



供本科生复习考试用

供研究生入学考试用

供同等学力人员申请硕士学位考试用

医学专业

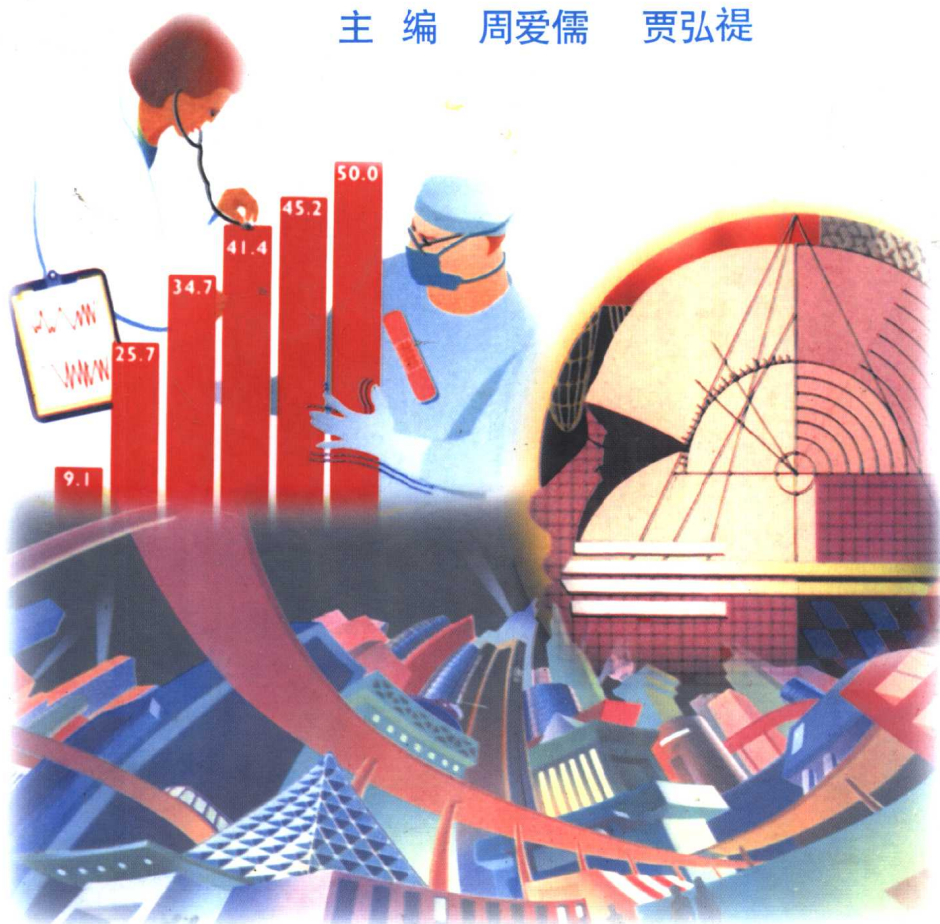
本科生复习考试
研究生入学考试

指导丛书

生物化学

应试指南

主 编 周爱儒 贾弘提



北京医科大学出版社

医学专业 本科生复习考试 研究生入学考试 指导丛书

生物化学应试指南

主 编 周爱儒 贾弘禔

副主编 查锡良

编 委 (以姓氏笔划为序)

于秉治 (中国医科大学)

马润泉 (中山医科大学)

王学敏 (第四军医大学)

刘秉文 (华西医科大学)

宋惠萍 (湖南医科大学)

周爱儒 (北京大学医学部)

药立波 (第四军医大学)

赵宝昌 (大连医科大学)

查锡良 (复旦大学医学院)

贾弘禔 (北京大学医学部)

温博贵 (汕头大学医学院)

北京医科大学出版社

SHENGWU HUAXUE YINGSHI ZHINAN

图书在版编目 (CIP) 数据

生物化学应试指南/周复儒, 贾弘提主编. - 北京:
北京医科大学出版社, 2000.9
(医学专业本科生复习考试与研究生入学考试指导
丛书)
ISBN 7-81071-119-9

I. 生… II. ①周…②贾… III. 生物化学 - 医学
院校 - 自学参考资料 IV. Q5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2000) 第 64017 号

北京医科大学出版社出版发行

(100083 北京学院路 38 号 北京大学医学部院内)

责任编辑: 暴海燕

责任校对: 何 力

责任印制: 张京生

山东省莱芜市圣龙印务书刊有限责任公司印刷 新华书店经销

开本: 787mm × 1092mm 1/16 印张: 14.75 字数: 374 千字

2000 年 9 月第 1 版 2001 年 11 月第 3 次印刷 印数: 25001 - 50000 册

定价: 19.80 元

(凡购买我社的图书, 如有缺损、倒页、脱页等质量问题者, 请与当地供应部门联系调换)

版权所有 不得翻印

前 言

卫生部规划教材《生物化学》第五版近期由人民卫生出版社出版。与前几版教材比较,该版教材在内容上做了较大变动,以适应生物化学与分子生物学的迅猛发展以及面向新世纪对医学教育的要求。为了帮助读者学习和复习第五版《生物化学》教材,并进行自我测试,特编写《生物化学应试指南》一书。该书是《生物化学》第五版教材的配套辅导材料。

《生物化学应试指南》以第五版《生物化学》教材为依据。全书共22章,其章次顺序与第五版教材相一致。每一章包括三部分内容:①基本要求,为该章重点和难点的解析。②测试题,是本书的主要内容,包括选择题、填空题、名词解释题、问答题等多种题型。③参考答案,其中问答题为答案要点。选择题中的A型题即单项选择题,要求在5个备选答案中选择1个最佳答案;B型题即配伍题,先列出5个备选答案,然后提出若干道问题。每一备选答案可用一次或多次,也可一次也不选用,每题选配1个最适答案;X型题即多项选择题,在4个或5个备选答案中选择2个或2个以上的正确答案。为有助于复习和理解,相似内容的问题可在不同题型中出现。

本书编委会成员由第五版《生物化学》规划教材的编写人员组成。他们是来自全国各著名医学院校、具有长期丰富教学经验的生物化学教授。上述各院校的多位生物化学同仁也参加了本书的编写。北京大学医学部生物化学与分子生物学系李载权副教授担任本书编委会秘书。

本书的主要对象是医学院校的本科生。同时本书也可供研究生入学考试、医师职业资格考试、自学考试以及青年教师、医师和其他院校有关专业的师生自学、复习或教学参考之用。

由于我们水平有限,本书编写过程中可能有不当之处,敬请批评、指正。

周爱儒 贾弘禔 查锡良

2000年3月 北京

目 录

第一章 蛋白质的结构与功能	(1)	参考答案	(114)
基本要求	(1)	第十章 DNA 的生物合成 (复制)	
测试题	(3)		(118)
参考答案	(8)	基本要求	(118)
第二章 核酸的结构与功能	(12)	测试题	(120)
基本要求	(12)	参考答案	(125)
测试题	(14)	第十一章 RNA 的生物合成 (转录)	
参考答案	(19)		(128)
第三章 酶	(24)	基本要求	(128)
基本要求	(24)	测试题	(129)
测试题	(27)	参考答案	(135)
参考答案	(34)	第十二章 蛋白质的生物合成 (翻译)	
第四章 糖代谢	(41)		(139)
基本要求	(41)	基本要求	(139)
测试题	(43)	测试题	(140)
参考答案	(52)	参考答案	(145)
第五章 脂类代谢	(58)	第十三章 基因表达调控	(148)
基本要求	(58)	基本要求	(148)
测试题	(63)	测试题	(149)
参考答案	(70)	参考答案	(152)
第六章 生物氧化	(76)	第十四章 基因重组与基因工程 ..	(155)
基本要求	(76)	基本要求	(155)
测试题	(77)	测试题	(156)
参考答案	(84)	参考答案	(159)
第七章 氨基酸代谢	(89)	第十五章 细胞信息传递	(162)
基本要求	(89)	基本要求	(162)
测试题	(90)	测试题	(165)
参考答案	(96)	参考答案	(171)
第八章 核苷酸代谢	(100)	第十六章 血液的生物化学	(174)
基本要求	(100)	基本要求	(174)
测试题	(101)	测试题	(175)
参考答案	(105)	参考答案	(180)
第九章 物质代谢的联系与调节 ...	(108)	第十七章 肝的生物化学	(183)
基本要求	(108)	基本要求	(183)
测试题	(110)	测试题	(185)

	参考答案	(191)		测试题	(211)
第十八章	维生素与微量元素	(197)		参考答案	(213)
	基本要求	(197)	第二十一章	基因诊断与基因治疗	
	测试题	(198)			(216)
	参考答案	(201)		基本要求	(216)
第十九章	糖蛋白、蛋白聚糖和细			测试题	(217)
	胞外基质	(204)		参考答案	(219)
	基本要求	(204)	第二十二章	分子生物学常用技术与	
	测试题	(205)		人类基因组计划	(221)
	参考答案	(207)		基本要求	(221)
第二十章	癌基因、抑癌基因与生长			测试题	(223)
	因子	(210)		参考答案	(226)
	基本要求	(210)			

第一章 蛋白质的结构与功能

基本要求

蛋白质是生物大分子，也是一切生命活动的重要物质基础。蛋白质约占人体固体成分的45%，离开蛋白质生命将不复存在。组成蛋白质的元素主要为碳、氢、氧、氮和硫。有些蛋白质还含有少量磷和金属元素。

人体内组成蛋白质的氨基酸为 L- α -氨基酸，共有 20 种。氨基酸根据其侧链的结构和理化性质可分成 4 类：1. 非极性、疏水性氨基酸；2. 极性、中性氨基酸；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。在某一 pH 的溶液中，氨基酸解离成阳离子和阴离子的趋势相等时，呈电中性，此时的溶液 pH 值称为氨基酸的等电点。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、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。

氨基酸通过肽键相连而成肽链，少于 10 个氨基酸的肽链称为寡肽，大于 10 个的称为多肽。体内有许多生物活性肽。例如谷胱甘肽，它是由三个氨基酸组成的三肽，在体内起着还原剂等作用。体内还有许多发挥激素或神经递质作用等的多肽。

体内发挥各种功能的蛋白质都是有序结构。蛋白质分子中的氨基酸自 N-末端向 C-末端的排列顺序称为蛋白质的一级结构。参与一级结构组成的化学键为肽键。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。蛋白质一级结构是高级结构基础，但不是唯一决定因素。肽单元是由 6 个原子 ($C_{\alpha 1}$, C, O, N, H 和 $C_{\alpha 2}$) 所组成的一个酰胺平面。肽键具有一定程度的双键性能，不能自由旋转，但 C_{α} 分别相连的二个键可旋转，因此相邻的二个肽单元可随 C_{α} 所连二个单键的旋转而形成相对的空间位置关系。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，氨基酸侧链伸向螺旋外侧。在 β -折叠结构中，多肽链充分伸展，每个肽单元以 C_{α} 为旋转点，依次折叠成锯齿状结构，氨基酸残基侧链交替地位于锯齿状结构的上下方。维系蛋白质二级结构的稳定主要靠氢键。在许多蛋白质中，有二个或三个具有二级结构的肽段在空间上相互接近，形成一个特殊的空间构象，被称为模序。锌指结构是典型的模序例子，由 1 个 α -螺旋和 2 个反平行的 β -折叠三个肽段组成，形似手指，具有结合锌离子功能。有些蛋白质的模序仅由几个连续的氨基酸残基组成。模序是蛋白质发挥特定功能的结构基础。三级结构是指多肽链主链和侧链的全部原子的空间排布位置。三级结构的稳定主要靠次级键。一些蛋白质的三级结构可形成数个结构域，各结构域都有特殊的功能。如纤连蛋白每条多肽链含有 6 个结构域，分别与细胞、胶原、DNA、肝素等结合。在体内许多蛋白质分子由二条以上多肽链组成，每 1 条多肽链都有其完整的三级结构，称为蛋白质的亚基。四级结构是指蛋白质亚基之间的缔合，它主要靠次级键维持稳定，并非所有蛋白质都有四级结构。含有四级结构的蛋白质，单独的亚基一般没有生物学功能，血红蛋白是由 2 个 α 亚基和 2 个 β 亚基通过 8 个离子键相连，形成四聚体，

且每个亚基都可结合 1 个血红素辅基，具有运输氧和 CO_2 的功能。任何单一的 α 或 β 亚基都不能运输氧和 CO_2 。

在蛋白质合成时，还未折叠的肽段有许多疏水基团暴露在外，具有分子内或分子间聚集的倾向，影响蛋白质正确折叠。而细胞内存在一类称为分子伴侣的蛋白质，可以可逆地与未折叠肽段的疏水部分结合随后松开，引导肽链正确折叠，此外分子伴侣还在蛋白质二硫键正确形成中起重要作用。

蛋白质的空间结构遭到破坏，可导致蛋白质的理化性质和生物学性质的变化，这就是蛋白质变性。变性的蛋白质，只要其一级结构仍完好，可在一定条件下恢复其空间结构，随之理化性质和生物学性质也重现，这被称为复性。

核糖核酸酶遇尿素和 β -巯基乙醇时发生蛋白质变性，其分子中的氢键和 4 对二硫键解除，从而使空间构象遭破坏，丧失生物活性，但其一级结构完整无损。若去除尿素和 β -巯基乙醇，核糖核酸酶又可恢复其原有构象，其生物学活性随之恢复，这就是蛋白质的复性。蛋白质在强酸、强碱溶液中发生变性后，仍能溶解于该溶液中。若将 pH 调至蛋白质的等电点，变性蛋白质成絮状析出，若再加热，絮状物可形成比较坚固的凝块，这就是蛋白质的凝固作用。

体内各种蛋白质都有其特殊的结构和特定的功能。一级结构相似的蛋白质，其空间构象和功能也相近。哺乳动物的胰岛素分子结构都由 A 和 B 两条链组成，且二硫键配对和一级结构均相似，仅有个别氨基酸差异，因而它们都执行相同的调节糖代谢等的功能。若蛋白质一级结构发生改变则影响其正常功能，由此引起的疾病称为分子病。镰刀状红细胞贫血症就是一个典型的分子病。蛋白质空间构象与功能有着密切关系。血红蛋白亚基与 O_2 结合可引起另一亚基构象变化，使之更易与 O_2 结合，所以血红蛋白的氧解离曲线呈 S 型。这种效应剂通过影响蛋白质的空间构象达到改变生物学活性的方式称为变构效应，它是生物体内普遍存在的功能调节方式之一。

分离纯化蛋白质是研究单个蛋白质结构和功能的先决条件。通常利用蛋白质的理化性质和生物学性质来纯化蛋白质。蛋白质颗粒表面大多为亲水基团，因而通过吸引水分子而形成一层水化膜，是蛋白质胶体稳定的重要因素。若用温和的方法破坏蛋白质水化膜，蛋白质极易从溶液中析出。盐析方法就是依据此原理，获得不同性质蛋白质的初步分离。蛋白质分子量较大，可以用透析的方法，与小分子化合物分离。透析法常用于蛋白质溶液去除盐等小分子，为进一步纯化作准备。凝胶过滤法是一种根据各种蛋白质分子量的差异进行分离纯化蛋白质的方法。含各种分子量的蛋白质混合物，在通过带有小孔的葡聚糖颗粒所填充的长柱时，大分子量蛋白质不能进入葡聚糖颗粒而径直流出，小分子量蛋白质进入颗粒而流出滞后，这样蛋白质就被分离成分子量大小不等的若干组分。此外根据蛋白质颗粒表面带有一定的电荷，可用离子交换层析和电泳的方法将蛋白质分离纯化。纯化的蛋白质可进行结构分析。蛋白质一级结构分析，一般采用 Edman 降解法。也可利用蛋白质结构基因的碱基序列来推演蛋白质的氨基酸序列。蛋白质空间构象的分析，主要应用蛋白质晶体的 X 射线衍射方法或二维核磁共振技术等。近年来利用计算机工作站，根据蛋白质的氨基酸序列，预测其空间构象的研究发展迅速，受到关注。

测 试 题

一、A 型选择题

1. 某一溶液中蛋白质的百分含量为 55%，此溶液的蛋白质氮的百分浓度为
A. 8.8%
B. 8.0%
C. 8.4%
D. 9.2%
E. 9.6%
2. 蛋白质分子中的氨基酸属于下列哪一项？
A. L- β -氨基酸
B. D- β -氨基酸
C. L- α -氨基酸
D. D- α -氨基酸
E. L、D- α -氨基酸
3. 属于碱性氨基酸的是
A. 天冬氨酸
B. 异亮氨酸
C. 组氨酸
D. 苯丙氨酸
E. 半胱氨酸
4. 280nm 波长处有吸收峰的氨基酸为
A. 丝氨酸
B. 谷氨酸
C. 蛋氨酸
D. 色氨酸
E. 精氨酸
5. 维系蛋白质二级结构稳定的化学键是
A. 盐键
B. 二硫键
C. 肽键
D. 疏水作用
E. 氢键
6. 下列有关蛋白质一级结构的叙述，错误的是
A. 多肽链中氨基酸的排列顺序
B. 氨基酸分子间通过去水缩合形成肽链
C. 从 N-端至 C-端氨基酸残基排列顺序
D. 蛋白质一级结构并不包括各原子的空间位置
E. 通过肽键形成的多肽链中氨基酸排列顺序
7. 下列有关谷胱甘肽的叙述正确的是
A. 谷胱甘肽中含有胱氨酸
B. 谷胱甘肽中谷氨酸的 α -羧基是游离的
C. 谷胱甘肽是体内重要的氧化剂
D. 谷胱甘肽的 C 端羧基是主要的功能基团
E. 谷胱甘肽所含的肽键均为 α -肽键
8. 关于蛋白质二级结构错误的描述是
A. 蛋白质局部或某一段肽链有规则的重复构象
B. 二级结构仅指主链的空间构象
C. 多肽链主链构象由每个肽键的二个二面角所确定
D. 整条多肽链中全部氨基酸的空间位置
E. 无规卷曲也属二级结构范畴
9. 有关肽键的叙述，错误的是
A. 肽键属于一级结构内容
B. 肽键中 C-N 键所连的四个原子处于同一平面
C. 肽键具有部分双键性质
D. 肽键旋转而形成了 β -折叠
E. 肽键中的 C-N 键长度比 N-C α 单键短
10. 有关蛋白质三级结构描述，错误的是
A. 具有三级结构的多肽链都有生物学活性
B. 亲水基团多位于三级结构的表面
C. 三级结构的稳定性由次级键维系
D. 三级结构是单体蛋白质或亚基的空间结构
E. 三级结构是各个单键旋转自由度受到

各种限制的结果

11. 正确的蛋白质四级结构叙述应该为

- A. 蛋白质四级结构的稳定性由二硫键维系
- B. 蛋白质变性时其四级结构不一定受到破坏
- C. 蛋白质亚基间由非共价键聚合
- D. 四级结构是蛋白质保持生物活性的必要条件
- E. 蛋白质都有四级结构

12. 下列正确描述血红蛋白概念是

- A. 血红蛋白是含有铁卟啉的单亚基球蛋白
- B. 血红蛋白氧解离曲线为 S 型
- C. 1 个血红蛋白可与 1 个氧分子可逆结合
- D. 血红蛋白不属于变构蛋白
- E. 血红蛋白的功能与肌红蛋白相同

13. 蛋白质 α -螺旋的特点有

- A. 多为左手螺旋
- B. 螺旋方向与长轴垂直
- C. 氨基酸侧链伸向螺旋外侧
- D. 肽键平面充分伸展
- E. 靠盐键维系稳定性

14. 蛋白质分子中的无规卷曲结构属于

- A. 二级结构
- B. 三级结构
- C. 四级结构
- D. 结构域
- E. 以上都不是

15. 有关蛋白质 β -折叠的描述, 错误的是

- A. 主链骨架呈锯齿状
- B. 氨基酸侧链交替位于扇面上下方
- C. β -折叠的肽链之间不存在化学键
- D. β -折叠有反平行式结构, 也有平行式结构
- E. 肽链充分伸展

16. 下列有关氨基酸的叙述, 错误的是

- A. 丝氨酸和苏氨酸侧链都含羟基
- B. 异亮氨酸和缬氨酸侧链都有分支

C. 组氨酸和脯氨酸都是亚氨基酸

D. 苯丙氨酸和色氨酸都为芳香族氨基酸

E. 精氨酸和赖氨酸都属于碱性氨基酸

17. 常出现于肽链转角结构中的氨基酸为

- A. 脯氨酸
- B. 半胱氨酸
- C. 谷氨酸
- D. 甲硫氨酸
- E. 丙氨酸

18. 在各种蛋白质中含量相近的元素是

- A. 碳
- B. 氮
- C. 氧
- D. 氢
- E. 硫

19. 下列氨基酸中含有羟基的是

- A. 谷氨酸、天冬酰胺
- B. 丝氨酸、苏氨酸
- C. 苯丙氨酸、酪氨酸
- D. 半胱氨酸、蛋氨酸
- E. 亮氨酸、缬氨酸

20. 蛋白质吸收紫外光能力的大小, 主要取决于

- A. 含硫氨基酸的含量
- B. 肽键中的肽键
- C. 碱性氨基酸的含量
- D. 芳香族氨基酸的含量
- E. 脂肪族氨基酸的含量

21. 下列有关肽的叙述, 错误的是

- A. 肽是两个以上氨基酸借肽键连接而成的化合物
- B. 组成肽的氨基酸分子都不完整
- C. 多肽与蛋白质分子之间无明确的分界线
- D. 氨基酸一旦生成肽, 完全失去其原有的理化性质
- E. 根据 N-末端数目, 可得知蛋白质的亚基数

22. 关于蛋白质二级结构的描述, 错误的是

- A. 每种蛋白质都有二级结构形式

- B. 有的蛋白质几乎全是 β -折叠结构
 C. 有的蛋白质几乎全是 α -螺旋结构
 D. 几种二级结构可同时出现于同一种蛋白质分子中
 E. 大多数蛋白质分子中有 β -转角和三股螺旋结构
23. 每种完整蛋白质分子必定具有
 A. α -螺旋
 B. β -折叠
 C. 三级结构
 D. 四级结构
 E. 辅基
24. 胰岛素分子 A 链与 B 链的交联是靠
 A. 氢键
 B. 二硫键
 C. 盐键
 D. 疏水键
 E. Vander Waals 力
25. 关于蛋白质亚基的描述, 正确的是
 A. 一条多肽链卷曲成螺旋结构
 B. 两条以上多肽链卷曲成二级结构
 C. 两条以上多肽链与辅基结合成蛋白质
 D. 每个亚基都有各自的三级结构
 E. 以上都不正确
26. 蛋白质的空间构象主要取决于
 A. 肽链氨基酸的序列
 B. α -螺旋和 β -折叠
 C. 肽链中的氨基酸侧链
 D. 肽链中的肽键
 E. 肽链中的二硫键位置
27. 蛋白质溶液的稳定性因素是
 A. 蛋白质溶液的粘度大
 B. 蛋白质分子表面的疏水基团相互排斥
 C. 蛋白质分子表面带有水化膜
 D. 蛋白质溶液属于真溶液
 E. 以上都不是
28. 能使蛋白质沉淀的试剂是
 A. 浓盐酸
 B. 硫酸铵溶液
 C. 浓氢氧化钠溶液
 D. 生理盐水
 E. 以上都不是
29. 盐析法沉淀蛋白质的原理是
 A. 中和电荷, 破坏水化膜
 B. 盐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. 以上都不是
30. 血清白蛋白 (pI 为 4.7) 在下列哪种 pH 值溶液中带正电荷?
 A. pH4.0
 B. pH5.0
 C. pH6.0
 D. pH7.0
 E. pH8.0

二、B 型选择题

- A. 酸性氨基酸
 B. 支链氨基酸
 C. 芳香族氨基酸
 D. 亚氨基酸
 E. 含硫氨基酸
1. 甲硫氨酸是
 2. 色氨酸是
 3. 缬氨酸是
 4. 半胱氨酸是
 5. 脯氨酸是
- A. 二级结构
 B. 结构域
 C. 模序
 D. 三级结构
 E. 四级结构
6. 锌指结构是
 7. 无规卷曲是
 8. 纤连蛋白 RGD 三肽是
 9. 在纤连蛋白分子中能与 DNA 结合的结构是
 10. 亚基间的空间排布是

- A. 构象改变
 - B. 亚基聚合
 - C. 肽键断裂
 - D. 二硫键形成
 - E. 蛋白质聚集
11. 蛋白质协同效应发生时可出现
 12. 蛋白质一级结构被破坏时出现
 13. 蛋白质变性时出现
 14. 蛋白质四级结构形成时出现
 15. 蛋白质水合膜破坏时出现

三、X 型选择题

1. 脯氨酸属于
 - A. 亚氨基酸
 - B. 碱性氨基酸
 - C. 极性中性氨基酸
 - D. 非极性疏水氨基酸
2. 谷胱甘肽
 - A. 是体内的还原型物质
 - B. 含有两个特殊的肽键
 - C. 其功能基团是巯基
 - D. 为三肽
3. α -螺旋
 - A. 为右手螺旋
 - B. 绕中心轴盘旋上升
 - C. 螺距为 0.54nm
 - D. 靠肽键维持稳定
4. 空间构象包括
 - A. β -折叠
 - B. 结构域
 - C. 亚基
 - D. 模序
5. 分子伴侣
 - A. 可使肽链正确折叠
 - B. 可维持蛋白质空间构象
 - C. 在二硫键正确配对中起重要作用
 - D. 在亚基聚合时发挥重要作用
6. 蛋白质结构域
 - A. 都有特定的功能
 - B. 如折叠得较为紧密的区域
 - C. 属于三级结构
 - D. 存在每 1 种蛋白质中
7. 蛋白质变性
 - A. 由肽键断裂而引起
 - B. 都是不可逆的
 - C. 可使其生物活性丧失
 - D. 可增加其溶解度
8. 血红蛋白
 - A. 由 4 个亚基组成
 - B. 含有血红素
 - C. 其亚基间可发生负协同效应
 - D. 与氧结合呈现双曲线性质
9. 蛋白质一级结构
 - A. 是空间结构的基础
 - B. 指氨基酸序列
 - C. 并不包括二硫键
 - D. 与功能无关
10. 蛋白质三级结构
 - A. 存在于每个天然蛋白质分子中
 - B. 是指局部肽段空间构象
 - C. 包括模序结构
 - D. 属于高级结构

四、填空题

1. 人体蛋白质的基本组成单位为_____，共有_____种。
2. 根据理化性质，氨基酸可分成_____，_____，_____和_____四种。
3. 组成人体蛋白质的氨基酸均属于 α -氨基酸，除 羟氨酸 外。
4. 在 214 nm 波长处有特征性吸收峰的氨基酸有_____和_____。
5. 许多氨基酸通过 肽 键，逐一连接而成 多肽链。
6. 多肽链中氨基酸的 排列顺序，称为一级结构，主要化学键为_____。
7. 谷胱甘肽的第一个肽键由_____羧基与半胱氨酸的氨基组成，其主要功能基团为

- _____。
8. 蛋白质二级结构是指 蛋白质分子中的某一级结构 的相对空间位置, 并 不包括 氨基酸残基侧链的构象。
9. 体内有生物活性的蛋白质至少具备 三级 结构, 有的还有 四级 结构。
10. 由于肽单元上 α -碳 原子所连的二个单键的 自由旋转, 决定了两个相邻肽单元平面的相对空间位置。
11. α -螺旋的主链绕 中心轴 作有规律的螺旋式上升, 走向为 顺时针 方向, 即所谓的 右手 螺旋。
12. 蛋白质变性主要是其 空间 结构遭到破坏, 而其 一 结构仍可完好无损。
13. 蛋白质空间构象的正确形成, 除 一级结构 为决定因素外, 还需一类称为 分子伴侣 的蛋白质参与。
14. 血红蛋白是含有 血红素 辅基的蛋白质, 其中的 二价铁 离子可结合 1 分子 O_2 。
15. 血红蛋白的氧解离曲线为 S, 说明第一个亚基与 O_2 结合可 促进 第二个亚基与 O_2 结合, 这被称为 波尔正协同 效应。
16. 蛋白质颗粒表面有许多 亲水基团, 可吸引水分子, 使颗粒表面形成一层 水化层, 可防止蛋白质从溶液中 析出。
17. 蛋白质为两性电解质, 大多数在酸性溶液中带 负正 电荷, 在碱性溶液中带 负 电荷。当蛋白质的净电荷为 0 时, 此时溶液的 pH 值称为 等电点。
18. 蛋白质颗粒在电场中移动, 移动的速率主要取决于 蛋白质表面电荷量 和 分子量, 这种分离蛋白质的方法称为 电泳。
19. 用凝胶过滤分离蛋白质, 分子量较小的蛋白质在柱中滞留的时间较 短, 因此最先流出凝胶柱的蛋白质, 其分子量最 小。
20. 蛋白质可与某些试剂作用产生颜色反应, 可用作蛋白质的 定性 和 定量 分析。常用的颜色反应有 茚三酮 和 双缩脲。

五、名词解释题

- | | |
|---------------------------------|------------------|
| 1. peptide unit | 8. 结构域 |
| 2. motif | 9. 蛋白质等电点 |
| 3. protein denature | 10. 辅基 |
| 4. glutathione | 11. α -螺旋 |
| 5. β -pleated sheet | 12. 变构效应 |
| 6. chaperon | 13. 蛋白质三级结构 |
| 7. protein quaternary structure | 14. 肽键 |

六、问答题

1. 为何蛋白质的含氮量能表示蛋白质相对量? 实验中又是如何依此原理计算蛋白质含量的?
2. 蛋白质的基本组成单位是什么? 其结构特征是什么?
3. 何为氨基酸的等电点? 如何计算精氨酸的等电点? (精氨酸的 α -羧基、 α -氨基和胍基的 pK 值分别为 2.17, 9.04 和 12.48)
4. 何谓肽键和肽链及蛋白质的一级结构?
5. 什么是蛋白质的二级结构? 它主要有哪几种? 各有何结构特征?

6. 举例说明蛋白质的四级结构。
7. 已知核糖核酸酶分子中有 4 个二硫键，用尿素和 β -巯基乙醇使该酶变性后，其 4 个二硫键全部断裂。在复性时，该酶 4 个二硫键由半胱氨酸随机配对产生，理论预期的正确配对率为 1%，而实验结果观察到正确配对率为 95%~100%，为什么？
8. 什么是蛋白质变性？变性与沉淀的关系如何？
9. 举例说明蛋白质一级结构、空间构象与功能之间的关系。
10. 举例说明蛋白质的变构效应。
11. 常用的蛋白质分离纯化方法有哪几种？各自的作用原理是什么？
12. 测定蛋白质空间构象的主要方法是什么？其基本原理是什么？

参 考 答 案

一、A 型选择题

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

二、B 型选择题

- | | | | | | | | |
|-----|------|------|------|------|------|------|-----|
| 1.E | 2.C | 3.B | 4.E | 5.D | 6.C | 7.A | 8.C |
| 9.B | 10.E | 11.A | 12.C | 13.A | 14.B | 15.E | |

三、X 型选择题

- | | | | | | | |
|------|-------|-------|--------|------|-------|-----|
| 1.AD | 2.ACD | 3.ABC | 4.ABCD | 5.AC | 6.ABC | 7.C |
| 8.AB | 9.AB | 10.CD | | | | |

四、填空题

1. 氨基酸；20
2. 非极性、疏水性氨基酸；极性、中性氨基酸；酸性氨基酸；碱性氨基酸
3. L- α -氨基酸；甘氨酸
4. 280；酪氨酸；色氨酸
5. 肽；肽（链）
6. 排列顺序；肽键
7. 谷氨酸 γ -；巯基
8. 蛋白质分子中某一段肽链；不包括
9. 三级；四级
10. α 碳；自由旋转度
11. 中心轴；顺时针；右手
12. 空间；一级

13. 一级结构；分子伴侣
14. 血红素；二价铁
15. S型；促进；正协同
16. 亲水基团；水化膜；析出
17. 正；负；零；等电点
18. 蛋白质的表面电荷量；分子量；电泳
19. 长；大
20. 定性；定量；茚三酮反应；双缩脲

五、名词解释题

1. 在多肽分子中肽键的6个原子 ($C\alpha_1$, C, O, N, H, $C\alpha_2$) 位于同一平面, 被称为肽单元。
2. 在蛋白质分子中, 可发现二个或三个具有二级结构的肽段, 在空间上相互接近, 形成一个特殊的空间构象, 并具有相应的功能, 被称为模序。
3. 在某些理化因素作用下, 致使蛋白质的空间构象破坏, 从而改变蛋白质的理化性质和生物活性, 称为蛋白质变性。
4. 谷胱甘肽由谷氨酸、半胱氨酸和甘氨酸组成的三肽, 半胱氨酸的巯基是该三肽的功能基团。它是体内重要的还原剂, 以保护体内蛋白质或酶分子等中的巯基免遭氧化。
5. 在多肽链 β 折叠结构中, 每个肽单元以 $C\alpha$ 为旋转点, 依次折叠成锯齿状结构, 氨基酸残基侧链交替地位于锯齿状结构的上下方。两条以上肽链或一条肽链内的若干肽段的锯齿状结构可平行排列, 其走向可相同, 也可相反。
6. 分子伴侣是一类帮助新生多肽链正确折叠的蛋白质。它可逆地与未折叠肽段的疏水部分结合随后松开, 如此重复进行可以防止错误的聚集发生, 使肽链正确折叠。分子伴侣对于蛋白质分子中二硫键的正确形成起到重要作用。
7. 数个具有三级结构的多肽链, 在三维空间作特定排布, 并以非共价键维系其空间结构稳定, 每一条多肽链称为亚基。这种蛋白质分子中各个亚基的空间排布及亚基间的相互作用, 称为蛋白质的四级结构。
8. 蛋白质的三级结构常可分割成1个和数个球状区域, 折叠得较为紧密, 各行其功能, 称为结构域。
9. 在某一 pH 溶液中, 蛋白质分子解离成的正电荷和负电荷相符, 其净电荷为零, 此溶液的 pH 值, 即为该蛋白质的等电点。
10. 结合蛋白质中的非蛋白部分被称为辅基, 绝大部分辅基是通过非共价键与蛋白部分相连, 辅基与该蛋白质的功能密切相关。
11. α -螺旋为蛋白质二级结构类型之一。在 α -螺旋中, 多肽链主链围绕中心轴作顺时针方向的螺旋式上升, 即所谓右手螺旋。每3.6个氨基酸残基上升一圈, 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所形成的氢键维系。
12. 蛋白质空间构象的改变伴随其功能的变化, 称为变构效应。具有变构效应的蛋白质称为变构蛋白, 常有四级结构。以血红蛋白为例, 一分子 O_2 与一个血红素辅基结合, 引起亚基构象变化, 进而引进相邻亚基构象变化, 更易与 O_2 结合。
13. 蛋白质三级结构是指整条多肽链中全部氨基酸残基的相对空间位置, 也即整条多肽链所有原子在三维空间的排布位置。

14. 一个氨基酸的氨基与另一个氨基酸的羧基脱去 1 分子 H_2O ，所形成的酰胺键称为肽键。肽键的键长为 0.132nm，具有一定程度的双键性质。参与肽键的 6 个原子位于同一平面。

六、问答题

1. 各种蛋白质的含氮量颇为接近，平均为 16%，因此测定蛋白质的含氮量就可推算出蛋白质含量。常用的公式为：蛋白质含量（克%）= 每克样品含氮克数 $\times 6.25 \times 100$ 。
2. 蛋白质的基本组成单位是氨基酸，均为 L- α -氨基酸，即在 α -碳原子上连有一个氨基、一个羧基、一个氢原子和一个侧链。每个氨基酸的侧链各不相同，是其表现不同性质的结构特征。
3. 氨基酸具有氨基和羧基，均可解离成带正电荷或负电荷的离子，此外有些氨基酸的侧链也能解离成带电荷的基团，当氨基酸解离成阳离子和阴离子的趋势及程度相等时，成为兼性离子，呈电中性，此时溶液的 pH 值为该氨基酸的等电点。精氨酸有三个可解离的基团，根据精氨酸的电离时产生的兼性离子，其两边的 pK 值分别为 12.48 和 9.04，所以 $pI = (12.48 + 9.04) / 2 = 10.76$ 。
4. 一个氨基酸的 α -羧基和另一个氨基酸的 α -氨基，进行脱水缩合反应，生成的酰胺键称为肽键。肽键具有双键性质。由许多氨基酸通过肽键相连而形成肽链，称为肽链。肽链有二端，游离 α -氨基的一端称为 N-末端，游离 α -羧基的一端称为 C-末端。蛋白质一级结构是指多肽链中氨基酸排列顺序，它的主要化学键为肽键。
5. 蛋白质二级结构是指多肽链主链原子的局部空间排布，不包括侧链的构象。它主要有 α -螺旋、 β -折叠、 β -转角和无规卷曲四种。在 α -螺旋结构中，多肽链主链围绕中心轴以右手螺旋方式旋转上升，每隔 3.6 个氨基酸残基上升一圈。氨基酸残基的侧链伸向螺旋外侧。每个氨基酸残基的亚氨基上的氢与第四个氨基酸残基羰基上的氧形成氢键，以维持 α -螺旋稳定。在 β -折叠结构中，多肽链的肽键平面折叠成锯齿状结构，侧链交错位于锯齿状结构的上下方。两条以上肽链或一条肽链内的若干肽段平行排列，通过链间羰基氧和亚氨基氢形成氢键，维持 β -折叠构象稳定。在球状蛋白质分子中，肽链主链常出现 180° 回折，回折部分称为 β -转角。 β -转角通常有 4 个氨基酸残基组成，第二个残基常为脯氨酸。无规卷曲是指肽链中没有确定规律的结构。
6. 蛋白质四级结构是指蛋白质分子中具有完整三级结构的各亚基在空间排布的相对位置。例如血红蛋白，它是由 1 个 α 亚基和 1 个 β 亚基组成一个单体，二个单体呈对角排列，形成特定的空间位置关系。四个亚基间共有 8 个非共价键，维系其四级结构的稳定性。
7. 核糖核酸酶为一条多肽链的蛋白质，链内含有四个二硫键。当变性的酶进行复性时，多肽链的一级结构决定高级结构，其四对二硫键在适当的条件下都能正确配对，形成具有生物活性的高级结构。
8. 在某些理化因素作用下，蛋白质的空间构象受到破坏，使其理化性质改变和生物活性丧失，这就是蛋白质变性。蛋白质变性后疏水侧链暴露，肽链可相互缠绕而聚集，分子量变大，易从溶液中析出，这就是蛋白质沉淀。可见变性的蛋白易于沉淀，有时蛋白质发生沉淀但并没有变性现象。
9. 蛋白质一级结构是高级结构的基础。有相似一级结构的蛋白质，其空间构象和功能也有相似之处。如垂体前叶分泌的肾上腺皮质激素的第 4 至第 10 个氨基酸残基与促黑激素 (α -MSH、 β -MSH) 有相同序列，因此 ACTH 有较弱的促黑激素作用。又如广泛存在于生物

中的细胞色素 C, 在相近的物种间, 其一级结构越相似, 空间构象和功能也越相似。在物种上, 猕猴和人类很接近, 两者的细胞色素 C 只相差 1 个氨基酸残基, 所以空间结构和功能也极相似。

10. 当配体与蛋白质亚基结合, 引起亚基构象变化, 从而改变蛋白质的生物活性, 此种现象称为变构效应。变构效应也可发生于亚基之间, 即当一个亚基构象的改变引起相邻的另一亚基的构象和功能的变化。例如一个氧分子与 Hb 分子中一个亚基结合, 导致其构象变化, 进一步影响第二个亚基的构象变化, 使之更易与氧分子结合, 依次使四个亚基均发生构象改变而与氧分子结合, 起到运输氧的作用。

11. 蛋白质分离纯化的方法主要有: 盐析、透析、超离心、电泳、离子交换层析、分子筛层析等方法。盐析是应用中性盐加入蛋白质溶液, 破坏蛋白质的水化膜, 使蛋白质聚集而沉淀。透析方法是利用仅能通透小分子化合物的半透膜, 使大分子蛋白质和小分子化合物分离, 达到浓缩蛋白质或去除盐类小分子的目的。蛋白质为胶体颗粒, 在离心力作用下, 可沉降。由于蛋白质其密度与形态各不相同, 可以应用超离心法将各种不同密度的蛋白质加以分离。蛋白质在一定的 pH 溶液中可带有电荷, 成为带电颗粒, 在电场中向相反的电极方向泳动。由于蛋白质的质量和电荷量不同, 其在电场中的泳动速率也不同, 从而将蛋白质分离成泳动速率快慢不等的条带。蛋白质是两性电解质, 在一定的 pH 溶液中, 可解离成带电荷的胶体颗粒, 可与层析柱内离子交换树脂颗粒表面的相反电荷相吸引, 然后用盐溶液洗脱, 带电量小的蛋白质先被洗脱, 随着盐浓度增加, 带电量多的也被洗脱, 分部收集洗脱蛋白质溶液, 达到分离蛋白质的目的。分子筛是根据蛋白质颗粒大小而进行分离的一种方法。层析柱内填充着带有小孔的颗粒, 小分子蛋白质进入颗粒, 而大分子蛋白则不能, 因此不同分子量蛋白质在层析柱内的滞留时间不同, 流出层析柱的先后不同, 可将蛋白质按分子量大小而分离。

12. 测定蛋白质的空间构象方法主要为 X 射线晶体衍射法。X 射线射至蛋白质晶体上, 可发生不同方向的衍射, X 光片可接受衍射光束, 形成衍射图。而衍射图实质上是 X 射线穿过晶体的一系列平行剖面所表示的电子密度图, 经计算机绘制出三维空间的电子密度图从而得出三维空间结构。二维核磁共振技术是又一三维空间结构测定技术。

(复旦大学医学院 查锡良)