13. 使蛋白质沉淀的常用方法包括_____，_____，_____，_____，其中_____和_____法沉淀, 可保持蛋白质不变性。
14. 蛋白质分子含有_____和_____残基, 这些氨基酸的侧链基团有紫外吸收能力, 最大吸收峰在_____ nm, 利用此特性对蛋白质进行含量的测定。
15. 在某些理化因素的作用下, 维系蛋白质_____的次级键断裂, 天然构象被破坏, 而引起_____改变, _____丧失, 这种现象称为_____。
16. 用于蛋白质定性和定量分析的常用颜色反应有_____，_____和_____。

四、名词解释

1. 肽键
2. 蛋白质的一级结构
3. α -螺旋
4. 蛋白质的四级结构
5. 蛋白质的等电点
6. 蛋白质的沉淀
7. 蛋白质的变性
8. 分子病

五、简答题

1. 组成蛋白质的基本单位是什么？其结构特点是什么？
2. 使蛋白质变性的因素有哪些？变性后，蛋白质有哪些性质的改变？
3. 常用的蛋白质沉淀的方法有哪些？其基本原理及特点是什么？
4. 构成蛋白质的原料氨基酸只有 20 种，其所组成的蛋白质种类如此繁多，为什么？

六、论述题

1. 何谓肽键、肽链及氨基酸残基？为什么说多肽链是有方向性的？
2. 何谓蛋白质的一、二、三、四级结构？维系各级结构稳定的化学键或力是什么？
3. 举例说明蛋白质的一级结构、空间结构与功能的关系。

参 考 答 案

一、单项选择题

- | | | | | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1. B | 2. C | 3. B | 4. C | 5. B | 6. A | 7. A | 8. C |
| 9. E | 10. B | 11. D | 12. E | 13. E | 14. D | 15. A | 16. B |
| 17. C | 18. B | 19. E | 20. C | 21. A | 22. B | 23. D | 24. C |
| 25. C | 26. C | 27. C | 28. D | 29. D | 30. D | | |

二、多项选择题

- | | | | | | |
|----------|-----------|---------|----------|---------|---------|
| 1. BD | 2. BDE | 3. ACE | 4. ACE | 5. BCD | 6. ABCD |
| 7. ABCE | 8. BCE | 9. ABCD | 10. BD | 11. AD | 12. ACE |
| 13. ABDE | 14. ABCDE | 15. BD | 16. BCDE | 17. BDE | 18. AC |
| 19. ACD | 20. AD | 21. BDE | 22. ABDE | 23. ADE | 24. ACD |
| 25. BCE | | | | | |

三、填空题

1. 碳 氢 氧 氮
2. 氨基酸 甘氨酸 L- α -氨基酸
3. 非极性疏水性氨基酸 不带电荷的极性氨基酸 酸性氨基酸 碱性氨基酸
4. 氨基 羧基 氮 (N) 碳 (C)
5. 氨基酸 排列顺序

6. 肽键 次级键
7. 氢键 盐键 疏水键 范德华力
8. α -螺旋 β -折叠 β -转角 无规卷曲
9. 兼性 负 正
10. 天冬氨酸 赖氨酸 丙氨酸
11. 遗传物质 (DNA) 氨基酸 分子病
12. 电荷层 水化膜
13. 盐析法 有机溶剂沉淀 某些酸类沉淀 重金属沉淀 盐析 低温有机溶剂
14. 酪氨酸 色氨酸 280
15. 空间结构 理化性质 生物学活性 蛋白质变性
16. 茚三酮反应 双缩脲反应 酚试剂反应

四、名词解释

1. 一个氨基酸的 α -氨基与另一个氨基酸的 α -羧基脱去一分子的水，所形成的酰胺键称肽键。
2. 氨基酸在蛋白质多肽链中的排列顺序，肽键是蛋白质一级结构的基本结构键。
3. α -螺旋为蛋白质二级结构形式之一，在 α -螺旋中，多肽链主链以每 3.6 个氨基酸残基为一周，盘曲成一个右手螺旋，氨基酸残基的侧链伸向螺旋的外侧。 α -螺旋的稳定依靠上下肽键之间的氢键维系。
4. 由两条或两条以上具有独立三级结构的多肽链组成，多肽链之间没有共价键的连接，通过次级键连接在一起，这种结构形式称为蛋白质的四级结构。
5. 当蛋白质溶液处于某一 pH 值时，其分子解离成正负离子的趋势相等成为兼性离子，净电荷为零，此时该溶液的 pH 值称为该蛋白质的等电点。
6. 分散在溶液中的蛋白质分子发生聚集，并从溶液中析出现象，称为蛋白质的沉淀。
7. 在某些理化因素的作用下，维系蛋白质空间结构的次级键断裂，天然构象被破坏，从而引起蛋白质理化性质改变，生物学活性丧失，这种现象称为蛋白质的变性。
8. 由于遗传物质 (DNA) 的突变，导致其编码蛋白质分子的氨基酸序列异常，而引起其生物学功能的改变的遗传性疾病称为分子病。

五、简答题

1. 蛋白质的基本组成单位是氨基酸，结构特点为①蛋白质水解所得到的氨基酸都是 α -氨基酸，氨基都连接在 α 碳原子上。②不同氨基酸在于 R 不同，除了 R 为 H 的甘氨酸外，其他氨基酸均为 L 构型。
2. 引起变性的因素有：物理因素如高温、高压、超声波、紫外线、射线及强烈震荡等，化学因素如强酸、强碱、尿素、有机溶剂和重金属盐等。变性后：①生物学活性丧失；②溶解度下降；③粘度增加；④易被蛋白酶水解。
3. (1) 使蛋白质沉淀的主要方法有：盐析、有机溶剂、某些酸类、重金属盐、加热凝固
(2) 原理和特点：①中性盐破坏蛋白质的水化膜，中和电荷，采用不同的盐浓度可将不同的蛋白质分段析出，盐析法不使蛋白质发生变性。②有机溶剂可破坏蛋白质的水化膜

使之沉淀，低温下操作不使蛋白质变性。③某些酸类如钨酸、三氯乙酸等的酸根能与带正电荷的蛋白质结合而沉淀，要求蛋白质溶液的 pH 值小于 pI，该沉淀法使蛋白质变性。④重金属离子如 Cu^{2+} 、 Hg^{2+} 等可与带负电荷的蛋白质结合而沉淀，要求蛋白质溶液的 pH 值大于 pI，该沉淀法使蛋白质变性。⑤在等电点时加热蛋白质可形成凝块沉淀，该法使蛋白质变性。

4. 由于氨基酸的种类、数量、比例、排列顺序及组合方式的不同，因此可构成种类繁多、结构各异的蛋白质。

六、论述题

1. 一个氨基酸的 α -羧基与另一个氨基酸的 α -氨基进行分子间的脱水缩合反应，生成的酰胺键称为肽键，肽键具有双键的性质。由多个氨基酸通过多个肽键连接而成的链式结构称为肽链。氨基酸在形成肽后，因有部分基团已参加肽键的形成，已不是完整的氨基酸，故将肽中的氨基酸称为氨基酸残基。一条肽链无论多长，其一端游离着一个 α -氨基，称为氨基末端，而另一端游离着一个 α -羧基，称为羧基末端，因此肽链是有方向性的。
2. (1) 一级结构指氨基酸在蛋白质多肽链中的排列顺序。维持一级结构稳定的键是肽键。
(2) 二级结构指多肽链主链原子的局部空间排列，而不包括侧链原子的空间排列。包括 α -螺旋、 β -折叠、 β -转角和无规卷曲四种类型。维持二级结构稳定的键主要是氢键。
(3) 三级结构是指在二级结构的基础上多肽链进一步盘曲、折叠所形成的特定的空间结构。维持其稳定的键主要有次级键，如氢键、盐键、疏水键、范德华力，除此有些蛋白质中还有二硫键。
(4) 四级结构是指由两条或两条以上具有独立三级结构的多肽链借助于非共价键即次级键连接在一起的结构形式。维持其结构稳定的键是疏水键、盐键及氢键。
3. (1) 蛋白质的一级结构是高级结构的基础，一级结构相似，其空间构象和功能也相似，如神经垂体释放的催产素和抗利尿激素都是九肽，其中只有两个氨基酸不同，而其余七个氨基酸残基是相同的，因此催产素和抗利尿激素的生理功能有相似之处。一级结构发生改变则蛋白质的功能也发生改变，如镰刀状红细胞性贫血患者血红蛋白 α -链与正常人血红蛋白完全相同，所不同的是 β -链 N 端第 6 位正常人为谷氨酸，而镰刀状红细胞性贫血患者为缬氨酸，造成红细胞带氧能力下降，红细胞易破裂而发生溶血。
(2) 蛋白质的空间结构与功能也密切相关，因其空间结构是行使功能的结构基础，空间结构发生改变，其功能活性也随之发生改变，如核糖核酸酶变性后，空间结构遭到破坏，催化活性丧失；当复性后，空间构象恢复原状，功能活性随之恢复。

(承德医学院 周晓慧)

第二章 核酸化学

重点解析

核酸是遗传的物质基础。各种生物都含有两类核酸，即核糖核酸（RNA）和脱氧核糖核酸（DNA）。病毒只含有 DNA 或 RNA。DNA 是遗传信息的载体，其绝大部分存在于细胞核内。RNA 与蛋白质的合成密切相关，主要分布在细胞质中。

核酸分子主要由碳、氢、氧、氮和磷等元素组成，含磷量为 9%~10%，可通过测定磷含量来估计样品中核酸含量。核酸的基本组成单位是核苷酸，核苷酸由碱基、戊糖和磷酸组成。碱基又分为嘌呤碱和嘧啶碱两类。戊糖可分为核糖和脱氧核糖。DNA 中的碱基和戊糖与 RNA 的有所不同。DNA 分子中主要有 A（腺嘌呤）、T（胸腺嘧啶）、G（鸟嘌呤）和 C（胞嘧啶）四种碱基，戊糖为脱氧核糖；RNA 分子中碱基成分多为 A、U（尿嘧啶）、G 和 C，戊糖为核糖。此外，DNA 和 RNA 还含有少量稀有碱基。碱基和戊糖通过糖苷键缩合生成核苷。嘌呤和嘧啶可分别形成嘌呤核苷或嘧啶核苷（包括核糖核苷和脱氧核糖核苷，统称为核苷）。核苷与磷酸以磷酸酯键相连，可形成 2'-、3'-或 5'-核糖核苷酸。脱氧核苷与磷酸可形成 3'-或 5'-脱氧核糖核苷酸。在生物体内大量游离存在的多是 5'-核苷酸（NMP）。5'-核苷酸的磷酸基上往往可以再连接一分子磷酸或两分子磷酸，形成二磷酸核苷（NDP 或 dNDP）或三磷酸核苷（NTP 或 dNTP）。在体内有一些游离的核苷酸及其衍生物在代谢中起重要作用。如多种三磷酸核苷特别是 ATP 是重要的直接供能物质。4 种 NTP 和 dNTP 分别是合成 RNA 和 DNA 的原料。cAMP（环-磷酸腺苷）和 cGMP（环-磷酸鸟苷）是多种激素作用的第二信使，调节细胞内多种物质代谢。一些游离核苷酸的衍生物是体内一些重要酶的辅酶，参与生物氧化和各种物质代谢过程。

核酸分子的结构大体分为三级：其一级结构是组成核酸的核苷酸按一定的顺序排列，以 3', 5' 磷酸二酯键相连的链式结构。首尾分别为 5'-磷酸基及 3'-羟基，分别称为 5'端和 3'端。书写时一般按 5'→3'方向。二级及三级结构统称高级结构，DNA 和 RNA 各有特点。DNA 的二级结构是双链双螺旋、两条链反向平行、碱基向内互补（A-T，C-G）形成碱基对。配对碱基之间的氢键和范德华引力使该结构稳定。DNA 的三级结构是在二级结构基础上进一步形成的超螺旋结构。如真核细胞 DNA 的双链缠绕在组蛋白上构成核小体，它是染色体的基本单位。由许多核小体形成的串珠状结构又进一步卷曲，形成超螺旋管结构，即染色质纤维。染色质纤维再经几次卷曲才能形成染色单体。

RNA 为单链结构，链内可因碱基互补配对（A-U，C-G）而回折形成局部双螺旋结构。未参加配对的碱基所形成的单链则形成环状突起。这就是 RNA 的二级结构。常见的 RNA 按功能不同分为三类，即信使 RNA（mRNA）、转运 RNA（tRNA）及核蛋白体 RNA（rRNA）。mRNA 分子为线形单链结构，5'端有一个 7-甲基鸟苷三磷酸（m⁷-GTP）的“帽”，3'端有多聚腺苷酸（polyA）的“尾”，中间部的编码区按 5'→3'方向自起始密码子开始每三个相连碱基作为一个密码子对应一种氨基酸，因此其碱基排列顺序决定了由它指导合