

面向 **21** 世纪高等医药院校精品课程配套用书

(供临床、护理、预防、麻醉、妇产、检验、影像、口腔、药学等专业用)

SHENGWU HUAXUE FUXI GANGYAO HE LIANXI

生物化学复习纲要和练习

主 编 厉朝龙

副主编 郭俊明 赵鲁杭 严 哲

浙江大学出版社

面向 21 世纪高等医药院校精品课程配套用书
(供临床、护理、预防、麻醉、妇产、检验、影像、口腔、药学等专业用)

生 物 化 学

复习纲要和练习

主 编 厉朝龙

副主编 郎俊明 赵鲁杭 严 哲

浙 江 大 学 出 版 社

图书在版编目(CIP)数据

生物化学复习纲要和练习 / 厉朝龙主编. —杭州: 浙江大学出版社, 2004. 8

面向 21 世纪高等医药院校精品课程配套用书. 供临床、护理、预防、麻醉、妇产、检验、影像、口腔、药学等专业用
ISBN 7-308-03782-7

I. 生... II. 厉... III. 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(2004)第 071530 号

出版发行 浙江大学出版社

(杭州浙大路 38 号 邮政编码 310027)

(电话: 88273163, 88273761(传真))

(E-mail: zupress@mail. hz. zj. cn)

(网址: <http://www.zjupress.com>)

责任编辑 阮海潮 黄继红

丛书策划 阮海潮

排版 浙江大学出版社电脑排版中心

印刷 浙江大学印刷厂

开本 787mm×1092mm 1/16

印张 14

字数 358 千字

版印次 2004 年 8 月第 1 版 2004 年 8 月第 1 次印刷

印数 0001—4000

书号 ISBN 7-308-03782-7/Q·043

定价 23.00 元

前 言

《生物化学复习纲要和练习》是《生物化学》教材的配套用书之一,它以卫生部高等医药院校教材编审委员会《生物化学》教学大纲为依据,按照面向 21 世纪高等医药院校精品课程系列教材《生物化学》所涵盖的内容和范围进行编写。全书根据教学大纲和考试大纲的要求,密切配合教材,紧扣教学重点,对重点、难点作了简明扼要的讲解,便于学生复习和掌握生物化学的基础知识,提高教学质量,提高应试能力。

每章分教学大纲、重点内容提要、习题和习题参考答案四部分。教学大纲将《生物化学》教材内容分为掌握、熟悉和了解三个要求层次。重点内容提要对需要掌握和熟悉的内容作了高度的概括和总结,读者在全面学习《生物化学》教材后,浏览该部分的阐述,即能较好地掌握和理解全书的基本知识,最后通过对多种类型的习题进行练习,可望在较短的时间里,便捷而牢固地掌握重点,达到教学大纲的要求。因此,《生物化学复习纲要和练习》是一本可作为教师教学参考、学生自学和复习的实用性很强的学习用书。

本书由浙江大学医学院、温州医学院、宁波大学医学院、浙江中医学院、杭州师范学院医学院、嘉兴学院医学院、绍兴文理学院医学院、浙江医学高等专科学校和台州学院医学院共 13 位生物化学与分子生物学教授、专家合作编写,由厉朝龙担任主编。编写者均有多年的生物化学和分子生物学教学实践,具有丰富的教学经验,他们在总结自身几十年教学经验的基础上,精心编写了这本辅导用书,贡献给广大的医学生和同行的教学工作者。由于作者能力有限,书中可能存在某些不足之处,恳请读者批评指正。

厉朝龙

2004 年 8 月于浙江大学

《生物化学复习纲要和练习》

编委会名单

主 编 厉朝龙

副主编 郭俊明 赵鲁杭 严 哲

编著者 (以姓氏笔画为序)

于晓虹(浙江大学医学院)

毛水龙(浙江中医学院)

厉朝龙(浙江大学医学院)

孙 琦(浙江医学高等专科学校)

刘丽华(绍兴文理学院医学院)

严 哲(温州医学院)

陈斯东(杭州师范学院医学院)

郑云郎(台州学院医学院)

赵筱萍(浙江医学高等专科学校)

赵鲁杭(浙江大学医学院)

郭俊明(宁波大学医学院)

俞雅萍(绍兴文理学院医学院)

徐瑞芬(嘉兴学院医学院)

目 录

第一章 绪 论	(1)
第二章 蛋白质的结构与功能	(3)
第三章 核酸的结构与功能	(14)
第四章 酶	(28)
第五章 生物氧化与能量代谢	(39)
第六章 糖代谢	(56)
第七章 脂类代谢	(77)
第八章 氨基酸代谢	(93)
第九章 核苷酸代谢.....	(107)
第十章 物质代谢调节与生物信息跨膜传递.....	(115)
第十一章 物质代谢的组织器官特异性.....	(124)
第十二章 基因与基因组.....	(137)
第十三章 遗传信息的复制.....	(143)
第十四章 遗传信息的转录——RNA 生物合成	(155)
第十五章 蛋白质的生物合成——翻译.....	(174)
第十六章 基因表达调控.....	(182)
第十七章 基因重组与基因工程.....	(199)
第十八章 基因诊断与基因治疗.....	(207)

第一章 绪 论

一、教学大纲

1. 了解生物化学学科的基本含义。
2. 了解生物化学与分子生物学的关系。
3. 熟悉生物化学的主要内容。
4. 熟悉生物化学与医学的关系。

二、重点内容提要

1. 生物化学及其与分子生物学的关系

生物化学是在分子水平研究和剖析生命本质的科学,它以化学原理和方法为基础,结合细胞生物学、生理学、遗传学等多种学科,研究生命有机体的分子组成、结构与功能、代谢变化以及生命信息的传递和调控,进而阐明并改造生命的形态特征、功能状态及生命活动的规律。

分子生物学源于生物化学,它以核酸为中心,研究生物大分子的结构与功能、遗传信息的表达和调控,通过分子克隆技术,扩增或改造基因结构,改变基因的表达产物,进而改变细胞乃至生物整体的表型特征。该学科的迅速发展,它的原理和技术已广泛渗透到生物学的其他领域,由此扩展和形成了新兴的学科,同时发展了许多高新生物技术,如分子遗传学、分子病毒学、分子药理学、基因工程、酶工程、生物芯片、蛋白质组学等等,大大促进了生命科学的研究和发展。生物化学,包括源于生物化学而发展和形成的分子生物学展示了科学学的未来和希望。

2. 生物化学的内容

生物化学的内容主要包括三个领域:

(1)生物大分子的结构和功能 生物大分子是由相对分子质量较小的生物小分子作为基本结构单位,通过特定顺序的排列,组合成相对分子质量较大的聚合体,它们的相对分子质量一般大于 10^4 。组成生物大分子的结构单位也称构件分子,如氨基酸、核苷酸、葡萄糖、戊糖和氨基己糖等。存在于人体内的生物大分子主要有蛋白质、核酸及各种多糖。由于这些大分子化合物中不同构件分子的特定的排列顺序,赋予它们具有丰富的信息功能,由此也称为生物信息分子。

(2)物质代谢与代谢调节 构成生命有机体的物质,如蛋白质、核酸、糖类、脂类及其他许多生物小分子化合物,它们通过不断地代谢更新而呈现出多姿多彩的生理功能和生命现象。这种代谢更新其实就是分子与分子间所发生的化学反应。人体内所有反应均不同于体外进行的化学反应,其中一个重要特征是在特异的生物催化剂——酶的作用下进行的,几个或十几个化学反应彼此连锁构成一个反应体系或代谢途径。人体内各个反应和各个代谢途径之间在复杂的调控机制作用下,通过改变酶的催化活性,彼此协调和制约,从而保证各组织器官乃至整体正常的生理功能和生命活动。

(3)遗传信息的传递、表达和调控 遗传信息是由 DNA 分子(少数生物如某些病毒则

是 RNA 分子)通过特定的核苷酸排列顺序编码的,这些遗传信息即基因是可以世代遗传的,亲代的基因可传递给子代,使子代呈现出亲代的某些表型特征。基因信息通过传递和表达,生成特定的蛋白质,呈现出与基因信息相对应的多种多样的生物学功能。

3. 生物化学与医学的关系

生物化学的原理和技术广泛地渗透和应用到生命科学的各个领域,尤其对医学领域的研究和实践产生了极大的推动作用。人体许多生理功能变化及疾病的发生机制可以从分子水平加以解释,进而更科学、更合理、更具针对性地建立起对疾病的诊断、治疗和预防的对策。

(厉朝龙)

第二章 蛋白质的结构与功能

一、教学大纲

1. 掌握蛋白质分子的基本组成单位。
2. 了解氨基酸的分子结构和理化性质。
3. 掌握蛋白质的肽键与肽。
4. 熟悉蛋白质的共价结构。
5. 掌握蛋白质的三维空间结构。
6. 熟悉蛋白质的分子结构与功能的关系。
7. 熟悉蛋白质的性质及应用。

二、重点内容提要

(一) 蛋白质分子的基本组成单位——氨基酸

蛋白质的元素组成: 主要含有碳、氢、氧、氮及硫。各种蛋白质的含氮量很接近, 平均为 16%, 即每毫克 N 对应 6.25mg 蛋白质。

每克样品含氮质量(mg) $\times 6.25 \times 100 = 100g$ 样品中蛋白质含量(mg%)

1. 氨基酸分子的结构

组成蛋白质的基本单位是氨基酸(amino acid)。参与人体蛋白质合成的氨基酸仅有 20 种, 除甘氨酸和脯氨酸外其他化学结构均属 L- α -氨基酸。

成熟的蛋白质还可能包含了这 20 种以外的氨基酸, 这些氨基酸是蛋白质合成后经过加工修饰产生的, 如脯氨酸羟化成羟脯氨酸, 2 个半胱氨酸的巯基可脱氢以二硫键共价连接, 形成胱氨酸(Cys—S—S—Cys), 这对维持蛋白质的结构很重要。

2. 氨基酸的理化性质

氨基酸是两性电解质。在某一 pH 条件下, 使氨基酸解离成阳离子和阴离子的数量相等, 分子呈电中性, 即形成了兼性离子, 此时溶液的 pH 称为该氨基酸的等电点。

在 20 种氨基酸中, 三个芳香族氨基酸: 酪氨酸、苯丙氨酸和色氨酸因为它们的侧链基团含有苯环共轭双键, 所以在紫外区(220~300nm)有特征吸收, 并以色氨酸吸收最强。紫外吸收能力与溶液中蛋白质含量成正比, 该性质可用于测定样品中的蛋白质含量。

(二) 肽与肽键

1. 肽键与肽单元

蛋白质分子中的多个氨基酸通过肽键相连接而形成的链状分子称多肽链。肽键是一分子氨基酸的 α -羧基与另一分子氨基酸的 α -氨基脱水缩合形成的酰胺键($-\text{CO}-\text{NH}-$), 属共价键。肽键是蛋白质结构中的主要化学键, 此共价键较稳定, 不易受破坏。

多个氨基酸以肽键连接成的反应产物称为肽, 或肽链。肽键原子及其相连的两个 C。原子称为肽单元。肽主链骨架实际上是由许多重复单位, 即肽单元借助 C。相连而成。

2. 肽链

少数氨基酸相连而成的肽称为寡肽; 多个氨基酸相连而成的肽称为多肽。肽链中的氨基

酸分子因形成肽键失去部分基团,被称为氨基酸残基。多肽链有两端,有自由 α -氨基的一端称氨基末端或 N-端;有自由 α -羧基的一端称为羧基末端或 C-端。肽的命名规定:从肽链的氨基末端氨基酸残基开始依次读到羧基末端氨基酸残基,即某氨基酰-某氨基酸。在书写肽链结构时,通常将氨基末端氨基酸残基写在左边,羧基末端氨基酸残基写在右边。

(三)蛋白质的共价结构

蛋白质分子多肽链中氨基酸的排列顺序称为蛋白质的一级结构。各种蛋白质中氨基酸排列顺序是由该生物遗传信息决定的。一级结构是蛋白质分子的基本结构,它是决定蛋白质空间构象的基础,而蛋白质的空间构象则是实现其生物学功能的基础。

一级结构中的主要化学键是肽键,蛋白质分子中有二硫键,有时也将其包含在一级结构中。

(四)蛋白质的三维空间结构

各种天然蛋白质分子的多肽链并非以完全伸展的线状形式存在,而是在蛋白质一级结构的基础上通过分子中若干单键的旋转、盘曲、折叠形成特定的三维空间结构,又称为蛋白质的空间构象。构象是指在三维空间中组成分子的各个原子相互之间的关系,构象改变时只涉及稳定原构象的非共价键断裂及再形成,而不涉及共价键的改变。各种蛋白质的理化性质和生物学活性主要取决于它的特定空间构象。蛋白质的构象包括主链构象和侧链构象。蛋白质的各个肽键通过两侧氨基酸残基的 α -碳原子相连形成长链骨架,主链构象指这些长链骨架上的原子的排布及相互关系;侧链构象指各组成氨基酸侧链基团(R 基)中原子的排布及彼此的关系。蛋白质空间构象分为几个层次:蛋白质的二级结构、三级结构及四级结构。

1. 蛋白质分子中的非共价键(次级键)

蛋白质分子中的非共价键(次级键)包括氢键、疏水键、离子键(盐键)、范德华力。

蛋白质空间构象的形成就是由这些非共价键的相互作用,使得蛋白质分子中的每一个原子处于特定的空间位置上。

2. 蛋白质的二级结构

蛋白质的二级结构是指多肽链中主链原子在各局部区段空间的排列分布状况,而不涉及各 R 侧链的空间排布。

(1)平面的概念 肽键不能自由旋转而使涉及肽键的 6 个原子共处于同一平面,称为肽键平面,又称肽单元。

(2)蛋白质二级结构的主要构象形式 α -螺旋和 β -折叠, β -转角和无规卷曲等。氢键是维持二级结构稳定的主要次级键。

α -螺旋结构的特点如下:

1)肽单元围绕中心轴呈有规律的右手螺旋,每 3.6 个氨基酸残基螺旋上升一圈,螺距为 0.54nm,每个残基上升 0.15nm,螺旋半径 0.23nm。

2) α -螺旋的每个肽键的 N—H 与相邻第四个肽键的羰基氧形成氢键,氢键的方向与螺旋长轴基本平行,肽链中的全部肽键都可形成氢键,是维持 α -螺旋结构稳定的主要次级键。

3)氨基酸侧链伸向螺旋外侧。

影响 α -螺旋的形成主要表现在以下几方面:

①极大的侧链基团 如 Ile、Phe、Trp 集中排列的肽段,因为存在空间位阻而妨碍了 α -螺旋的形成。

②连续存在的侧链带有相同电荷的氨基酸残基 如 Glu、Asp 相邻排列,同种电荷的互斥效应影响了肽链内氢键的形成,不利于 α -螺旋的形成。

③有 Pro 等亚氨基酸存在 由于其 R 侧链与其 α -氨基成环, C_{α} -N 键不能自由旋转,所以不能形成 α -螺旋所需的角;另外,Pro 残基 α -氨基上没有 H,因而不能形成链内氢键,影响了此处 α -螺旋的形成。

④有甘氨酸存在 甘氨酸 R 侧链为 H,因而没有约束,肽平面可以任意取向,所以形成 α -螺旋的几率很小,即使形成,由于其活泼的旋转性也极不稳定。

β -折叠是由若干肽段或肽链排列并以氢键相连所形成的扇面状片层构象,是某些纤维状蛋白质分子中的基本构象,也是球状蛋白质中常见的构象。其特点如下:

1)肽链近于充分伸展的结构,各个肽单元以 C_{α} 为旋转点,依次折叠,侧面看呈锯齿状结构。

2)肽链成平行排列,相邻肽段的肽链相互交替形成氢键,这是维持 β -折叠构象稳定的主要因素。

3)肽链的平行走向有两种:平行式,即相互平行的肽段的 N 端在同一侧;反平行式,即相互平行的肽段的 N 端不在同一侧。

肽链中的氨基酸残基的 R 侧链垂直于相邻的两个肽平面的交线,交替地分布于 β -折叠的两侧。

β -折叠涉及的肽段一般比较短,只含 5~10 个氨基酸残基。

β -转角,也称 β -弯曲或发夹结构,是多肽链 180° 回折部分所形成的一种二级结构。结构特征如下:

回折部分通常由四个氨基酸残基构成;

1)主链骨架本身以大约 180° 回折;

2)第一个氨基酸残基的 $-CO$ 基与第四个氨基酸残基的 $-NH$ 基之间形成氢键,形成了一个紧密的环,使 β -转角成为比较稳定的结构;

3)脯氨酸和甘氨酸经常出现在 β -转角结构中。

无规卷曲或称卷曲,是指多肽链主链部分形成的无规律的卷曲构象。虽相对没有规律性排布,但是其同样表现出重要生物学功能,但习惯称为“无规卷曲”。

3. 蛋白质的超二级结构

在蛋白质分子中特别是球形蛋白质分子中,经常有若干个相邻的二级结构元件(主要是 α -螺旋和 β -折叠)组合在一起,彼此相互作用形成种类不多的、有规律的二级结构组合或二级结构串,在多种蛋白质中充当三级结构的构件,称为超二级结构、标准折叠单位、折叠花式、模序。

(1) $\alpha\alpha$ 这是一种 α -螺旋束,经常由两股平行或反平行的右手 α -螺旋相互缠绕而形成的左手卷曲螺旋或称超螺旋。

(2) $\beta\chi\beta$ 由两条 β -折叠链,通过一个 χ 结构连接而成的组合体,也称 $\beta\chi\beta$ 单元。 β 股之间由氢键相连,连接链反平行地交叉在 β -折叠片的一侧, β -折叠片的疏水侧面面向连接链的疏水面,彼此紧密装配。

(3) $\beta\beta$ 实际上就是反平行 β -折叠片。在球状蛋白质中一条多肽链的若干个 β 折叠股通过一个短环反平行结合,最简单的 $\beta\beta$ 折叠的花式是 β 发夹结构。

4. 蛋白质的三级结构

(1)蛋白质的三级结构 是指多肽链在各二级结构区段的基础上存在进一步盘曲折叠状态。即整条肽链中全部氨基酸残基的相对空间排布,包括形成主链构象和侧链构象的所有原子在三维空间的相互关系,也就是一条多肽链的完整的三维结构。稳定三级结构的因素是侧链基团的相互作用,包括氢键、离子键(盐键)、疏水作用、范德华力。

(2)结构域 在一级结构上相距较远的氨基酸残基,通过三级结构的形成,多肽链的弯折,彼此聚集在一起,从而形成一些在功能上相对独立的,结构较为紧凑的区域,称为结构域。结构域在空间上相对独立。

5. 蛋白质的四级结构

蛋白质的四级结构就是指蛋白质分子中亚基的立体排布,亚基间的相互作用与接触部位的布局。

亚基就是指参与构成蛋白质四级结构的、每条具有三级结构的多肽链。维系蛋白质四级结构的是氢键、盐键、范氏引力、疏水键等非共价键。具有四级结构的蛋白质也称寡聚蛋白。

(五)蛋白质的分子结构与功能的关系

蛋白质特定的功能都是由其特定的构象所决定的;各种蛋白质特定的构象又与其一级结构密切相关。

1. 蛋白质一级结构与功能的关系

(1)一级结构是空间构象的基础,蛋白质的一级结构决定其高级结构。

(2)一级结构与功能的关系:已有大量的实验结果证明,如果多肽或蛋白质一级结构相似,其折叠后的空间构象以及功能也相似。

蛋白质一级结构中不是任何位点的氨基酸变异都能改变其功能,但如起关键作用的氨基酸残基缺失或被替代,可能通过影响蛋白质的空间构象而影响其生理功能。

2. 蛋白质的空间结构与功能的关系

蛋白质多种多样的功能与各种蛋白质特定的空间构象密切相关,所以蛋白质构象是其生物活性的基础。

(1)肌红蛋白和血红蛋白的结构 肌红蛋白为单肽链蛋白质,它的三级结构折叠方式使辅基血红素能与 O_2 可逆性地结合与解离,从而发挥储存氧的功能。从肌红蛋白(Mb)的氧解离曲线中可见,Mb与 O_2 结合的能力对环境中 O_2 的浓度改变非常敏感(直角双曲线),即当环境中的氧分压高时,Mb与 O_2 结合能力极高,起到对 O_2 的储存功能;当环境中的氧分压低时,Mb与 O_2 结合能力大大降低,对外释放 O_2 ,为环境提供 O_2 ,供机体所需。

(2)血红蛋白的构象变化与运氧功能

1)变构效应 当血红蛋白的一个 α 亚基与氧分子结合以后,可引起其他亚基的构象发生改变,对氧的亲合力增加,从而导致整个分子的氧结合力迅速增高,使血红蛋白的氧饱和曲线呈“S”形。这种由于蛋白质分子构象改变而导致蛋白质分子功能发生改变的现象称为变构效应。引起变构效应的小分子称变构效应剂。

2)协同效应 一个亚基与其配体(Hb中的配体为 O_2)结合后,能影响此寡聚体中另一亚基与配体的结合能力,称为协同效应。如果是促进作用则称为正协同效应;反之则为负协同效应。

(六)蛋白质的理化性质及分离纯化

1. 蛋白质的理化性质

(1)蛋白质的两性解离与等电点 其电离过程和带电状态决定于溶液的 pH 值。某一 pH 条件下,蛋白质解离成正、负离子的数量相等,净电荷为零,此时溶液的 pH 称为蛋白质的等电点(pI)。如某种蛋白质溶液的 pH 大于其 pI,该蛋白质带负电荷,反之溶液的 pH 小于其 pI,则蛋白质带正电荷。另外,蛋白质在等电点的溶液中溶解度最小。

(2)蛋白质的胶体性质 蛋白质是亲水胶体,维持蛋白质胶体溶液稳定的重要因素有两个:一是蛋白质颗粒表面与水分子形成水化膜,使其溶解在水溶液中;另一个是同种蛋白质胶粒表面带有同种电荷,电荷的相互排斥作用使蛋白质胶体颗粒最大限度分散在溶液中。

(3)蛋白质的变性、复性、沉淀和凝固

1)蛋白质的变性 蛋白质在某些理化因素的作用下,蛋白质严格的天然构象受到破坏,从而改变其理化性质,并失去其生物活性,称为蛋白质的变性。变性的实质是蛋白质的天然构象受到破坏,但一级结构不变,无肽键断裂。

2)蛋白质的复性 若蛋白质变性程度较轻,则可在消除引起变性因素下使蛋白质恢复或部分恢复其原有的构象和功能,称为复性。

3)蛋白质的沉淀和凝固 蛋白质分子相互聚集而从溶液中析出的现象称为沉淀。变性后的蛋白质由于疏水基团的暴露而易于沉淀,但沉淀的蛋白质不一定是变性后的蛋白质。

加热使蛋白质变性,使其变成比较坚固的凝块,此凝块不易再溶于强酸和强碱中,这种现象称为蛋白质的凝固,凡凝固的蛋白质一定发生变性。

(4)蛋白质的紫外吸收 蛋白质在紫外光波长 280nm 处有最大吸收,这是因为芳香族氨基酸残基(色氨酸及酪氨酸残基)内存在共轭双键引起的,可将 280nm 处光吸收值的检测用于蛋白质含量的测定。

(5)蛋白质的呈色反应 某些试剂可与蛋白质分子中的肽键或特殊氨基酸残基发生显色反应,且产生的有色物质质量与蛋白质浓度相关,可用于蛋白质定性、定量检测,如双缩脲反应,酚试剂、考马斯亮蓝、茆三酮等显色反应。

2. 蛋白质的分离和纯化

(1)丙酮沉淀及盐析

1)盐析 在蛋白质溶液中加入大量中性盐,可破坏蛋白质在水溶液中的稳定性因素(水化膜和电荷),使蛋白质从溶液中沉淀析出,称为盐析。

2)有机溶剂沉淀蛋白质 凡能与水以任意比例混合的有机溶剂,如乙醇、甲醇、丙酮等,均可用于沉淀蛋白质。沉淀原理是:①脱水作用;②使水的介电常数降低,蛋白质溶解度降低。

(2)透析 利用半透膜把大分子蛋白质与小分子化合物分开的方法叫透析。

(3)电泳 带电粒子在电场中的定向移动称为电泳。

(4)层析 是一种利用混合物中各组分理化性质的差异,在相互接触的两相(固定相与流动相)之间的分布不同而进行分离分析的技术方法。层析种类很多,有离子交换层析、凝胶过滤层析、分配层析、亲和层析和吸附层析等。

(5)超速离心 利用物质密度的不同,经超速离心后,不同密度的物质分布于不同的液层而分离。

三、习题

(一) 选择题

● 单项选择题

- 下列哪两种氨基酸既能与茚三酮反应,又能在 280nm 发生紫外吸收峰? ()
 A. 丙氨酸及苯丙氨酸 B. 酪氨酸及色氨酸
 C. 丝氨酸及甘氨酸 D. 精氨酸及赖氨酸
 E. 甲硫氨酸及苏氨酸
- 蛋白质分子的一级结构主要是指 ()
 A. 组成蛋白质多肽链的氨基酸数目 B. 氨基酸种类及相互比值
 C. 氨基酸的排列顺序 D. 二硫键的数目和位置
 E. 肽键的数目和位置
- 下列关于蛋白质四级结构的描述,何者是错误的? ()
 A. 由两个或两个以上亚基组成
 B. 参与形成四级结构的次级键多为非共价键
 C. 四级结构是指亚基的空间排列及其相互间作用关系
 D. 组成四级结构的亚基可以是相同的,也可以是不同的
 E. 所有蛋白质分子只有具有四级结构,才表现出生物学活性
- 血红蛋白与氧的结合能力(氧饱和度)与氧分压的关系呈 S 型曲线,与下列何种因素有关? ()
 A. 变构效应 B. 蛋白质分子的化学修饰
 C. 血红蛋白被其他物质所激活 D. 亚基发生解离
 E. 在与氧结合过程中,血红蛋白的一级结构发生变化
- 三种蛋白质,它们的 pI 分别为 $a=4.15$ 、 $b=5.02$ 、 $c=6.81$,在 pH8.6 条件下进行电泳分离,试问该三种蛋白质的电泳区带的位置从负极端开始,依次是 ()
 A. $a-b-c$ B. $b-c-a$ C. $c-a-b$
 D. $c-b-a$ E. $a-c-b$
- 含有两个羧基的氨基酸是 ()
 A. 丝氨酸 B. 酪氨酸 C. 谷氨酸
 D. 赖氨酸 E. 苏氨酸
- 下列哪一种氨基酸含有可离解的极性侧链? ()
 A. 丙氨酸 B. 亮氨酸 C. 赖氨酸
 D. 丝氨酸 E. 苯丙氨酸
- 从组织提取液中沉淀活性蛋白而又不使之变性的方法是加入 ()
 A. 硫酸铵 B. 三氯醋酸 C. 氯化汞
 D. 对氯汞苯甲酸 E. 1mol/L 盐酸溶液
- 将蛋白质溶液的 pH 值调节到其等电点时 ()
 A. 可使蛋白质稳定性增加 B. 可使蛋白质表面的净电荷不变
 C. 可使蛋白质表面的净电荷增加 D. 可使蛋白质稳定性降低,易于沉淀

E. 对蛋白质表面水化膜无影响

10. 下列哪一种氨基酸是亚氨基酸?

A. 脯氨酸

B. 焦谷氨酸

C. 赖氨酸

D. 组氨酸

E. 色氨酸

11. 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. 分子间作用力

●多项选择题

12. 下列关于 α -螺旋的描述, 正确的是

()

A. 通过分子内肽键之间的氢键维持稳定

B. 侧链(R 基团)之间的相互作用可影响 α -螺旋的稳定性

C. 通过疏水键维持稳定

D. α -螺旋是蛋白质的一种二级结构类型

E. 脯氨酸残基和甘氨酸残基妨碍螺旋的形成

13. 在蛋白质三级结构中可存在的化学键是

()

A. 氢键

B. 二硫键

C. 离子键

D. 磷酸二酯键

E. 疏水基相互作用

14. 下列关于蛋白质变性的描述, 错误的是

()

A. 蛋白质一级结构的改变

B. 蛋白质亚基的解聚

C. 蛋白质空间构象的破坏

D. 蛋白质生物学活性发生了改变

E. 蛋白质变性是由于外界某些因素的作用

15. 蛋白质分子中的 α -螺旋和 β -片层都具有的特征是

()

A. 属于蛋白质的一级结构

B. 属于蛋白质的二级结构

C. 属于蛋白质的三级结构

D. 属于蛋白质的高级结构

E. 氢键是维持其稳定的主要作用力

16. 下列有关蛋白质三级结构的描述, 正确的是

()

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

(二)填空题

1. 增加溶液的离子强度能使某种蛋白质的溶解度增高的现象叫做_____; 在高离子强度下使某种蛋白质沉淀的现象叫做_____。

2. 蛋白质是由氨基酸聚合成的高分子化合物, 在蛋白质分子中, 氨基酸之间通过_____相连, 蛋白质分子中的_____是由一个氨基酸的_____与另一个氨基酸的_____脱水形成的_____。

3. 整个肽链的主链 C α 原子与_____和_____之间的单键是可以旋转的, 此单键的旋转决定两个_____间的相对关系。_____间的相对旋转, 使主链可以以非

常多样的_____出现。

4. 当蛋白质受到一些物理因素或化学试剂的作用,它的_____会丧失,同时还伴随着蛋白质_____的降低和一些_____常数的改变等。

5. 蛋白质平均含氮量为_____,组成蛋白质分子的基本单位是_____,但参与人体蛋白质合成的氨基酸共有_____种,除_____和_____外,其他化学结构均属于_____。

6. 蛋白质分子中的二级结构的结构单元有_____,_____,_____,_____。

7. 蛋白质_____改变而导致蛋白质分子功能发生改变的现象称为_____。引起_____的小分子称_____。

8. α -螺旋肽段中所有的肽键中的_____和_____均参与形成氢键,因此保持了 α -螺旋的最大_____。氢键的方向与螺旋轴_____。

9. β -转角一般由_____个连续的氨基酸残基构成,在此种回折中,起稳定作用的氢键在回折前_____肽键平面的_____与其后_____肽键平面的_____之间形成。

10. 蛋白的热变性主要是肽链过分的_____而引起_____破坏,它一般是_____的。

11. 蛋白质在处于大于其等电点的 pH 环境中,带_____,在电场中向_____移动。反之,则向电场_____移动。

12. 稳定和维系蛋白质三级结构的重要因素是_____,有_____,_____及_____等非共价键。

13. 构成蛋白质四级结构的每一条肽链称为_____。

14. 蛋白质溶液是亲水胶体溶液,维持其稳定性的主要因素是_____及_____。

15. 蛋白质分子中常含有_____和_____氨基酸,故在 280nm 波长处有特征性光吸收,该性质可用来测定_____。

16. 血红蛋白的氧解离曲线为_____,说明第一个亚基与氧气结合可_____第二个亚基与氧气结合,这被称为_____效应。

(三)名词解释

1. 肽键
2. 蛋白质一级结构
3. 蛋白质的构象
4. 蛋白质二级结构
5. 肽键平面
6. α -螺旋
7. β -折叠
8. β -转角
9. 无规卷曲
10. 蛋白质的三级结构

11. 结构域
12. 蛋白质的四级结构
13. 亚基
15. 蛋白质的等电点
16. 蛋白质变性
17. 蛋白质沉淀
18. 盐析
19. 变构效应

(四)问答题

1. 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, 8.04 和 12.48)?
2. 什么是蛋白质的二级结构? 它主要有哪几种? 各有何特征?
3. 已知核糖核酸酶分子中有 4 个二硫键, 用尿素和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?
4. 什么是蛋白质变性? 变性与沉淀的关系如何?
5. α -螺旋的结构特点是什么?

四、习题参考答案

(一)选择题

●单项选择题

1. B 2. C 3. E 4. A 5. A 6. C 7. C 8. A 9. D 10. A 11. B

●多项选择题

12. ABDE 13. ABCE 14. AB 15. BDE 16. BCDE

(二)填空题

1. 盐溶 盐析
2. 肽键 肽键 氨基 羧基 共价键
3. 两侧的 N 羰基 C 肽平面 肽平面 折叠、盘绕
4. 生物学活性 溶解性 理化
5. 16% 氨基酸 20 甘氨酸 脯氨酸 L- α -氨基酸
6. α -螺旋 β -折叠 β -转角 无规卷曲
7. 分子构象 变构效应 变构效应 变构效应剂
8. α -氨基 α -羧基 稳定 平行
9. 4 第一个 $-\text{CO}$ 基 第四个 $-\text{NH}$ 基
10. 受热 空间结构 不可逆
11. 负电荷 正极 负极
12. 氢键 离子键(盐键) 疏水作用 范德华力
13. 亚基
14. 颗粒表面水化膜 表面带有同种电荷