

全国医学高等专科学校辅导教材

医学生物化学

学习指导

(第 3 版)

主编 何旭辉
周爱儒

北京大学医学出版社

全国医学高等专科学校辅导教材

医学生物化学学习指导

(第3版)

主 编 何旭辉 周爱儒

副主编 倪菊华 刘淑萍 张瑞萍 韦耀东

编 者 (按姓氏笔画排序)

文 程 (大庆医学高等专科学校)

韦耀东 (右江民族医学院)

刘淑萍 (内蒙古医学院)

孙秀玲 (山东医学高等专科学校)

周爱儒 (北京大学医学部)

林雪松 (哈尔滨医科大学)

何旭辉 (大庆医学高等专科学校)

倪菊华 (北京大学医学部)

胡颂恩 (上海医药高等专科学校)

常晓彤 (河北北方学院)

张瑞萍 (河北工程大学)

徐世明 (首都医科大学)

编委会秘书 刘新华 (北京大学医学部)

北京大学医学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

医学生物化学学习指导/何旭辉, 周爱儒主编. —3 版.

北京: 北京大学医学出版社, 2008. 3

ISBN 978-7-81116-407-7

I. 医… II. ①何… ②周… III. 医用化学: 生物化学—
医学院校—教学参考资料 IV. Q5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 024218 号

医学生物化学学习指导 (第 3 版)

主 编: 何旭辉 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 责任校对: 金彤文 责任印制: 张京生

开 本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 12.25 字数: 310 千字

版 次: 2008 年 4 月第 3 版 2008 年 4 月第 1 次印刷 印数: 1-8000 册

书 号: ISBN 978-7-81116-407-7

定 价: 19.50 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3版前言

《医学生物化学学习指导》(第1版)自1998年出版以来至今已经10年,其间于2004年再版。第一版和第二版共10多次印刷,印数约达20万册,受到全国各地院校师生们的欢迎和普遍好评。

《医学生物化学》(第3版)主教材已于2008年1月由北京大学医学出版社出版。该版主教材在第2版的基础上,无论在内容或形式上均进行了一些补充和改进。为了帮助读者更好地学习和掌握3版主教材的内容,特将原2版《学习指导》进行相应修订,出版了第3版《学习指导》,使其与主教材相适应。为保持前两版的延续性,本版《学习指导》各章仍包含重点解析、测试题和参考答案三部分,测试题型也与前两版学习指导基本相似,3版主教材中的第19章和第20章均为进展专题,仅供读者参考,不属教学基本要求,在《学习指导》中未列入,故本书共18章。

《医学生物化学学习指导》(第3版)除主要供高等医学专科学校、医学院校各专业使用外,还可供全国广播电视大学医学各专业、自学考试以及医师进修班等参考使用。

本书仍由北京大学医学出版社出版,北京大学医学部和大庆医学高等专科学校联合主编。各章内容分别由《医学生物化学》第3版主教材的相应作者编写。由于我们的水平有限,本书可能存在一些缺点或不足之处,敬请各位读者批评指正。

本书在编写与出版过程中得到北京大学医学出版社领导和编辑的大力支持与协助,特此致谢。

何旭辉 周爱儒

2008年1月

(181) 四九四

(182) 四九四

(183) 四九四

(184) 四九四

目 录

第一章 蛋白质的结构与功能..... (1)

重点解析..... (1)

测试题..... (2)

参考答案..... (8)

第二章 核酸的结构与功能 (11)

重点解析 (11)

测试题 (12)

参考答案 (18)

第三章 酶学 (22)

重点解析 (22)

测试题 (24)

参考答案 (32)

第四章 糖代谢 (36)

重点解析 (36)

测试题 (38)

参考答案 (47)

第五章 脂类代谢 (52)

重点解析 (52)

测试题 (55)

参考答案 (63)

第六章 生物氧化 (69)

重点解析 (69)

测试题 (70)

参考答案 (74)

第七章 氨基酸代谢 (76)

重点解析 (76)

测试题 (79)

参考答案 (86)

第八章 核苷酸代谢 (91)

重点解析 (91)

测试题 (92)

参考答案 (97)

第九章 物质代谢的联系与调节..... (100)

重点解析..... (100)

测试题..... (102)

参考答案..... (106)

第十章 DNA 的生物合成——

复制..... (109)

重点解析..... (109)

测试题..... (111)

参考答案..... (115)

第十一章 RNA 的生物合成——

转录..... (118)

重点解析..... (118)

测试题..... (119)

参考答案..... (123)

第十二章 蛋白质的生物合成——

翻译..... (126)

重点解析..... (126)

测试题..... (127)

参考答案..... (132)

第十三章 基因表达调控与基因

工程..... (135)

重点解析..... (135)

测试题..... (139)

参考答案..... (143)

第十四章 肝的生物化学..... (146)

重点解析..... (146)

测试题..... (147)

参考答案..... (153)

第十五章 血液生化..... (157)

重点解析..... (157)

测试题..... (158)

参考答案..... (161)

第十六章 骨骼与钙磷代谢..... (163)

重点解析..... (163)

测试题..... (164)

参考答案..... (169)

第十七章 维生素与微量元素..... (172)

重点解析..... (172)

测试题..... (172)

参考答案..... (177)

第十八章 水、电解质与酸碱平衡 ... (179)
重点解析..... (179)

测试题..... (181)
参考答案..... (186)

——蛋白质与核酸 第十章

(101)..... 蛋白质
(102)..... 蛋白质的组成
(103)..... 蛋白质的性质
(104)..... 蛋白质的分离与纯化

——蛋白质与核酸 第十一章

(105)..... 蛋白质
(106)..... 蛋白质的组成
(107)..... 蛋白质的性质
(108)..... 蛋白质的分离与纯化

——蛋白质与核酸 第十二章

(109)..... 蛋白质
(110)..... 蛋白质的组成
(111)..... 蛋白质的性质
(112)..... 蛋白质的分离与纯化

蛋白质与核酸 第十三章

(113)..... 蛋白质
(114)..... 蛋白质的组成
(115)..... 蛋白质的性质
(116)..... 蛋白质的分离与纯化

蛋白质与核酸 第十四章

(117)..... 蛋白质
(118)..... 蛋白质的组成
(119)..... 蛋白质的性质
(120)..... 蛋白质的分离与纯化

蛋白质与核酸 第十五章

(121)..... 蛋白质
(122)..... 蛋白质的组成
(123)..... 蛋白质的性质
(124)..... 蛋白质的分离与纯化

蛋白质与核酸 第十六章

(125)..... 蛋白质
(126)..... 蛋白质的组成
(127)..... 蛋白质的性质
(128)..... 蛋白质的分离与纯化

蛋白质与核酸 第十七章

(129)..... 蛋白质
(130)..... 蛋白质的组成
(131)..... 蛋白质的性质
(132)..... 蛋白质的分离与纯化

——蛋白质与核酸 第一章

(1)..... 蛋白质
(2)..... 蛋白质的组成
(3)..... 蛋白质的性质
(4)..... 蛋白质的分离与纯化

——蛋白质与核酸 第二章

(5)..... 蛋白质
(6)..... 蛋白质的组成
(7)..... 蛋白质的性质
(8)..... 蛋白质的分离与纯化

——蛋白质与核酸 第三章

(9)..... 蛋白质
(10)..... 蛋白质的组成
(11)..... 蛋白质的性质
(12)..... 蛋白质的分离与纯化

——蛋白质与核酸 第四章

(13)..... 蛋白质
(14)..... 蛋白质的组成
(15)..... 蛋白质的性质
(16)..... 蛋白质的分离与纯化

——蛋白质与核酸 第五章

(17)..... 蛋白质
(18)..... 蛋白质的组成
(19)..... 蛋白质的性质
(20)..... 蛋白质的分离与纯化

——蛋白质与核酸 第六章

(21)..... 蛋白质
(22)..... 蛋白质的组成
(23)..... 蛋白质的性质
(24)..... 蛋白质的分离与纯化

——蛋白质与核酸 第七章

(25)..... 蛋白质
(26)..... 蛋白质的组成
(27)..... 蛋白质的性质
(28)..... 蛋白质的分离与纯化

——蛋白质与核酸 第八章

(29)..... 蛋白质
(30)..... 蛋白质的组成
(31)..... 蛋白质的性质
(32)..... 蛋白质的分离与纯化

第一章 蛋白质的结构与功能

重点解析

蛋白质广泛存在于生物界，具有多种多样的生物学功能。蛋白质是生物体内含量最多的高分子化合物，人体内蛋白质含量约占人体干重的 45%；人体约有十万种以上不同的蛋白质，是各种生命现象的主要物质基础。组成蛋白质的主要元素有碳、氢、氧、氮、硫等，其中氮的含量比较恒定，平均为 16% 左右；这是蛋白质元素组成的重要特点，也是蛋白质定量测定的依据；通常只要测定出生物样品中的含氮量，就可用样品中含氮的克数 $\times 6.25$ = 样品中蛋白质的克数来计算蛋白质的含量。

蛋白质是高分子化合物，分子量大、结构复杂、种类繁多，但其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，它们在结构上都有一个共同点，即在 α -碳原子上都结合有氨基或亚氨基，都为 L 型 α -氨基酸。根据氨基酸侧链 R 基团的结构和性质不同可将其分为四类：(1) 非极性疏水性氨基酸；(2) 不带电荷的极性氨基酸；(3) 酸性氨基酸；(4) 碱性氨基酸。所有的氨基酸都含有氨基，又含有羧基，因此属两性电解质，在不同的 pH 值溶液中，可带不同的电荷。当氨基酸处在某一 pH 值溶液中时，氨基酸所带的正、负电荷数相等，此时溶液的 pH 值为该氨基酸的等电点 (pI)。不同的氨基酸有各自特定的等电点。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。

氨基酸之间借肽键连接形成多肽链，肽键是蛋白质结构中的基本键。根据多肽链中氨基酸的残基数分别称为二肽、三肽、寡肽或多肽。多肽链是蛋白质分子的最基本结构形式。蛋白质多肽链中的氨基酸按一定排列顺序以肽键相连形成蛋白质的一级结构；维持蛋白质一级结构的化学键是肽键，有些尚含有二硫键。不同蛋白质中氨基酸的种类、数量和排列顺序各不相同，甚至不同种族的同一种蛋白质，其氨基酸组成及排列顺序也不同。蛋白质的一级结构是其高级结构的基础。蛋白质分子中的多肽链经折叠盘曲而具有一定的构象称为蛋白质的高级结构。蛋白质高级结构又可分为二级、三级和四级结构。维持蛋白质高级结构的化学键主要是次级键，有氢键、离子键、疏水键、二硫键以及范德华引力。蛋白质的二级结构是指在一级结构基础上多肽链本身折叠或盘曲所形成的局部空间构象，主要的有 α -螺旋和 β -片层结构。蛋白质的三级结构是多肽链在二级结构的基础上进一步盘曲、折叠而形成的整体构象。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。许多蛋白质分子是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称为蛋白质的四级结构，其中每一个具有独立三级结构的多肽链称为亚基或亚单位；亚基之间借次级键缔合在一起，形成寡聚体或多聚体；其中每个亚基单独存在时无生物学活性。但并非所有蛋白质分子均具有四级结构形式。

蛋白质分子的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；即使不同种属来源的同种蛋白质一级结构部分相同，也可表现为相似的生物学活性。蛋白质一级结构不同，其生物学功能不同，各种蛋白质的特定功能是由其特殊的结构决定的，蛋白质的一级结构改变而使生物学功能发生很大的变化。蛋白质的空间结构直接与其生物活性相关，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，如两性游离和等电点，某些呈色反应等。根据蛋白质的两性游离性质，采用电泳方法可对蛋白质进行分离、纯化、鉴定和分子量的测定。蛋白质又具有高分子化合物的性质，如胶体性质，易沉淀，不易透过半透膜。根据蛋白质的这些性质可用透析法分离蛋白质，利用超速离心法既能分离、纯化蛋白质，又能测定蛋白质分子量。天然蛋白质常以稳定的亲水胶体溶液形式存在，这是由于蛋白质颗粒表面存在水化膜和表面电荷；如除去这两个稳定因素，蛋白质就可发生沉淀。例如调节蛋白质溶液的 pH 到等电点，加入脱水剂去除水化膜。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。蛋白质加热后可出现凝固。许多理化因素能够破坏稳定蛋白质构象的次级键，从而使其失去天然蛋白质原有的理化性质与生物学活性，使蛋白质变性；变性只是破坏了维持和稳定空间构象的次级键，肽键并未断裂，一级结构没有改变；蛋白质变性可分为可逆变性和不可逆变性。蛋白质变性和沉淀反应的概念不同，但又互相联系。沉淀时可变性，也可不变性；变性可表现为沉淀，也可表现为溶解状态。蛋白质变性的原理具有重要的实用意义，如消毒灭菌，临床检验，制备有蛋白质活性的生物制剂。蛋白质与某些试剂作用可发生颜色反应的特点常用来做蛋白质的定性和定量分析，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是正确的]

- 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
 - 色氨酸、精氨酸
 - 苯丙氨酸、异亮氨酸
 - 精氨酸、亮氨酸
 - 天冬氨酸、谷氨酸
 - 蛋氨酸、组氨酸
- 组成蛋白质的基本单位是
 - L- α -氨基酸
 - D- α -氨基酸
 - L- β -氨基酸
 - D- β -氨基酸
 - L、D- α 氨基酸
- 下列含有两个羧基的氨基酸是
 - 精氨酸
 - 赖氨酸
 - 甘氨酸
 - 色氨酸
 - 谷氨酸
- 蛋白质分子中的主要化学键是
 - 肽键
 - 二硫键
- 含有疏水侧链的氨基酸有
 - 色氨酸
 - 苯丙氨酸
 - 亮氨酸
 - 异亮氨酸
 - 缬氨酸

- C. 酯键
D. 盐键
E. 氢键
6. 关于肽键特点错误的叙述是
A. 肽键中的 C—N 键长度比相邻的 N—C α 单键短
B. 肽键的 C—N 键具有部分双键性质
C. 与 α -碳原子相连的 N 和 C 所形成的化学键可以自由旋转
D. 肽键可以自由旋转
E. 肽键中 C—N 键所相连的四个原子基本处于同一平面上
7. 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. 氢键
E. 二硫键
8. 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. 侧链构象
9. 关于蛋白质分子三级结构的描述, 其中错误的是
A. 天然蛋白质分子均有的这种结构
B. 具有三级结构的多肽链都具有生物学活性
C. 三级结构的稳定性主要是次级键维系
D. 亲水基团多聚集在三级结构的表面
E. 决定盘曲折叠的因素是氨基酸残基
10. 具有四级结构的蛋白质的特征是
A. 分子中必定含有辅基
B. 在两条或两条以上具有三级结构多肽链的基础上, 肽链进一步折叠, 盘曲形成
C. 每条多肽链都具有独立的生物学活性
D. 依赖肽键维系四级结构的稳定性
E. 由两条或两条以上独立具有三级结构的多肽链组成
11. 关于蛋白质的四级结构正确的是
A. 一定有多个相同的亚基
B. 一定有多个不同的亚基
C. 一定有种类相同, 而数目不同的亚基数
D. 一定有种类不同, 而数目相同的亚基
E. 亚基的种类、数目都不定
12. 蛋白质的一级结构及高级结构决定于
A. 分子中氢键
B. 分子中盐键
C. 氨基酸组成和顺序
D. 分子内部疏水键
E. 亚基
13. 蛋白质所形成的胶体颗粒, 在下列哪种条件下不稳定
A. 溶液 pH 值大于 pI
B. 溶液 pH 值小于 pI
C. 溶液 pH 值等于 pI
D. 溶液 pH 值等于 7.4
E. 在水溶液中
14. 蛋白质的等电点是
A. 蛋白质溶液的 pH 等于 7.0 时溶液的 pH 值
B. 蛋白质溶液的 pH 等于 7.4 时溶液的 pH 值
C. 蛋白质分子呈正离子状态时溶液的 pH 值
D. 蛋白质分子呈负离子状态时溶液的 pH 值
E. 蛋白质的正电荷与负电荷相等时溶液的 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 4.0

- B. pH5.0
C. pH6.0
D. pH7.0
E. pH8.0
16. 蛋白质溶液的稳定性因素是
A. 蛋白质溶液有分子扩散现象
B. 蛋白质在溶液中有“布朗运动”
C. 蛋白质分子表面带有水化膜和同种电荷
D. 蛋白质溶液的粘度大
E. 蛋白质分子带有电荷
17. 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. 肽键的断裂
D. 蛋白质空间构象的破坏
E. 蛋白质的水解
18. 变性蛋白质的主要特点是
A. 粘度下降
B. 溶解度增加
C. 不易被蛋白酶水解
D. 生物学活性丧失
E. 容易被盐析出现沉淀
19. 下列哪种因素不能使蛋白质变性
A. 加热震荡
B. 强酸强碱
C. 有机溶剂
D. 重金属盐
E. 盐析
20. 蛋白质变性不包括
A. 氢键断裂
B. 肽键断裂
C. 疏水键断裂
D. 盐键断裂
E. 二硫键断裂
21. 若用重金属沉淀 pI 为 8.0 的蛋白质时, 该溶液的 pH 值应为
A. 8.0
B. >8.0
C. <8.0
D. ≤ 8.0
E. ≥ 8.0
22. 用某些酸类(苦味酸、钨酸、鞣酸等)沉淀蛋白质的原理是
A. 破坏盐键
B. 中和电荷
C. 断裂氢键
D. 与蛋白质结合成不溶性盐类
E. 调节等电点
23. 下列不属于结合蛋白质的是
A. 核蛋白
B. 糖蛋白
C. 白蛋白
D. 脂蛋白
E. 色蛋白
24. 盐析法沉淀蛋白质的原理是
A. 中和电荷、破坏水化膜
B. 与蛋白质结合成不溶性蛋白盐
C. 降低蛋白质溶液的介电常数
D. 调节蛋白质溶液的等电点
E. 使蛋白质溶液成为 pI
25. 蛋白质分子组成中不含有下列哪种氨基酸
A. 半胱氨酸
B. 蛋氨酸
C. 胱氨酸
D. 丝氨酸
E. 瓜氨酸
26. 组成蛋白质的氨基酸有
A. 10 种
B. 15 种
C. 20 种
D. 25 种
E. 30 种
27. 蛋白质的一级结构是指下面的哪一种情况
A. 氨基酸种类的数量
B. 分子中的各种化学键

- C. 多肽链的形态和大小
D. 氨基酸残基的排列顺序

E. 分子中的共价键

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]

- 含硫氨基酸包括
 - 蛋氨酸
 - 苏氨酸
 - 组氨酸
 - 半胱氨酸
 - 丝氨酸
 - 酪氨酸
 - 色氨酸
 - 脯氨酸
 - 组氨酸
- 下列哪些是碱性氨基酸
 - 组氨酸
 - 蛋氨酸
 - 精氨酸
 - 赖氨酸
 - 甘氨酸
- 蛋白质特异的生物学功能主要有
 - 是各种组织的基本组成成分
 - 催化功能
 - 收缩及运动功能
 - 免疫功能
 - 调节功能
- 组成蛋白质的基本元素主要有
 - 碳
 - 氧
 - 氮
 - 磷
 - 氢
- 关于组成蛋白质的氨基酸的结构, 正确的说法是
 - 在 α -碳原子上都结合有氨基或亚氨基
 - 所有的 α -碳原子都是不对称碳原子
 - 组成人体的氨基酸除一种外都是 L 型
 - 脯氨酸是唯一的一种亚氨基酸
 - 不同氨基酸的 R 基团大部分都相同
- 芳香族氨基酸是
 - 苯丙氨酸
- 关于肽键与肽的下列描述, 哪些是正确的
 - 肽键具有部分双键性质
 - 是核酸分子中的基本结构键
 - 含两个肽键的肽称三肽
 - 肽链水解下来的氨基酸称氨基酸残基
 - 蛋白质的肽链也叫寡肽
- 下列具有四级结构的蛋白质有
 - 血红蛋白
 - 肌红蛋白
 - 清蛋白
 - 乳酸脱氢酶
 - 免疫球蛋白
- 关于蛋白质的二级结构, 正确的说法是
 - 一种蛋白质分子只存在一种二级结构类型
 - 是多肽链本身折叠盘曲而形成
 - 主要为 α -螺旋和 β -片层结构
 - 维持二级结构稳定的键是肽键
 - 二级结构类型及含量多少由多肽链的氨基酸组成决定
- 下列关于 α -螺旋, 叙述正确的是
 - 螺旋中每 3.6 个氨基酸残基为一周
 - 为右手螺旋结构
 - 两螺旋之间借二硫键维持其稳定
 - 氨基酸侧链 R 基团分布在螺旋外侧
 - 酸性氨基酸集中区域有利于螺旋形成
- 蛋白质的二级结构包括
 - α -螺旋

- B. β -片层
C. β -转角
D. 无规则卷曲
E. 双螺旋结构
12. 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 基团所带电荷性质
D. 螺旋的旋转方向
E. 带同种电荷的 R 基团集中区
13. 下列关于 β -片层结构的论述哪些是正确的
A. 是一种伸展的肽链结构
B. 肽键平面折叠成锯齿状
C. 也可由两条以上多肽链顺向或逆向平行排列而成
D. 两链间形成离子键以使结构稳定
E. 肽链中氨基酸侧链 R 基团都伸向锯齿上侧
14. 维持蛋白质三级结构的主要键是
A. 肽键
B. 疏水键
C. 离子键
D. 范德华引力
E. 酯键
15. 肽键平面中能够旋转的键有
A. $C=O$ 双键
B. $C-N$ 单键
C. $N-H$ 单键
D. $C_{\alpha}-N$ 单键
E. $C_{\alpha}-C$ 单键
16. 下列关于血红蛋白的结构规律及特点, 叙述正确的是
A. 为一种单纯蛋白质
B. 具有两个 α 亚基, 两个 β 亚基
C. 每一亚基具有独立的三级结构
D. 亚基之间借非共价键连接
E. 整个分子呈球形
17. 蛋白质高分子溶液的特性包括
A. 粘度大
B. 分子量大, 分子对称
C. 不能透过半透膜
D. 扩散速度快
E. 有布朗运动
18. 可作为结合蛋白质辅基的有
A. 核苷酸
B. 金属离子
C. 糖类
D. 激素
E. 维生素 B_{12} 衍生物
19. 下列哪种蛋白质在 $pH=5.0$ 的溶液中带正电荷
A. pI 为 4.5 的蛋白质
B. pI 为 7.4 的蛋白质
C. pI 为 7.0 的蛋白质
D. pI 为 6.5 的蛋白质
E. pI 为 3.5 的蛋白质
20. 使蛋白质沉淀但不变性的方法有
A. 中性盐沉淀蛋白质
B. 鞣酸沉淀蛋白质
C. 低温乙醇沉淀蛋白质
D. 重金属盐沉淀蛋白质
E. 常温乙醇沉淀蛋白质
21. 蛋白质变性后
A. 肽键断裂
B. 一级结构改变
C. 空间结构改变
D. 分子内亲水基团暴露
E. 生物学活性改变
22. 可测定蛋白质分子量的方法有
A. 茚三酮反应
B. 电泳法
C. 超速离心法
D. 双缩脲反应
E. 酚试剂反应
23. 蛋白质沉淀, 变性和凝固的关系, 下面叙述正确的是
A. 蛋白质沉淀后必然变性

- B. 蛋白质凝固后一定会变性
 C. 变性蛋白质一定要凝固
 D. 变性蛋白质不一定会沉淀
 E. 变性就是沉淀，沉淀就是变性
24. 变性蛋白质的特性有
 A. 溶解度显著下降
 B. 生物学活性丧失
 C. 易被蛋白酶水解
 D. 凝固或沉淀
 E. 表面电荷被中和
25. 蛋白质胶体溶液的稳定性因素是
 A. 蛋白质颗粒在溶液中进行布朗运动，促使其扩散
 B. 蛋白质分子表面有水化膜
 C. 蛋白质溶液粘度大
 D. 蛋白质分子带有同性电荷
 E. 低温

三、填空题

- 组成蛋白质的主要元素有_____、_____、_____、_____。
- 不同蛋白质的含_____量颇为相近，平均含量为_____%。
- 蛋白质分子的基本组成单位是_____，除脯氨酸外在其结构上有一共同点，即在其 α -碳原子上都结合有_____。
- 氨基酸的种类很多，但构成蛋白质的氨基酸只有_____种，根据氨基酸的结构和性质不同可将其分为以下四类_____、_____、_____、_____。
- 蛋白质具有两性电离性质，大多数在酸性溶液中带_____电荷，在碱性溶液中带_____电荷。当蛋白质处在某一 pH 值溶液中时，它所带的正负电荷数相等，此时的蛋白质成为_____，该溶液的 pH 称为该蛋白质的_____。
- 蛋白质的一级结构是指_____在蛋白质多肽链中的_____。
- 在蛋白质分子中，一个氨基酸的 α -碳原子上的_____与另一个氨基酸 α -碳原子上的_____脱去一分子水形成的键叫_____，它是蛋白质分子中的基本结构键。
- 维持蛋白质一级结构的化学键是_____键，而维持蛋白质高级结构的化学键是_____键，主要的有_____、_____、_____、_____、_____。
- 蛋白质的二级结构是指_____本身折叠或盘曲所形成的局部空间构象，主要有_____和_____结构。
- 蛋白质颗粒表面的_____和_____是蛋白质亲水胶体稳定的两个因素。
- 常用的蛋白质沉淀法有_____、_____、_____、_____，其中_____和_____法沉淀，可保持蛋白质不变性。
- 蛋白质变性主要是因为破坏了维持和稳定其空间构象的各种_____键，使天然蛋白质原有的_____与_____性质改变。
- 蛋白质可与某些试剂作用产生颜色反应，这些反应可用来做蛋白质的_____和_____分析；常用的颜色反应有_____、_____和_____。
- 按照分子形状分类，蛋白质分子形状的长短轴之比小于 10 的称为_____，蛋白质分子形状的长短轴之比大于 10 的称为_____。按照组成成分分类，分子组成中仅含氨基酸的称_____，分子组成中除了蛋白质部分还有非蛋白质部分的称_____，其中非蛋白质部分称_____。
- 蛋白质可受_____、_____或_____的作用而水解，最后彻底水解为各种

的混合物。

16. 蛋白质在电场中的泳动速度不同是由于各种蛋白质所带电荷和蛋白变不同,形状也不同。

四、名词解释

- | | |
|-------------|-------------|
| 1. 肽键 | 4. 蛋白质的四级结构 |
| 2. 蛋白质的亚基 | 5. 蛋白质的变性 |
| 3. 等电点 (pI) | 6. 蛋白质的沉淀 |

五、简答题

- 组成蛋白质的元素有哪几种? 哪一种为蛋白质分子中的特征性成分? 测其含量有何用途?
- 何为蛋白质的两性游离?
- 沉淀蛋白质的方法有哪些? 各有何特点?
- 组成蛋白质的氨基酸只有 20 种, 为什么蛋白质的种类却极其繁多?

六、论述题

- 何谓蛋白质的一、二、三、四级结构及维持各级结构的键或力是什么?
- 举例说明蛋白质一级结构与功能的关系, 空间结构与功能的关系。
- 什么是蛋白质的变性作用? 举例说明实际工作中应用和避免蛋白质变性的例子。

参 考 答 案

一、单项选择题

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

二、多项选择题

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

三、填空题

1. 碳 氢 氧 氮

2. 氮 16
3. 氨基酸 氨基
4. 20 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
5. 正 负 两性离子 (兼性离子) 等电点
6. 氨基酸 排列顺序
7. 氨基 羧基 肽键
8. 肽键 次级键 氢键 离子键 疏水键 范德华引力 二硫键
9. 多肽链 α -螺旋 β -片层
10. 电荷层 水化膜
11. 盐析法 有机溶剂沉淀 某些酸类沉淀 重金属盐沉淀 盐析 低温有机溶剂
12. 次级键 物理化学 生物学
13. 定性 定量 茚三酮反应 双缩脲反应 酚试剂反应
14. 球状蛋白质 纤维状蛋白质 单纯蛋白质 结合蛋白质 辅基
15. 酸 碱 酶 氨基酸
16. 电荷性质 数量 分子量大小

四、名词解释题

1. 一个氨基酸 α -碳原子上的羧基与另一个氨基酸 α -碳原子上的氨基脱去一分子水形成的键叫肽键。
2. 有些蛋白质分子由两条或两条以上具有独立三级结构的多肽链组成后, 才能完整地表现出生物学活性, 其中每个具有独立三级结构的多肽链单位称为该蛋白质的亚基。
3. 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, 此时该溶液的 pH 值称为该蛋白质的等电点 (pI)。
4. 许多蛋白质分子是由两条或两条以上具有独立三级结构的多肽链组成的; 这些多肽链之间没有共价键连接, 而是借非共价键缔合在一起, 蛋白质分子的这种结构形式称为蛋白质分子的四级结构。
5. 在某些理化因素作用下, 使蛋白质严格的空間结构受到破坏但不包括肽键的断裂, 从而引起蛋白质理化性质的改变及生物学活性的丧失, 这种现象称为蛋白质的变性。
6. 分散在溶液中的蛋白质分子发生凝聚, 并从溶液中析出的现象, 称为蛋白质的沉淀。

五、简答题

1. (1) 组成蛋白质的元素主要有碳、氢、氧、氮和硫。
(2) 各种蛋白质含氮量颇为接近, 平均为 16% 左右。
(3) 只要测定出生物样品的含氮量就可推算出近似的蛋白质含量。含氮量的克数 $\times 6.25$ = 样品中蛋白质的克数
2. 蛋白质分子中带有可解离的氨基和羧基, 这些基团在不同的 pH 溶液中可解离成正离子 (正电荷) 或负离子 (负电荷), 这种性质称蛋白质两性游离。
3. (1) 主要方法有: 盐析, 有机溶剂、某些酸类、重金属盐、加热凝固。
(2) 特点:

① 中性盐破坏蛋白质的水化膜和电荷, 采用不同盐浓度可将不同蛋白质分段盐析, 盐析不使蛋白质发生变性。

② 有机溶剂可破坏蛋白质的水化膜而使之沉淀, 低温下操作可使蛋白质不变性。

③ 某些酸类如钨酸、三氯醋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 pH 值 $< pI$, 该法使蛋白质变性。

④ 重金属离子 Cu^{2+} 、 Hg^{2+} 等可与带负电荷的蛋白质结合而沉淀, 为此要求蛋白质溶液 pH 值 $> pI$, 该法使蛋白质变性。

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、数目、比例、排列顺序及组合方式的不同, 可构成种类繁多、结构各异的蛋白质。

六、论述题

1. (1) 一级结构指氨基酸在蛋白质多肽链中的排列顺序。维持一级结构的键是肽键。
- (2) 二级结构指多肽链本身折叠或盘曲所形成的局部空间构象。常见的有 α -螺旋和 β -片层结构。维持二级结构稳定的键主要是氢键。
- (3) 三级结构是具有二级结构的多肽链进一步盘曲、折叠所形成的空间结构。维持其稳定的主要有次级键, 如氢键、离子键、疏水键、范德华引力等。
- (4) 四级结构是指两条或两条以上具有独立三级结构的多肽链缔合在一起的结构形式。维持四级结构稳定的键主要是非共价键。

2. (1) 一级结构与功能密切相关。一级结构相似其功能也相似, 一级结构不同其功能也不同, 一级结构发生改变则蛋白质功能也发生改变。如镰刀状红细胞性贫血患者血红蛋白其 α -链与正常人血红蛋白完全相同, 所不同的是 β -链 N 端第六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, 易溶血。

(2) 空间结构与功能也密切相关。空间结构发生改变, 其功能活性也随之改变。如核糖核酸酶, 当空间结构遭到破坏, 催化活性丧失; 当其复性后, 结构恢复原状, 活性也就恢复。

3. (1) 在某些理化因素作用下, 蛋白质空间构象受到破坏, 使其理化性质改变, 生物学活性丧失为蛋白质变性。

(2) 变性是使蛋白质的次级键断裂, 不涉及一级结构。

(3) 变性的应用: 酒精, 加热和紫外线消毒灭菌; 钨酸, 三氯乙酸沉淀蛋白质, 可制备无蛋白血滤液用于化验室检测; 热凝法检查尿蛋白。制备或保存酶、疫苗、免疫血清等蛋白质制剂时, 应选用不引起变性的沉淀剂, 并在低温等适当条件下保存。

(哈尔滨医科大学 林雪松)

第二章 核酸的结构与功能

重点解析

核酸分为 DNA 和 RNA 两大类，其基本组成单位是核苷酸，核苷酸之间以磷酸二酯键相连接。DNA 是由 A、G、C 和 T 四种脱氧核糖核苷酸组成，RNA 则由 A、G、C 和 U 四种核糖核苷酸组成。DNA 是遗传信息的载体，其绝大部分存在于细胞核内；RNA 与蛋白质的生物合成密切相关，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。核酸基本组成单位核苷酸是由碱基、戊糖和磷酸三者所组成。碱基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 分子中碱基成分为 A、U（尿嘧啶）、G 和 C，戊糖为核糖。此外，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 3'-或 5'-核糖核苷酸，脱氧核苷与磷酸则可形成 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），其磷酸基上往往可以再连接一分子或两分子磷酸，形成二磷酸核苷（NDP 或 dNDP）或三磷酸核苷（NTP 或 dNTP）。这些游离的核苷酸及其衍生物在机体代谢中起着重要作用，如多种三磷酸核苷，特别是 ATP 是重要的供能物质，4 种 NTP 和 dNTP 可分别作为合成 RNA 和 DNA 的原料，cAMP（环磷酸腺苷）和 cGMP（环磷酸鸟苷）则是多种激素作用的第二信使，参与细胞内多种物质代谢的调节；体内还有一些游离核苷酸的衍生物是体内一些重要酶的辅酶，在能量代谢和各种物质代谢中起着重要作用。

DNA 分子结构一般分为三级。其一级结构是指 DNA 分子中的 A、G、C、T 序列，DNA 对遗传信息的贮存正是利用碱基排列方式的变化而实现的。DNA 的二级结构多为右手双螺旋结构，两条链呈反向平行走向；双链之间存在 A-T 和 C-G 配对规则；碱基平面间的疏水性堆积力和互补碱基间的氢键，是维系双螺旋结构稳定的主要因素。DNA 在双螺旋结构的基础上还将进一步折叠成超螺旋结构，并且在组蛋白等的参与下构成核小体，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。DNA 的基本功能是决定生物遗传信息复制和基因转录的最终模板。

生物体内的另一大类核酸是 RNA，主要参与蛋白质生物合成。RNA 为单链结构，链内可因碱基互补配对（A-U，C-G）而回折形成局部双链结构，未参加配对的碱基所形成的单链则形成环状突起，这种结构特点也被称作“发夹结构”。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 以 DNA 为