

21 世纪高等医学院教材应试辅导丛书

生物化学

主编 李平法



● 教材辅导——针对最新人卫 6 版教材

● 应试完全手册——理解 大纲要求

掌握 内容精讲

精通 各类题型

熟练 应试题库

详读 参考答案



第二军医大学出版社

Q5
L221

21 世纪高等医学院校教材 **应试辅导丛书**

生 物 化 学

主 编 李平法

副主编 王 俐 王 凯 王全德

编 委 (按姓氏笔画排列)

王 凯 王 俐 王小引

王全德 王聪睿 李平法

第二军医大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

生物化学/李平法著. —上海:第二军医大学出版社,2005.5

(21世纪高等医学院校教材应试辅导丛书)

ISBN 7-81060-515-1

I. 生... II. 李... 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 125459 号

责任编辑 沈志超

生物化学

主 编 李平法

第二军医大学出版社出版发行

上海市翔殷路 800 号 邮政编码:200433

发行科电话/ 传真: 021-65493093

全国各地新华书店经销

上海第二教育学院印刷厂印刷

开本:850×1168 1/32 印张:14.875 字数:515千字

2005年5月第1版 2006年1月第2次印刷

印数:5001~8000

ISBN 7-81060-515-1/Q·016

定价:22.00元

序

“健康所系，生命相托”。医学生的水平决定着人类的生存质量，医学教育的质量维系着一代又一代医务工作者的医疗水平。为了适应目前迅速发展的医学教育的需要，帮助医学生掌握正确的学习、复习和考试技巧，指导他们出色地通过各类考试，提高他们的思维应变能力，我们特组织一批长期从事医学教育与临床实践，具有丰富教学经验与临床经验的专家、教授，编写了这套“21 世纪高等医学院校教材应试辅导丛书”。

本套丛书以人民卫生出版社最新出版的全国高等医学院校规划教材为基础，以全国统一制定的教学大纲为准则，结合本科生、研究生和执业医师考试实际，总结各位专家、教授数十年的教学和评卷经验，按照现代考试模式编写而成。

本套丛书力求语言简练，重点突出，针对难点、考点讲解详尽，力求选题合理，答案准确。为了便于学习，各分册的编写体例基本以规化教材章节为序。每章分“大纲要求”“内容精讲”“各类试题”“参考答案及解析”四部分。各类试题共设名词解释、填空题、判断题、单项选择题、多项选择题、问答题、论述题等题型，临床科还有病案分析。试题力求信息量大、覆盖面广、重点突出，以全面测试学生的知识面和分析问题、判断问题与解决问题的能力。书后附有模拟考试题。

本套丛书适用于本科院校在校学生考试、研究生考试、执业医师考试及医务工作者在岗考试等复习使用。由于编写能力有限，丛书中不妥之处在所难免，衷心期盼同道专家及读者批评指正。

丛书编写组

2004 年 12 月

目 录

第一章 蛋白质的结构与功能	(1)
第二章 核酸的结构与功能	(26)
第三章 酶	(54)
第四章 糖代谢	(84)
第五章 脂类代谢	(115)
第六章 生物氧化	(143)
第七章 氨基酸代谢	(164)
第八章 核苷酸代谢	(190)
第九章 物质代谢的联系与调节	(203)
第十章 DNA 的生物合成(复制)	(218)
第十一章 RNA 的生物合成	(237)
第十二章 蛋白质的生物合成	(255)
第十三章 基因表达调控	(276)
第十四章 基因重组与基因工程	(300)
第十五章 细胞信息转导	(320)
第十六章 血液的生物化学	(338)
第十七章 肝的生物化学	(352)
第十八章 维生素与微量元素	(373)
第十九章 糖蛋白、蛋白聚糖和细胞外基质	(388)
第二十章 癌基因、抑癌基因与生长因子	(399)

第二十一章 基因诊断与基因治疗·····	(410)
第二十二章 常用分子生物学技术的原理及其应用·····	(419)
第二十三章 基因组学与医学·····	(428)
模拟试题(一) ·····	(433)
模拟试题(二) ·····	(439)
模拟试题(三) ·····	(444)
模拟试题(四) ·····	(449)
模拟试题(五) ·····	(457)
模拟试题(六) ·····	(463)

第一章 蛋白质的结构与功能

大纲要求

1. 了解蛋白质的生理功能,明确蛋白质是生命活动的物质基础。
2. 了解蛋白质元素组成特点,掌握氨基酸的结构通式、分类和结构特点。
3. 熟悉多肽链的形成和表示方法,初步了解常见活性肽的结构特点和生理功能。
4. 掌握蛋白质一级结构和空间结构的概念、作用力、主要形式和基本特点,特别是二级结构 α -螺旋和 β -折叠的特点。
5. 结合实例说明蛋白质结构与功能的关系。
6. 熟悉蛋白质重要的理化性质及其与医学的关系,了解蛋白质分离纯化及测定的基本方法。
7. 了解氨基酸序列分析方法及主要试剂的名称和作用。

内容精讲

一、蛋白质是生命的物质基础

蛋白质(protein)在生物体内含量多、分布广、功能重要,生理现象大多是通过蛋白质的生物学功能体现的,因此,蛋白质是生命的物质基础。如心脏的收缩、血液的流动、酶的催化、激素的调节、离子的转运、免疫防御功能的发生等都要靠蛋白质的参与才能完成。

蛋白质具有多种多样的生物学功能:①它是构成生物体各种组织细胞的主要有机成分:人体中蛋白质种类多、分布广、含量丰富,约占固体成分的 45%。这类蛋白质称为结构蛋白,对生物体起支持和保护作用。没有结构蛋白质生物体就不可能构成完整的生物体。②它是发挥各种生理功能的重要物质:催化生物体内代谢反应的酶类、调节代谢反应的某些激素、对机体具有防御保护功能的免疫球蛋白、可在不同组织间载运代谢物的转运蛋白等大多都是蛋白质。这类蛋白质称为功能蛋白,参与多种生理功能的发挥。没有功能蛋白质生物体就不可能表现出复杂的生命现象。③蛋白质还是生物体重要的能源物质,推动生命现象的正常进行。

二、蛋白质的分子组成

1. 蛋白质的元素组成:组成蛋白质的元素包括常量元素和微量元素。常量元素主要有碳、氢、氧、氮,有些蛋白质还含有硫和少量磷。在这些常量元素中,各种蛋白质的含氮量比较恒定,为13%~19%,平均为16%。据此,可以通过测定样品中氮元素含量来确定蛋白质含量:蛋白质含量=氮元素含量 $\times$ 6.25。这是定氮法测定蛋白质的基本原理。微量元素主要包括铁、锌、铜、锰、镁等金属离子。

2. 蛋白质的基本组成单位——氨基酸:存在于自然界的氨基酸有300余种,但是构成人体蛋白质的氨基酸仅有20种,而且都是L- α -氨基酸。它们的结构通式中都含有一个 α -NH₂和一个 α -COOH,还含有一个不同的取代基团(residue),用R表示。

根据R基团的结构不同可以将氨基酸分为脂肪族氨基酸、芳香族氨基酸、杂环氨基酸等。根据R基团的性质可以将氨基酸分为4类:①非极性氨基酸。R基团没有极性,为疏水氨基酸,包括7种:丙(Ala)、缬(Val)、异(Ile)、亮(Leu)、甘(Gly)、苯(Phe)、脯(Pro)。②极性中性氨基酸。R基团具有极性但极性较弱,一般不带电荷,包括8种:酪(Tyr)、丝(Ser)、甲硫(蛋)(Met)、胱(Cys)、苏(Thr)、色(Trp)、天冬酰胺(Asn)、谷氨酰胺(Gln)。③酸性氨基酸。天(Asp)、谷(Glu)。④碱性氨基酸。赖(Lys)、精(Arg)、组(His)。

根据R中含有的特定基团,氨基酸可分为:含-OH的氨基酸:Ser, Thr, Tyr;含巯基的氨基酸:Cys, Met(两个Cys借二硫键连接起来就是胱氨酸);含两个COOH的氨基酸:Asp, Glu;含两个-NH₂的氨基酸:Asn, Gln, Lys, Arg;含咪唑基的氨基酸:His;含胍基的氨基酸:Arg;含亚氨基(-NH-)的氨基酸:Pro。

3. 氨基酸的连接方式:蛋白质的种类繁多,功能各异,这主要是由蛋白质有序的结构决定的。氨基酸构成蛋白质时,首先通过肽键连接成肽,然后才可能盘曲折叠形成特定的蛋白质。

肽(peptide)是氨基酸聚合形成的化合物。氨基酸缩合脱水形成的酰胺键叫肽键。少于10个氨基酸的肽链称为寡肽,大于10个氨基酸的肽链称多肽。多肽链有方向性,从N(氨基)末端指向C(羧基)末端。多肽链除了是蛋白质分子的最基本结构外,在人体和自然界尚存在着许多生物活性肽,例如谷胱甘肽(GSH)、脑啡肽、促甲状腺释放激素(TRH)等,都具有重要的生物学功能。

三、蛋白质的分子结构

体内发挥不同功能的蛋白质都是有序结构,根据复杂程度不同可分为一、二、

三、四级。一级结构是指蛋白质的多肽链中氨基酸的排列顺序及其连接方式,二至四级结构称为蛋白质的空间结构或构象,主要靠次级键维系,二硫键可使远离的肽段靠近,在空间结构的形成中也起着重要作用。

1. 一级结构:是指蛋白质分子中氨基酸的排列顺序,在多肽链中其主链是由碳和肽键构成的重复排列顺序。在蛋白质分子之间所不同的只是氨基酸残基的侧链(R)的排列顺序不同。体内蛋白质的种类繁多,其一级结构各不相同,一级结构是蛋白质空间结构和生物学功能的基础。一级结构中的主要化学键是肽键,有些尚含有二硫键。

2. 二级结构:二级结构是指多肽链主链的空间排列,不涉及侧链的构象。在一级结构的基础上主链折叠盘绕,形成的局部空间构象。在折叠盘绕时是以肽键平面(肽单元)为基础的。肽键平面是由 6 个原子($C_{\alpha 1}$ 、C、O、N、H、 $C_{\alpha 2}$)所组成。因肽键具有半双键性质,因而使这 6 个原子固定在同一平面上,所以称为肽键平面。肽键平面上 α -碳原子所连的两个单键可自由旋转,其旋转角度决定了两个相邻的肽键平面的相对空间位置。二级结构常见形式有 4 种,包括 α -螺旋、 β -折叠(β 片层)、 β -转角和无规卷曲。

α -螺旋的特征是:主链以肽键平面为单位,以 α -碳原子为转角,围绕中心轴呈有规律的螺旋式上升,构成右手螺旋;每旋转一周为 3.6 个氨基酸残基,螺距为 0.54 nm;其结构靠第一个肽键平面上的 N-H 与第四个肽键平面上的 C=O 形成的氢键维持,氢键的方向基本与长轴平行;R 分布在螺旋的外侧,并且影响着螺旋的形成和稳定。

在 β -折叠结构中,多肽链充分伸展,各肽键平面之间折叠成锯齿状结构;侧链 R 基团交错位于锯齿状结构的上下方;主要靠肽链间肽键平面上的 N-H 与 C=O 之间的氢键维系,氢键的方向与折叠的长轴基本垂直。可有顺平行片层和反平行片层结构。

β -转角通常发生在肽链进行 180° 回折时的转角上,通常有 4 个氨基酸残基组成。第一个氨基酸残基上 N-H 与第四个氨基酸残基的 C=O 形成氢键。

蛋白质分子中那些没有确定规律性的部分肽链构象称为无规卷曲。

模体:在许多蛋白质中,有 2 个或 3 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,称为模体(motifs)。有的将这种规则的二级结构的聚集体称为超二级结构(super secondary structure),例如有 α -螺旋组合($\alpha\alpha$)、 β -折叠组合($\beta\beta$)及 α -螺旋和 β -折叠混合组合($\alpha\beta$)、锌指结构、亮氨酸拉链等模体,它们可直接作为三级结构或结构域的组成单位,是蛋白质发挥特定功能的基础。

结构域(domain)是在较大的蛋白质分子中所形成的两个或多个在空间上可明显区别的局部区域。结构域具有独特的空间构象,与分子整体以共价键相连,并且各承担不同的生物学功能。例如 3-磷酸甘油醛脱氢酶有与其辅酶 NAD^+ 结合的结构域,还有决定其与特定底物结合的结构域。结构域之间一般不能分开,这是它与亚基的区别。

3. 三级结构:蛋白质的三级结构是指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,也就是整条多肽链所有原子在三维空间的排布位置。三级结构的形成使得在序列中相隔较远的氨基酸侧链相互靠近,疏水基团在内,亲水基团在外,形成亲水的球状蛋白质。有的蛋白质只有一条肽链组成,三级结构形成后即具有了生物学功能。例如肌红蛋白是由一条肽链和一个血红素辅基组成。有的蛋白质由几条肽链组成,每条肽链形成三级结构(亚基)后,还需聚集形成四级结构才会具有生物学功能。维持三级结构的化学键是一些次级键,包括氢键、盐键(离子键)、疏水键和范德华(Van der Waals)力,其中疏水作用是维持蛋白质结构最主要的稳定力。疏水基团因疏水作用而聚向分子内部,亲水基团多分布在分子表面。因此,具有三级结构的蛋白质分子多是亲水的,有些蛋白质分子还有二硫键参与三级结构的稳定。

4. 四级结构:有的蛋白质分子是由两条或两条以上具有三级结构的多肽链相互聚合而成,称为蛋白质的四级结构。其中每一个具有三级结构的多肽链为一个亚基。例如血红蛋白由 2 个 α 亚基和 2 个 β 亚基组成,每个亚基结合 1 分子亚铁血红素。血红素辅基可以与氧进行可逆结合。蛋白质的四级结构则是由亚基借次级键缔合而成。

四、蛋白质结构与功能的关系

体内各种蛋白质的分子结构各不相同,其功能也多种多样。每种蛋白质都执行着特定的生物学功能,而这些功能又都是与其特异的一级结构和空间结构密切相关。

1. 蛋白质一级结构与功能的关系:一级结构决定空间结构,影响蛋白质的生理功能。空间结构破坏,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,只要其一级结构仍然完好,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可恢复,这被称为复性。牛胰核糖核酸酶(RNase)变性和复性的实验是蛋白质结构与功能关系的很好例证。RNase 是由 124 个氨基酸残基组成的一条肽链,分子中 8 个半胱氨酸的巯基构成 4 对二硫键,进而形成具有一定空间构象的活性蛋白质。天然 RNase 遇尿素和 β -巯基乙醇时

发生变性,其分子中的氢键和 4 个二硫键断裂,严密的空间结构遭破坏,丧失生物学活性,但一级结构没有破坏。若去除尿素和 β -巯基乙醇,RNase 又恢复其原有构象和生物学活性。RNase 分子中的 8 个巯基若随机排列成二硫键可有 105 种方式,复性时又形成了自然活性酶的方式,这是由肽链中氨基酸排列顺序决定的。可见蛋白质一级结构是空间结构的基础。

在蛋白质合成过程中还需有形成空间结构的控制因子,这就是分子伴侣(molecular chaperons)。在蛋白质合成时,尚未折叠的肽段有许多疏水基团暴露在外,因此具有分子内或分子间聚集的倾向,从而影响蛋白质的正确折叠。分子伴侣可以与未折叠的肽段进行可逆的结合,引导肽链的正确折叠并集合多条肽链成为较大的结构。例如,热休克蛋白就是分子伴侣的一个家族。

结构决定功能,功能不同的蛋白质总是有不同的序列。一级结构相似的蛋白质,其空间构象和功能也相近;若一级结构变化,蛋白质的功能将发生很大的变化。例如,哺乳动物胰岛素分子结构都是由 A 链和 B 链构成,二硫键配对和一级结构均相似,它们都执行相同的调节血糖代谢等功能。比较来源不同的胰岛素的一级结构,可能有某些差异,但与功能相关的结构却总是相同。不同种属来源的胰岛素,其一级结构的差异可能是分子进化的结果。细胞色素 C 是研究蛋白质一级结构的种属差异与分子进化的又一例证。比较 60 种不同种属来源细胞色素 C 的一级结构,其中有些氨基酸残基易变,但有 27 个氨基酸残基不变。这 27 个不变的氨基酸残基是保证结合血红素、识别与结合细胞色素氧化酶和泛醌细胞色素 C 还原酶、维持构象和传递电子所必要的。若蛋白质的一级结构发生变化则会影响其正常功能,进一步引起疾病,被称为分子病。镰刀形红细胞贫血症就是分子病的典型例子。

2. 蛋白质空间结构与功能的关系:蛋白质的空间结构是由一级结构决定的,其空间结构与功能密切相关。肌红蛋白和血红蛋白是阐述空间结构与功能关系的典型例子。血红蛋白(Hb)是由 4 个亚基所组成,其分子存在着紧密型(T)和松弛型(R)两种不同的空间构象。T 型与氧亲和力低,R 型与氧亲和力高,4 个亚基与氧的结合速率是不同的。当第一个亚基与氧结合后会引起 Hb 的构象发生改变,另一个亚基更易于结合氧,这种带氧的亚基协助不带氧的亚基结合氧的现象称为协同效应。一般来说,一个蛋白质与它的配体结合后蛋白质的构象发生变化,其生物学功能也发生改变。这种现象称为变构效应。氧与血红蛋白的结合引起血红蛋白构象变化的现象也称为变构效应,氧为变构剂,Hb 为变构蛋白。氧与 Hb 结合后引起 Hb 构象变化,由 T 型转变为 R 型,有利于 Hb 结合氧,氧则为 Hb

的激动变构剂。另外,组织中的 CO_2 、 H^+ 、2,3-二磷酸甘油酸(2,3-DPG)可使 Hb 由 R 型转变为 T 型,使 Hb 与氧的亲合力降低,这些物质则为 Hb 的抑制变构剂。血红蛋白受这些代谢物质的影响而发生的构象改变与机体生理活动有着密切关系。流经肺脏的血液中红细胞由于肺中氧分压高,Hb 则由 T 型转变为 R 型,有利于结合氧携带氧。红细胞随血液流经组织时,因组织中细胞代谢产物 CO_2 、 H^+ 、2,3-DPG 浓度高,则使 Hb 由 R 型转变为 T 型,使 Hb 释放氧,有利于组织摄取氧、利用氧。

五、蛋白质的理化性质及分离纯化

蛋白质是由氨基酸组成,其理化性质与氨基酸相似,如两性解离、某些呈色反应,如茚三酮反应,以及紫外吸收等。但是蛋白质是高分子化合物,又具有其独特的理化性质,如胶体性质,易沉降,不易透过半透膜,容易发生变性、沉淀、凝固等。通常可利用这些理化性质和生物学性质来纯化蛋白质。

蛋白质分子中除多肽链的 N-末端存在着游离的 $\alpha\text{-NH}_2$ 和 C-末端存在着游离的 $\alpha\text{-COOH}$ 外,在侧链中也存在着某些极性基团。这些基团在一定的溶液 pH 条件下,可解离为带负电荷和正电荷的基团,当在某一 pH 时,蛋白质分子所带的正、负电荷趋于相等,即成为兼性离子,净电荷为零,此时溶液的 pH 值称为蛋白质的等电点(pI)。溶液 pH 值大于蛋白质 pI 时,蛋白质带负电荷,电泳时则向正极泳动。小于 pI 时带正电荷,电泳时向负极泳动。因此可以采用电泳法对蛋白质进行分离、纯化和分子量的测定。

不同的蛋白质 pI 不同,pI 的大小决定于蛋白质所含的氨基酸残基的种类、数量及比例。如果所含的酸性氨基酸较多,pI 值较小;相反,如果所含的碱性氨基酸较多,pI 值则较大。体内各种蛋白质的 pI 在 5.0 左右,因体液 pH 值为 7.4,所以大多解离为阴离子。

因蛋白质表面带有电荷,可用层析法分离蛋白质。蛋白质属于生物大分子,其分子量可在 1 万~100 万之间,其分子颗粒大小可达 1~100 nm,在胶体颗粒范围之内。所以,具有胶体的扩散慢、易沉淀、不易透过半透膜等性质。可用超速离心法、透析法分离纯化蛋白质。

在体液中蛋白质以溶解状态存在,是由于蛋白质分子表面带有一些极性基团,可吸引水分子形成具有阻隔作用的水化膜;同时这些基团在体液中解离出相同的表面电荷起到相互排斥作用。水化膜及表面电荷是蛋白质的两个稳定因素。若去除这些稳定因素,蛋白质极易在溶液中沉淀。通常采取向蛋白质溶液中加入中性盐 $[(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4, \text{NaCl}]$ 或有机溶剂(乙醇、丙酮)等方法,使蛋白质沉淀。因盐

离子亲水性比蛋白质强,高浓度的盐离子夺取了保护蛋白质胶体的水化膜;同时,盐又是强电解质,能抑制弱电解质的蛋白质解离,使表面电荷减少,使蛋白质的稳定性遭到破坏。在蛋白质溶液中加入高浓度的中性盐使蛋白质从溶液中沉淀出来的方法称为盐析,采用盐析法沉淀的蛋白质仍保持生物学活性,其他方法沉淀的蛋白质往往会引起蛋白质变性。

在物理(如加热、煮沸、放射线、超声波、剧烈振荡等)、化学(如强酸、强碱、重金属盐、生物碱试剂、尿素等)因素的影响下,使蛋白质的空间构象发生改变、生物学活性丧失,这种现象称为蛋白质的变性。这些变性因素仅破坏了蛋白质分子中的一些次级键,肽键并未断裂,所以一级结构并无变化。从理论上讲,蛋白质变性后是可以复性的,但实际很难复性。蛋白质变性后表现为溶解度降低,黏度增加。变性的蛋白质不一定凝固,凝固的蛋白质一定变性。蛋白质变性的原理具有重要的实际意义,如消毒灭菌、临床检测等。

六、多肽链中氨基酸序列分析

蛋白质的一级结构测定一般采用 Edman 化学降解法。该方法是利用生物化学苯异硫氰酸(PITC)标记肽段 N-末端残基,再在一定条件下,从肽段上裂解下 N-末端氨基酸残基进行鉴定。Edman 降解法不仅可用以测定 N 末端残基,更可以从 N-末端开始逐一地将氨基酸切割下来,逐一鉴定,可对蛋白质肽段进行序列分析。可作为 N-末端鉴定的化学试剂还有 2,4-二硝基氟苯(FDNB),二甲基氨基萘磺酰氯(DNS-Cl)等。C-末端分析常采用羧基肽酶法。

蛋白质的一级结构分析也可利用重组 DNA 法,即根据蛋白质结构基因的碱基序列来推演蛋白质的氨基酸序列。不必首先纯化该种蛋白质,这一复杂的过程借助于计算机的帮助可变得比较简单并高效。目前多数蛋白质的氨基酸序列都是通过这种方法获知的。

通常采用圆二色光谱测定溶液状态下蛋白质二级结构的含量。蛋白质三维空间结构的测定方法中常用的是 X 线晶体衍射法和核磁共振技术。近年来还可以根据蛋白质的氨基酸序列来预测它的空间结构。

应试题库

【名词解释】

1. 肽键平面
2. 次级键
3. 谷胱甘肽

4. 蛋白质的一级结构
5. 模体(motif)
6. 结构域(domain)
7. 亚基
8. 协同效应
9. 分子伴侣(chaperon)
10. 蛋白质的变性
11. 蛋白质的沉淀
12. 蛋白质等电点(pI)
13. 电泳
14. 层析
15. 双缩脲反应

【填空题】

1. 各种蛋白质____元素的含量比较相近,平均为____,据此可以用____法来测定样品中蛋白质的含量。

2. 蛋白质的基本组成单位是____。组成人体蛋白的氨基酸有____种,它们均为____。

3. 蛋白质是由许多____通过____连接形成一条或多条____链。在每条链的两端有游离的____基和游离的____基,这两端分别称为该链的____末端和____末端。

4. 蛋白质的____级结构决定它的空间构象和生物学功能,该结构是指多肽链中____的排列顺序。

5. 蛋白质的二级结构的基本单位是____,常见的二级结构形式包括____、____和____。

6. 维持蛋白质二级结构的主要化学键是____,稳定蛋白质三级结构的次级键包括____、____和____等。

7. 构成蛋白质的 20 种氨基酸中碱性氨基酸有____、____、____,酸性氨基酸有____、____。

8. 将血浆蛋白质在 pH 8.6 的巴比妥缓冲液中进行醋酸纤维素薄膜电泳,蛋白质分子带____电荷,向____极泳动,从正极向负极依次分为____、____、____、____。

9. 维持蛋白质胶体稳定的因素包括____和____。在蛋白质溶液中加入高浓

度的中性盐使蛋白质沉淀的方法称为____,该方法一般不引起蛋白质____。

10. 蛋白质分子能够吸收紫外线是由于它的分子组成中含有____、____、____,这些氨基酸分子中含有____双键。

11. 蛋白质的变性是指在理化因素作用下引起蛋白质的____构象发生改变、____丧失,没有____的断裂。

12. 氨基酸在酸性溶液中带____电荷,在碱性溶液中带____电荷,当所带的正、负电荷相等时,氨基酸成为____离子,此时溶液的 pH 值称为该氨基酸的____。

13. 离子交换层析分离蛋白质是利用了蛋白质的____性质。阴离子交换层析在层析管内填充的交换树脂颗粒上带____电荷,可吸引带____电荷的蛋白质,然后用带____电荷的溶液洗柱将蛋白质洗脱下来。

14. Hb 的氧解离曲线呈____型,这是由于 Hb 的第 1 个亚基与 O_2 结合后,对其他 3 个亚基与 O_2 的结合具有____作用,这种效应称为____。

15. 蛋白质的四级结构是 2 个或 2 个以上的____聚合。它们的结合力主要靠____作用,____键和____键也参与四级结构的维持。

【单项选择题】

A 型题

1. 蛋白质的元素组成特点是 ()

- A. 含氮量约 16% B. 含大量的氢 C. 含少量的硫
D. 含大量的磷 E. 含少量的金属离子

2. 现测得某一蛋白质样品每克含 0.02 g 氮,100 g 此样品约含蛋白质 ()

- A. 1% B. 2% C. 6.5%
D. 12.5% E. 62.5%

3. 含有两个羧基的氨基酸是 ()

- A. 精氨酸 B. 赖氨酸 C. 甘氨酸
D. 色氨酸 E. 谷氨酸

4. 关于氨基酸的叙述哪一项是错误的 ()

- A. 酪氨酸和苯丙氨酸含苯环 B. 酪氨酸和丝氨酸含羟基
C. 亮氨酸和缬氨酸是支链氨基酸 D. 赖氨酸和精氨酸是碱性氨基酸
E. 谷氨酸和天冬氨酸含两个 $-NH_2$

5. 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、丙氨酸 E. 谷氨酸、甲硫(蛋)氨酸

6. 构成蛋白质的氨基酸 ()
 - A. 除甘氨酸外旋光性均为左旋
 - B. 只含有 α -NH₂ 和 α -COOH
 - C. 除甘氨酸外均为 L-构型
 - D. 均有极性侧链
 - E. 均能与双缩脲试剂起反应
7. 在 pH 6.0 的缓冲液中电泳, 哪种氨基酸基本不动 ()
 - A. 精氨酸
 - B. 丙氨酸
 - C. 谷氨酸
 - D. 天冬氨酸
 - E. 赖氨酸
8. 在 pH 7.0 时, 哪种氨基酸带正电荷 ()
 - A. 丙氨酸
 - B. 缬氨酸
 - C. 赖氨酸
 - D. 谷氨酸
 - E. 苏氨酸
9. 没有遗传密码的氨基酸是 ()
 - A. 半胱氨酸
 - B. 脯氨酸
 - C. 丝氨酸
 - D. 甲硫(蛋)氨酸
 - E. 瓜氨酸
10. 下列哪一种氨基酸是亚氨基酸 ()
 - A. 脯氨酸
 - B. 组氨酸
 - C. 赖氨酸
 - D. 色氨酸
 - E. 半胱氨酸
11. 合成蛋白质后才能由前体转变而成的氨基酸是 ()
 - A. 脯氨酸
 - B. 赖氨酸
 - C. 谷氨酸
 - D. 组氨酸
 - E. 羟脯氨酸
12. 蛋白质分子中的主要化学键是 ()
 - A. 肽键
 - B. 二硫键
 - C. 酯键
 - D. 盐键
 - E. 氢键
13. 多肽链中主链骨架的组成是 ()
 - A. -NCCNCCNCCN-
 - B. -CHNOCHNOCHNO-
 - C. -CONHCHCONHCH-
 - D. -CNOHCNOHCNOH-
 - E. -CNHOCNHOCNHO-
14. 关于肽键的特点哪项叙述是不正确的 ()
 - A. 肽键中的 C—N 键比相邻的 N—C α 键短
 - B. 肽键的 C—N 键具有部分双键性质
 - C. 与 α -C 原子相连的 N 和 C 所形成的化学键可以自由旋转
 - D. 肽键的 C—N 键可以自由旋转
 - E. 肽键中 C—N 键所相连的 4 个原子在同一平面上

15. 维持蛋白质一级结构的作用力是 ()
A. 盐键 B. 二硫键 C. 疏水键
D. 氢键 E. 肽键
16. 蛋白质中的 α -螺旋和 β -折叠都属于 ()
A. 一级结构 B. 二级结构 C. 三级结构
D. 四级结构 E. 侧链结构
17. α -螺旋每上升 1 圈需要几个氨基酸残基 ()
A. 3.4 个 B. 3.6 个 C. 2.8 个
D. 4.5 个 E. 36 个
18. 维持蛋白质四级结构的主要化学键是 ()
A. 氢键 B. 盐键 C. 疏水键
D. 二硫键 E. 范德华力
19. 蛋白质变性是由于 ()
A. 蛋白质的一级结构的改变 B. 蛋白质亚基的解聚
C. 蛋白质空间构象的破坏 D. 辅基的脱落 E. 蛋白质水解
20. 维系蛋白质分子中 α -螺旋的化学键是 ()
A. 肽键 B. 离子键 C. 二硫键
D. 氢键 E. 疏水键
21. 模体属于蛋白质的 ()
A. 一级结构 B. 超二级结构 C. 三级结构
D. 超三级结构 E. 四级结构
22. α -螺旋结构的特点是 ()
A. 肽键平面充分伸展 B. 靠盐键维持稳定 C. 螺旋方向与长轴垂直
D. 多为左手螺旋 E. 以上都不是
23. 对 α -螺旋的下列描述哪一项是错误的 ()
A. 通过分子内肽链之间的氢键维持稳定
B. 通过侧键(R 基团)之间的相互作用维持稳定
C. R 基团都位于螺旋的外周 D. 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 α -螺旋的形成
24. 维系蛋白质三级结构稳定的最重要的作用力是 ()
A. 二硫键 B. 盐键 C. 氢键
D. 范德华力 E. 疏水键