

【全国高等医学院校基础医学同步辅导教材】

生物化学

同步学练

SHENGWU HUAXUE
TONGBU XUELIAN

总主编 / 王培华 主 编 / 王江雁



人民军医出版社

PEOPLE'S MILITARY MEDICAL PRESS

全国高等医学院校基础医学同步辅导教材

生物化学同步学练

SHENGWUHUAXUE TONGBU XUELIAN

总主编 王培华

主 编 王江雁

副主编 张卫宁 王仁杰

编 者 (以姓氏笔画为序)

马立骥 王仁杰 王江雁 张卫宁 张如春



人民军医出版社

People's Military Medical Press

北 京

图书在版编目(CIP)数据

生物化学同步学练/王江雁主编. —北京:人民军医出版社,2007.1

全国高等医学院校基础医学同步辅导教材

ISBN 978-7-5091-0637-2

I. 生… II. 王… 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(2006)第 137548 号

策划编辑:郭 威 文字编辑:海湘珍 责任审读:黄栩兵

出 版 人:齐学进

出版发行:人民军医出版社 经销:新华书店

通信地址:北京市 100036 信箱 188 分箱 邮编:100036

电话:(010)66882586(发行部) 51927290(总编室)

传真:(010)68222916(发行部) 66882583(办公室)

网址:www.pmmp.com.cn

印刷:北京天宇星印刷厂 装订:京兰装订有限公司

开本:787mm×1092mm 1/16

印张:15.625 字数:483 千字

版、印次:2007 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

印数:0001~5000

定价:27.00 元

版权所有 侵权必究

购买本社图书,凡有缺、倒、脱页者,本社负责调换

电话:(010)66882585 51927252

生物化学是医学学科的基础,是医学生的必修课。在教学过程中我们常常听到学生反映生物化学是所有医学课程中最难学的一门课,被医学生戏称为“四大名补”之首。为了消除学生们对学习生物化学的畏惧心理,帮助学生们更好地学习和掌握生物化学的基本理论和基础知识,我们以卫生部第六版《生物化学》规划教材为主线,根据本科、硕士研究生入学考试大纲的要求,组织具有多年丰富教学经验的教师编写了此书。

本书共 23 章,每章包括 9 部分内容:学习目标、知识要点、难点解疑、联系临床、思考分析、名词解释、测试习题、参考答案及思维导图等。测试习题有三项:选择题(A 型题和 X 型题)、填空题、问答题。为了便于学生理解和记忆,本书将每章的知识要点绘制成一张思维导图,这样就可以清楚地了解本章的内容及各知识点间的相互联系。

本书受众群体为各类医学专业学生及青年教师。可作为医学生参加各类考试的指导用书及青年教师教学参考用书。本书在全体编者的共同努力下,经过反复审阅、修改,最终定稿。由于时间仓促,本教材仍可能存在不妥之处,恳请广大师生提出宝贵意见。

编 者

2006 年 11 月

第 1 章	蛋白质的结构与功能	1
第 2 章	核酸的结构与功能	15
第 3 章	酶	26
第 4 章	糖代谢	40
第 5 章	脂类代谢	53
第 6 章	生物氧化	67
第 7 章	氨基酸代谢	77
第 8 章	核苷酸代谢	86
第 9 章	物质代谢的联系与调节	93
第 10 章	DNA 的生物合成 (复制)	100
第 11 章	RNA 的生物合成 (转录)	113
第 12 章	蛋白质的生物合成 (翻译)	124
第 13 章	基因表达调控	135
第 14 章	基因重组和基因工程	151
第 15 章	细胞信号传递	163
第 16 章	血液的生物化学	174
第 17 章	肝的生物化学	182
第 18 章	维生素与微量元素	191
第 19 章	糖蛋白、蛋白聚糖和细胞外基质	197
第 20 章	癌基因、抑癌基因与生长因子	204
第 21 章	基因诊断与基因治疗	212
第 22 章	常用分子生物学技术的原理及其应用	217
第 23 章	基因组学与医学	224
附录 A	综合测试题 (一)	228
附录 B	综合测试题 (二)	233
附录 C	综合测试题 (三)	239
	参考文献	243

第1章 蛋白质的结构与功能

一、学习目标

1. 掌握蛋白质的基本组成单位、其结构特点、分类及理化性质。
2. 掌握肽的组成及结构特点。
3. 掌握蛋白质分子的基本结构和空间结构的概念、组成方式及特点。
4. 掌握蛋白质结构与功能的关系。
5. 掌握蛋白质的两性电离、胶体、变性、紫外吸收等理化性质。
6. 掌握沉淀、盐析、电泳、透析、层析等蛋白质分离和纯化的原理。

二、知识要点

(一) 蛋白质的分子组成

1. 元素组成 各种蛋白质的含氮量平均为 16%，故：

$100\text{g 样品中蛋白质含量}(\text{g}\%) = \text{每克样品含氮克数} \times 6.25 \times 100$

2. 组成蛋白质的基本单位——氨基酸

◆组成天然蛋白质的编码氨基酸只有 20 种，均为 L- α -氨基酸(除 Gly 外)。

◆D-氨基酸不参与蛋白质组成，但在细胞中游离存在。

◆Pro 为亚氨基酸，两个 Cys 可形成胱氨酸。

◆人体 8 种必需氨基酸：Val、Ile、Leu、Phe、Met、Trp、Thr、Lys。

记忆方法：“借(缬)一两本淡色书(苏)来(赖)”。

3. 氨基酸的理化性质

◆两性解离及等电点：在酸性溶液中， $-\text{NH}_3^+$ ，在碱性溶液中， $-\text{COO}^-$ 。氨基酸的解离方式取决于其所处溶液的酸碱度。

氨基酸的等电点(pI)：在某一 pH 的溶液中，氨基酸解离成阳离子和阴离子的趋势及程度相等，成为兼性离子，呈电中性，此时溶液的 pH 即为 pI。

pI 为兼性离子两边的 pK 值的平均值。

◆紫外吸收性质：Trp、Tyr 在 280nm 处有最大的吸收峰，测定 280nm 的光吸收值可快速分析溶液中蛋白质含量。

◆茚三酮反应：氨基酸与茚三酮水合物共加热，缩合成为蓝紫色的化合物(与脯氨酸反应生成黄色)，570nm 处有吸收峰。OD₅₇₀ 与氨基酸释放的氨量成正比。

4. 肽

◆2 个氨基酸缩合脱水以肽键相连形成最简单的肽——二肽；

◆10 个以下氨基酸缩合相连而成的肽——寡肽；

◆更多的氨基酸相连——多肽。

5. 生物活性肽 三肽，寡肽，多肽；如 GSH、神经肽、多肽类激素。

还原型谷胱甘肽(GSH):Glu、Cys、Gly;GSH中的一SH具有还原性,可保护体内蛋白质或酶处在活性状态;其嗜核特性,能与外源的嗜电子毒物如致癌剂或药物等结合,阻断这些化合物与DNA、RNA或蛋白质结合,以保护机体免遭毒物损害。

(二) 蛋白质的分子结构

1. 蛋白质的一级结构 蛋白质分子中氨基酸的排列顺序。

◆主要化学键:肽键,二硫键。

◆作用:是蛋白质空间构象和特异生物学功能的基础;但一级结构并不是决定空间构象的惟一因素。

2. 蛋白质的二级结构 蛋白质分子中某一段肽链的局部空间结构,也就是该段肽链主链骨架原子的相对空间位置(注意:不涉及氨基酸残基侧链的构象)。

◆主要形式

• α -螺旋:每3.6个氨基酸残基螺旋上升一圈,螺距为0.54nm; α -螺旋的每个肽键的N—H和第四个肽键的C=O形成氢键,方向与螺旋轴平行;肽链中的全部肽键都可形成氢键。

• β -折叠:两个以上的肽段锯齿状平行排列,方向可相同,可相反;肽键间形成氢键。

• β -转角:肽链进行180°回折;由4个氨基酸残基组成,第2个残基常为Pro,其他还有Gly、Asp、Asn、Trp;第1个残基的羰基氧与第4个残基的氨基氢形成氢键。

• 无规则卷曲。

• 模体(motif):2个或3个具有二级结构的肽段,在空间上相互接近,形成一个具有特殊功能的空间结构。

◆维持稳定的化学键:肽键间的氢键。

◆影响其形成的R基团:①影响 α -螺旋形成。多个酸性或碱性氨基酸残基相邻;R基团过大;出现脯氨酸。②影响 β -折叠形成。R基团很大。

3. 蛋白质的三级结构 指整条肽链中全部氨基酸残基的相对空间位置,也就是整条肽链所有原子在空间的排布位置。

◆维持稳定的化学键:次级键——疏水作用、离子键(盐键)、氢键、Van der Waals力等。

◆结构域(domain):超二级结构可形成紧密、稳定且在蛋白质分子构象上明显可分的区域(50~400氨基酸残基)。分别担负着蛋白质分子不同的功能,是整个蛋白质分子中的一些生物功能实体。

◆分子伴侣(chaperon):可逆地与未折叠肽段的疏水部分结合随后松开,防止错误的聚集发生;或纠正错误的聚集,诱导其正确折叠;协助形成正确的二硫键。

4. 蛋白质的四级结构 蛋白质分子中各个亚基的空间排布和相互作用。亚基可相同,也可不同。

◆亚基:含有2条或2条以上多肽链的蛋白质中,每条肽链的完整的三级结构。

◆亚基间的结合力:氢键、离子键、疏水作用。

(三) 蛋白质结构与功能的关系

一级结构是空间构象的基础;一级结构相似的多肽或蛋白质,其空间构象及功能也相似。

特定的结构是功能的基础,不同的功能是其结构的表现;蛋白质三级结构比一级结构与功能的关系更密切。

Anfinsen原则:蛋白质的功能与其三级结构密切相关,而特定三级结构是以氨基酸顺序为基础的。

(四) 蛋白质的理化性质

1. 蛋白质的两性电离

◆蛋白质的等电点:当蛋白质溶液处于某一pH值时,蛋白质解离成正、负离子的趋势相等,净电荷为零,此时溶液的pH即为pI。

◆溶液的pH>pI,蛋白质带负电荷,反之则带正电荷。

◆体内大多数蛋白质pI为5.0,在体液环境下蛋白质带负电。

2. 蛋白质的胶体性质

◆直径为1~100nm胶粒;

◆蛋白质分子表面为亲水基团形成一层水化膜——阻断蛋白质颗粒的相互聚集;

◆蛋白质胶粒表面带电荷——防止沉淀析出。

3. 蛋白质的变性、沉淀和凝固

◆蛋白质的变性(denaturation):在某些物理和化学因素作用下,其特定的空间构象被破坏,从而导致其理化性质的改变和生物活性的丧失。

★★★^[注]实质:二硫键和非共价键被破坏,一级结构不改变。

变性后,溶解度降低,黏度增加,结晶能力消失,易被蛋白酶水解。

变性因素有:加热、乙醇等有机溶剂、强酸、强碱、重金属离子及生物碱试剂。

◆蛋白质沉淀:肽链融汇相互缠绕继而聚集,从溶液中析出。

◆凝固作用:加热使变性蛋白质由絮状变为坚固的凝块。

★★★变性、沉淀和凝固的关系:变性不一定沉淀,沉淀不一定变性;变性不一定凝固,凝固一定变性。

4. 蛋白质的紫外吸收 蛋白质的 OD_{280} 与其浓度成正比关系,可做蛋白质定量测定。

5. 蛋白质的呈色反应

◆茚三酮反应:与蛋白质水解后产生的氨基酸反应。

◆双缩脲反应:肽键在稀碱溶液中与 $CuSO_4$ 共热,呈现紫色或红色;氨基酸无此反应,蛋白质水解加强时双缩脲呈色深度下降,故可检测蛋白质水解程度。

(五) 蛋白质的分离和纯化

1. 丙酮沉淀 破坏蛋白质表面的水化膜。 $0\sim 4^{\circ}C$ 低温,用量10倍于蛋白质溶液体积;沉淀后立即分离,否则蛋白质会变性。也可用乙醇沉淀。

2. 盐析 加入 $(NH_4)_2SO_4$ 、 $NaCl$ 等中性盐,破坏蛋白质的水化膜而沉淀。

各种蛋白质盐析时所需的盐浓度及pH均不同。如血清中的白蛋白及球蛋白,前者溶于pH7.0左右的半饱和的 $(NH_4)_2SO_4$ 溶液中,而后者在此溶液中沉淀。

3. 电泳(electrophoresis) 用薄膜、凝胶作为支持物,两端分别加正负电极,带电的蛋白质可在支持物上泳动。

泳动速度与蛋白质带电多少、分子大小有关。

4. 透析(dialysis) 蛋白质分子量较大不易透过半透膜,用透析袋把大分子蛋白质与小分子化合物(如 $(NH_4)_2SO_4$ 、 $NaCl$)分开。

5. 层析(chromatography) 有离子交换层析、亲和层析等。

6. 分子筛(gel filtration) 层析柱内填满带有小孔的颗粒(一般由葡聚糖制成),小分子进入孔内,大分子径直流出。

7. 超速离心(ultracentrifugation) 分离纯化蛋白质和测定蛋白质分子量。

三、难点解疑

1. 蛋白质分子的亚基与结构域是同义词,对吗?

错。因为亚基是指一条多肽链或以共价键连接在一起的几条多肽链组成的蛋白质分子的最小共价单位。而结构域是指在较大的球状蛋白质分子中,多肽链往往形成几个紧密的球状构象,彼此分开,以松散的肽链相连,此球状构象即为结构域。

2. 蛋白质的亚基与肽链是同义的,对吗?

错。因为亚基是指一条多肽链或以共价键连接在一起的几条多肽链组成的蛋白质分子的最小共价单位。亚基是肽链,但肽链不一定是亚基,如胰岛素的A链和B链就不是亚基。

3. 多聚甘氨酸的右手或左手 α -螺旋中,哪一个比较稳定?

二者一样稳定。因为甘氨酸的 C_{α} 不是手性碳,不具有立体异构体,因此多聚甘氨酸的右手或左手 α -螺旋在能量上是相当的。

4. 两个多肽链A和B有着相似的三级结构,但在正常情况下,A是以单体形式存在的,而B是以四聚

体(B_4)形式存在的。A 和 B 的氨基酸组成可能有什么差别?

在亚基-亚基相互作用中疏水作用常起主要作用。参与四聚体(B_4)的 B 表面疏水基团可能比 A 的表面疏水基团多。

5. 请判断下列现象中蛋白质发生了什么变化? ①大豆制作成豆腐;②酸奶;③煮熟的牛奶;④煮熟的鸡蛋。

①大豆制作成豆腐:蛋白质变性凝固;②酸奶:蛋白质被水解;③煮熟的牛奶:蛋白质变性;④煮熟的鸡蛋:蛋白质变性凝固。

6. 为什么 α -螺旋和 β -折叠是蛋白质的通用结构单元?

因为在 α -螺旋和 β -折叠的主链中,所有的肽键都参与了氢键的合成,这给予它们相当大的稳定性,且使它们可由许多不同的氨基酸序列组成。

7. 蛋白质的结构仅由蛋白质的氨基酸序列决定,因此氨基酸序列完全相反的基因工程蛋白质应和原蛋白质有同样的结构,对吗?为什么?

不对。因为肽键有极性,因此不可能有相同或相似的结构。看一下多肽链中按顺序连接的两个氨基酸,靠近氨基末端的氨基酸为连接肽键提供羧基,另一个氨基酸提供氨基。对于多肽链来说,改变这两个氨基酸的顺序将使侧链处于不同的位置,从而改变了它们的化学环境。



四、联系临床

1. 如果不采取措施,贮存相当时间的血,2,3-二磷酸甘油酸(BPG)的含量会下降。如果这样的血用于输血可能产生什么后果?

贮存过时的血,BPG 的含量下降,血红蛋白对 O_2 的亲合力增加,致使不能给组织供氧。接受这种 BPG 浓度低的血,病人机体可能会出现缺氧现象。

2. 生活在平地的人到达 4 500m 高的高山地区以后,血液中 BPG 浓度会速度下降,对吗?

不对。因为人在某些生理性和病理性缺氧时可以通过红细胞中 BPG 浓度的改变来调节对组织的供氧量,如高空适应的代偿性变化。当正常人在短时间内由海平面上升到 4 500m 高的高山时,红细胞中的 BPG 浓度几小时后就开始上升,2 天内可由 4.5mmol/L 增加到 7.5mmol/L,并伴随着对氧的亲合力下降。在海拔 4 500m 肺的 PO_2 不到 55 torr(1 torr=1mmHg),对组织的供氧量减少 1/4。BPG 浓度水平的调节(升高浓度)对肺中 O_2 的结合影响不大,但对组织中 O_2 的释放影响不小。



五、思考分析

1. 从热力学考虑,完全暴露在水环境中完全埋藏在蛋白质分子非极性内部的两种多肽片段,哪种更容易形成 α -螺旋?为什么?

埋藏在蛋白质分子非极性内部时,更容易形成 α -螺旋。因为水会干扰氢键形成的稳定性。

2. 简要说明为什么大多数球状蛋白质在溶液中会出现当离子强度从零增至高值时,先是溶解度增加,然后溶解度降低,最后沉淀。

因为不同盐浓度对蛋白质溶液稳定性影响不同,溶液离子强度低,利于球状蛋白质的溶解,而离子强度过大,则易破坏蛋白质分子表面的水化膜,使溶解度降低,最后沉淀。

3. 跨膜蛋白与胞质中蛋白的组成特点一样吗?

不一样。跨膜蛋白极性氨基酸分布于分子内部,而胞质中蛋白极性氨基酸分布于分子外部。

4. 严重阻塞性肺气肿病人,其红细胞内的 BPG 浓度会发生什么变化?

从红细胞内的 BPG 代偿性变化考虑。参见联系临床的内容。

5. 血红蛋白与肌红蛋白具有相同的生物学功能,因此它们的空间结构也相同,对吗?

不对。从蛋白质的空间结构与功能的关系方面分析。

6. 蛋白质变性后溶解度降低,主要是因为电荷被中和及水膜被去除所引起的,对吗?

不对。从蛋白质的变性与沉淀的区别考虑。

7. 多肽链能否形成 α -螺旋及螺旋是否稳定与其氨基酸组成和排列顺序有直接的关系,对吗?

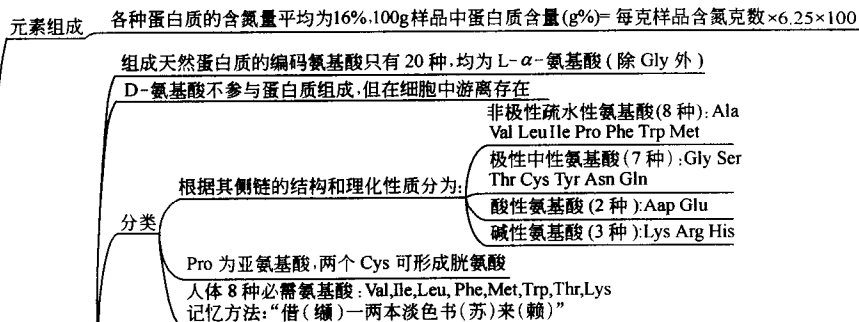
对。从影响 α -螺旋形成的因素方面考虑。

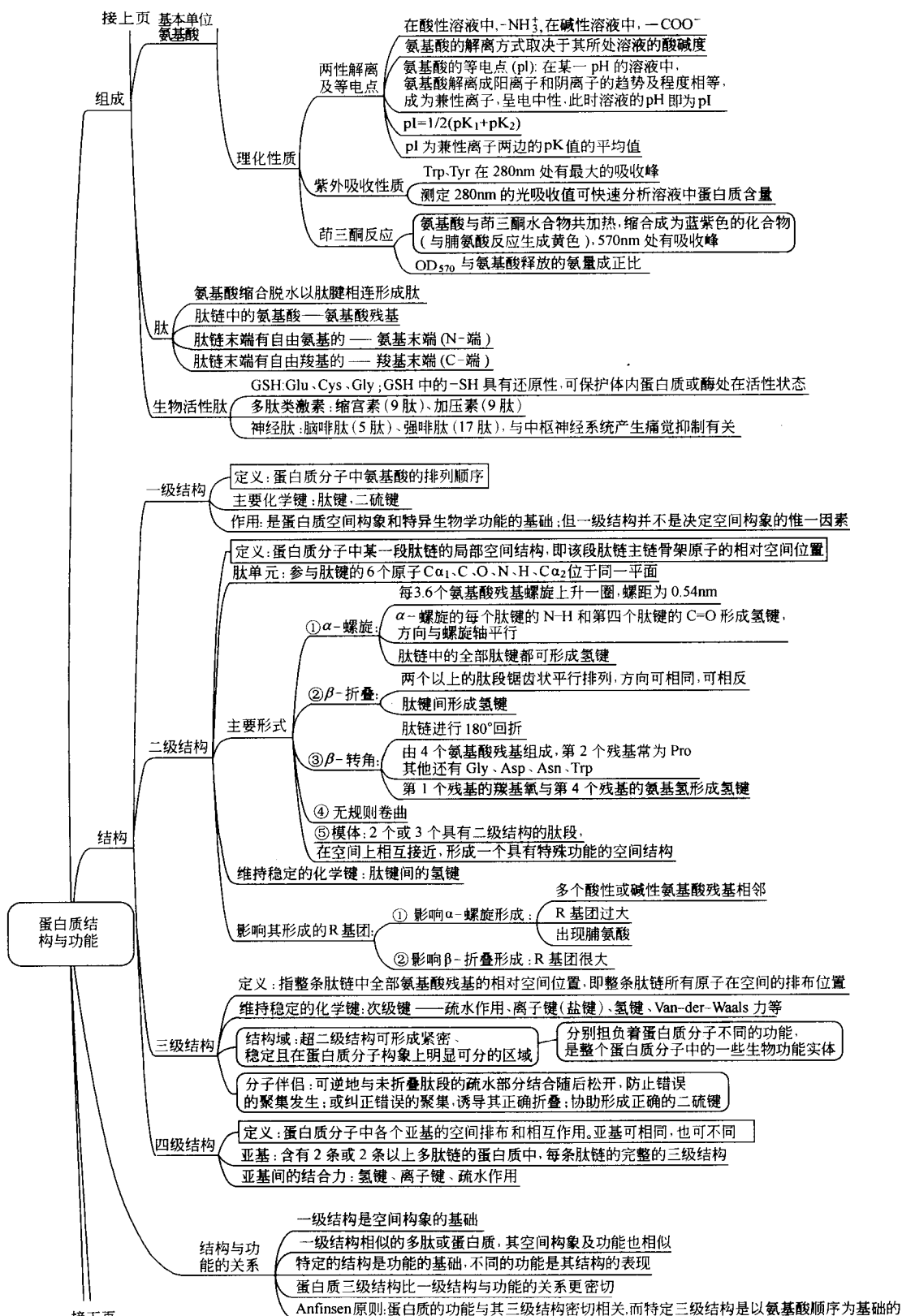
8. 化学法烫发是蛋白质变性与复性的过程吗?
是。从 α -角蛋白的构象变化来分析其生化过程。

六、名词解释

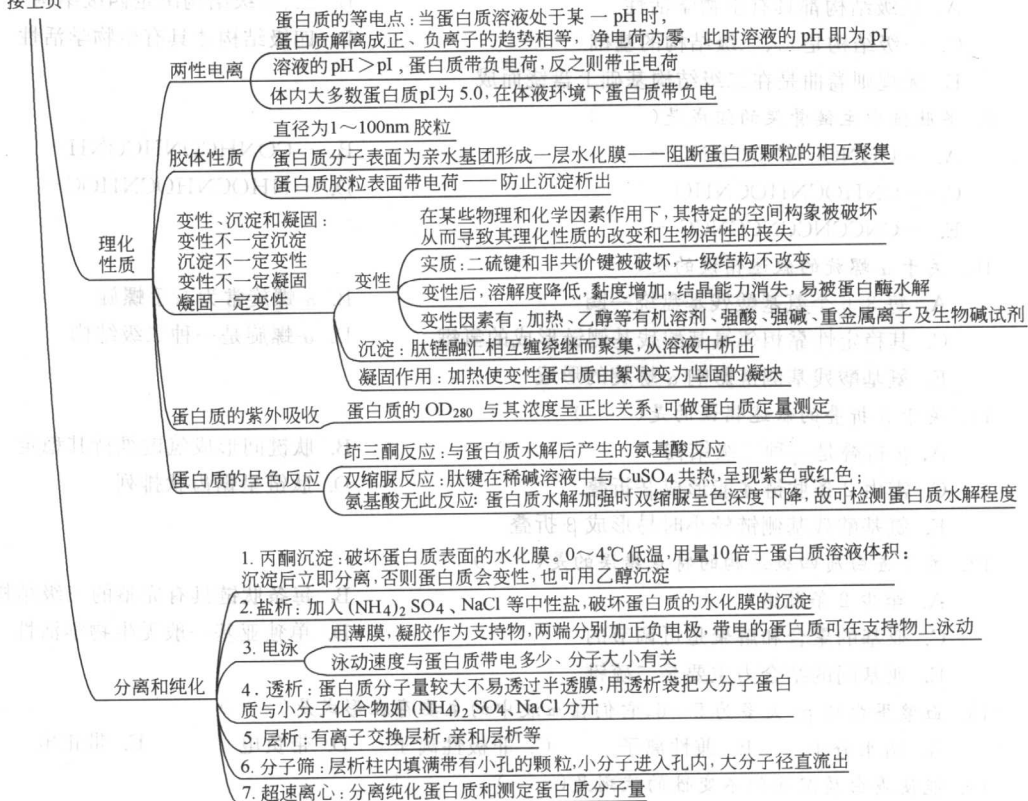
1. 等电点(pI, isoelectric point) 使分子处于兼性分子状态, 在电场中不迁移(分子的净电荷为零)时, 溶液的 pH 值。
2. 肽键(peptide bond) 一个氨基酸的羧基与另一个氨基酸的氨基缩合, 除去 1 分子水形成的酰胺键。
3. 肽(peptide) 2 个或 2 个以上氨基酸通过肽键共价连接形成的聚合物。
4. 蛋白质一级结构(primary structure) 指蛋白质分子中, 从 N-端至 C-端的氨基酸排列顺序。
5. 肽单元(peptide unit) 是肽键主链上的重复结构。是由位于同一平面上参与肽键形成的 $C\alpha-CO-NH-C\alpha$ 6 个原子构成的。
6. 蛋白质二级结构(secondary structure) 是指蛋白质分子中某一段肽链的局部空间结构, 也就是该段肽链主链骨架的相对空间位置, 并不涉及氨基酸侧链的构象。
7. 蛋白质三级结构(tertiary structure) 是指整条肽链中全部氨基酸残基的相对空间位置, 也就是整条肽链所有原子在空间的排布位置。
8. 蛋白质四级结构(quaternary structure) 蛋白质分子中各个亚基的空间排布和相互作用。亚基间以非共价键相连。
9. 模体(motif) 在蛋白质中, 由 2 个以上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发挥一定的作用。有些模体仅有几个连续的氨基酸残基组成。
10. 结构域(domain) 在蛋白质的三级结构内常可分成 1 个或数个球状区域, 折叠得较紧密, 各行其功能, 称为结构域。
11. 分子伴侣(chaperon) 是一种与新合成的多肽链形成复合物并协助它正确折叠成具有生物功能构象的蛋白质。可识别肽链的非天然构象, 促进各功能域和整体蛋白质的正确折叠。可以防止不正确折叠中间体的形成和没有组装的蛋白亚基的不正确聚集, 协助多肽链跨膜转运以及大的多亚基蛋白质的组装和解聚。
12. 变构效应(allosteric effect) 又称为别构效应, 当某些寡聚蛋白与变构效应剂发生作用时, 可以通过蛋白质构象的变化来改变蛋白质的活性(增加或减少)。
13. 蛋白质变性(denaturation) 在某些物理和化学因素作用下, 其特定的空间构象被破坏, 也即有序的空间结构变成无序的空间结构, 从而导致其理化性质的改变和生物活性的丧失。
14. 复性(renaturation) 在一定的条件下, 变性的生物大分子恢复或部分恢复其原有构象和功能的现象。

七、思维导图





接上页



八、测试习题

(一) 选择题

【A 型题】

1. 在 pH7.0 时带正电荷的氨基酸是()
A. Lys B. Leu C. Phe D. Thr E. Glu
2. 天然蛋白质中不存在的氨基酸是()
A. 丝氨酸 B. 苏氨酸 C. 赖氨酸 D. 谷氨酸 E. 鸟氨酸
3. 某一溶液中蛋白质质的百分浓度为 8.0%, 此溶液的蛋白质的百分含量为()
A. 40% B. 50% C. 60% D. 65% E. 70%
4. 蛋白质二级结构的稳定性主要取决于()
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. 肽链中的氢键
E. 肽链中的二硫键位置
5. 每种完整的有活性的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
6. 已知 0.5mg/ml 标准牛血清蛋白 A₂₈₀ = 0.6, A₂₈₀ = 0.12 的样品蛋白质溶液浓度为()
A. 1mg/ml B. 0.1mg/ml C. 0.01mg/ml D. 0.25mg/ml E. 0.2mg/ml
7. 关于蛋白质分子三级结构的叙述错误的是()
A. 三级结构的稳定性主要由次级键维持 B. 天然蛋白质均有这种结构
C. 三级结构的多肽链具有生物学活性 D. 决定盘绕折叠的因素是氨基酸残基
E. 亲水基团大多聚集在分子表面

8. 关于蛋白质结构的论述正确的是()
- A. 三级结构都具有生物学活性
B. 二、三级结构决定四级结构
C. 一级结构是二、三级结构的基础
D. 四级结构才具有生物学活性
E. 无规则卷曲是在二级结构基础上盘绕而成
9. 多肽链中主链骨架的组成是()
- A. $-\text{CHNOCHNOCHNO}-$
B. $-\text{CONHCONHCONH}-$
C. $-\text{CNHOCNHOCNHOC}-$
D. $-\text{NHOCNHOCNHOC}-$
E. $-\text{CNCCNCCNCCNCC}-$
10. 关于 α -螺旋的叙述错误的是()
- A. 每 3.6 个氨基酸残基盘绕一圈
B. α -螺旋常为右手螺旋
C. 其稳定性靠相邻氨基酸残基侧链形成的氢键
D. α -螺旋是一种二级结构
E. 氨基酸残基侧链影响 α -螺旋的形成
11. 关于 β -折叠的叙述错误的是()
- A. β -折叠是一种二级结构
B. 肽键间形成氢键维持其稳定
C. 需由 2 条肽链才能形成 β -折叠
D. 肽链呈锯齿状排列
E. 氨基酸残基侧链较小时易形成 β -折叠
12. 关于蛋白质四级结构的特点错误的是()
- A. 至少 2 条肽链
B. 每条肽链具有完整的三级结构
C. 亚基的聚合和解聚是可调节的
D. 单独亚基一般无生物学活性
E. 亚基间的结合力主要是二硫键
13. 血浆蛋白质 pI 大多为 5~6, 它们在血液中的主要存在形式是()
- A. 疏水分子
B. 兼性离子
C. 非极性离子
D. 带负电
E. 带正电
14. 能使蛋白质沉淀但不变性的试剂是()
- A. 硫酸铵溶液
B. 生理盐水
C. 浓 NaOH 溶液
D. 浓盐酸
E. 以上都不是
15. 蛋白质变性是由于()
- A. 辅基脱落
B. 一级结构改变
C. 空间构象改变
D. 蛋白质沉淀
E. 蛋白质水解
16. 蛋白质变性后表现为()
- A. 易被结晶析出
B. 黏度下降
C. 生物学活性丧失
D. 不易被蛋白酶水解
E. 溶解度增加
17. 盐析法沉淀蛋白质的原理是()
- A. 与蛋白质结合成不溶性蛋白盐
B. 使蛋白质变性溶解度降低
C. 调节蛋白质溶液的等电点
D. 降低蛋白质溶液的介电常数
E. 中和电荷、破坏水化膜
18. 处于等电状态的蛋白质()
- A. 分子带负电
B. 分子带正电
C. 分子带电最多
D. 分子不带电
E. 分子最不稳定易变性
19. 能使蛋白质中二硫键断裂的是()
- A. 丙酮
B. NaOH
C. HCl
D. 三氯醋酸
E. β -巯基乙醇
20. 血红蛋白的氧结合曲线向右移动是由于()
- A. O_2 分压减少
B. O_2 分压增加
C. CO_2 分压减少
D. CO_2 分压增加
E. pH 值增加
21. 下列哪种方法可区分样品是蛋白质还是氨基酸()
- A. 紫外吸收法
B. 双缩脲法
C. 茚三酮法
D. 凯氏定氮法
E. 滴定法
22. 分离纯化蛋白质时能保持蛋白质活性的方法是()
- A. 重金属沉淀法
B. 盐析法
C. 有机溶剂沉淀法

- D. 加入强酸 E. 加热
23. 蛋白质紫外吸收值与下列哪个因素有关()
- A. 肽链中酸性氨基酸的含量 B. 肽链中碱性氨基酸的含量
C. 肽链中杂环氨基酸的含量 D. 肽链中色氨酸和酪氨酸的含量
E. 肽链中苯丙氨酸的含量
24. 毛发中蛋白质的主要构象形式是()
- A. α -螺旋 B. β -折叠 C. 无规则卷曲 D. 三级结构 E. 四级结构
25. 关于蛋白质结构与功能的关系叙述正确的是()
- A. 一级结构是决定空间构象的惟一因素
B. 具有相同氨基酸种类和数量的蛋白质,它们的一级结构也相同
C. 一级结构相似的蛋白质,其功能也相似
D. 蛋白质空间结构改变,功能一定丧失
E. 一级结构改变,功能一定丧失
26. 四级结构稳定性与下列哪个化学键无关()
- A. 氢键 B. 盐键 C. 离子键 D. 二硫键 E. 疏水作用
27. 有活性的蛋白质分子至少具有()
- A. 二级结构 B. 超二级结构 C. 三级结构 D. 结构域 E. 四级结构
28. 酸奶中的蛋白质属于下列哪种变化()
- A. 沉淀 B. 凝固 C. 变性 D. 水解 E. 盐析
29. 蛋白质溶液属于胶体溶液的原因是()
- A. 蛋白质分子颗粒很小 B. 蛋白质分子表面不带电
C. 蛋白质分子表面大量的疏水基团 D. 蛋白质分子表面有电荷层
E. 蛋白质溶液黏度大
30. 化学烫发过程是()
- A. 蛋白质的变性 B. 蛋白质的断裂
C. α -角蛋白的变性与复性 D. α -角蛋白的彻底变性
E. β -角蛋白的变性
31. 关于肌红蛋白与血红蛋白氧解离曲线的叙述正确的是()
- A. 前者为直角双曲线,后者为 S 状曲线 B. 前者为 S 状曲线,后者为直角双曲线
C. 二者的氧解离曲线均为抛物线 D. 二者的氧解离曲线均为 S 状曲线
E. 二者的氧解离曲线均为直角双曲线
32. 下列病症哪个不属于分子病()
- A. 疯牛病 B. 白化病 C. 蚕豆病 D. 黄疸 E. 镰刀型贫血
33. 下列哪种氨基酸的茚三酮反应显黄色()
- A. 酪氨酸 B. 苯丙氨酸 C. 色氨酸 D. 脯氨酸 E. 苏氨酸
34. 下列哪种方法可检测蛋白质水解程度()
- A. 茚三酮反应 B. 双缩脲反应 C. 考马斯亮兰法 D. 凯氏定氮法 E. 紫外吸收法
35. 形成稳定的肽链空间结构,原因是肽键中的四个原子以及和它相邻的两个 α -碳原子处于()
- A. 不断绕动状态 B. 相对自由旋转状态
C. 随不同外界环境而变化的状态 D. 同一平面
E. 不能自由旋转状态
36. 蛋白质分子中—S—S—断裂的方法是()
- A. 加尿素 B. 透析法 C. 加巯基乙醇 D. 加重金属盐 E. 加强酸
37. 蛋白质空间构象特征主要取决于()
- A. 各种次级键 B. 氨基酸的排列顺序 C. 环境因素

D. 肽键 E. 二硫键

38. 关于蛋白质亚基的叙述正确的是()

A. 一条由 α -螺旋组成的多肽链
C. 每个亚基具有独立的三级结构
E. 以上都不对B. 2 条 α -螺旋组成的多肽链进一步螺旋
D. 亚基必须是由 2 条以上肽链组成

39. 位于跨膜蛋白分子膜间的氨基酸残基的是()

A. 谷氨酸 B. 赖氨酸 C. 苏氨酸

D. 亮氨酸 E. 酪氨酸

40. 可用于蛋白质含量测定的方法是()

A. 紫外分光光度法

B. 双缩脲法

C. Folin-酚法

D. 凯氏定氮

E. 以上都可以

【X 型题】

1. 关于氨基酸正确的是()

A. 酪氨酸和丝氨酸含羟基
C. 半胱氨酸和胱氨酸含巯基
E. 赖氨酸和精氨酸是碱性氨基酸B. 亮氨酸和缬氨酸是支链氨基酸
D. 酪氨酸和苯丙氨酸含苯环2. 蛋白质 α -螺旋形成的条件是()A. 相邻氨基酸残基侧链不能过大
C. 不能连续多个碱性氨基酸
E. 氨基酸残基侧链必须带电荷B. 不能连续多个酸性氨基酸
D. 不能有脯氨酸

3. 肽键平面中不能自由旋转的键有()

A. C=O 双键 B. C α -N 单键 C. C α -C 单键

D. N-H 单键 E. C-N 单键

4. 蛋白质的空间结构有()

A. α -螺旋 B. 模体 C. 结构域

D. 亚基 E. 无规则卷曲

5. 蛋白质分子中的次级键有()

A. 氢键 B. 离子键 C. 肽键

D. 盐键 E. 疏水作用

6. 关于分子伴侣的叙述正确的是()

A. 是一种非蛋白质
C. 不能纠正折叠错误的肽链
E. 指导二硫键正确配对B. 可帮助肽链正确折叠
D. 参与蛋白质四级结构的形成

7. 电泳分离蛋白质时,泳动速度与下列哪些因素有关()

A. 蛋白质中酸、碱性氨基酸的含量
C. 蛋白质的分子量
E. 电场强度B. 蛋白质的形状
D. 电泳溶液的 pH 值

8. 在分离纯化蛋白质中下列哪些方法只与蛋白质分子的大小有关()

A. 电泳 B. SDS-PAGE C. 凝胶过滤

D. 透析 E. 离子交换层析

9. 下列哪些氨基酸是蛋白质合成后加工产生的()

A. 脯氨酸 B. 羟脯氨酸 C. 赖氨酸

D. 羟赖氨酸 E. 胱氨酸

10. 锌指结构属于下列哪种结构()

A. 二级结构 B. 三级结构 C. 结构域

D. 模体 E. 四级结构

11. 关于谷胱甘肽的叙述正确的是()

A. 一种三肽物质
C. 由谷氨酸、胱氨酸和甘氨酸缩合而成的
E. 是一种蛋白质B. 一种还原剂
D. 含有一个巯基功能团

12. 关于球状蛋白质的叙述错误的是()

A. 球状蛋白质均为球状的无规则卷曲

B. 球状蛋白质是由 α -螺旋组成的

- C. 球状蛋白质表面多为疏水基团 D. 球状蛋白质表面多为亲水基团
E. 球状蛋白质一般属于水溶性蛋白
13. 关于胰岛素的叙述正确的是()
A. 由 2 条肽链组成的 B. 含 51 个氨基酸残基
C. 2 条肽链以氢键相连 D. 胰岛素原是由一条肽链组成的
E. 胰岛素是胰岛素原水解产生的
14. 关于结构域的叙述错误的是()
A. 结构域具有特定的功能 B. 一个蛋白质可有数个结构域
C. 每个蛋白质都有结构域 D. 是一种特殊的三级结构
E. 与亚基功能相似
15. 无规则卷曲在下列哪些结构中出现()
A. 一级结构 B. 二级结构 C. 三级结构 D. 四级结构 E. 结构域
16. 关于蛋白质四级结构的叙述错误的是()
A. 由 2 个以上亚基组成 B. 亚基间共价结合
C. 变性时只是亚基解聚 D. 亚基间非共价键聚合
E. 以上都不对
17. 关于血红蛋白的叙述正确的是()
A. 由 4 个不同的亚基组成 B. 由 2 种亚基 4 条多肽链组成
C. 是一种具有四级结构的蛋白质 D. 与氧结合具有协同效应
E. 与肌红蛋白结构相似
18. 下列哪些蛋白质不具有四级结构()
A. 肌红蛋白 B. 血红蛋白 C. 胶原蛋白 D. 乳酸脱氢酶 E. 胰岛素
19. 氨基酸与蛋白质性质相同的有()
A. 两性解离 B. 紫外吸收 C. 双缩脲反应 D. 茚三酮反应 E. 变性
20. 关于疯牛病的叙述正确的是()
A. 疯牛病是由朊病毒蛋白引起的 B. 疯牛病是由于 DNA 突变引起的
C. 由于蛋白构象改变引起的 D. 疯牛病具有遗传性
E. 以上都不对

(二) 填空题

- 在中性溶液中带正电的氨基酸是____,带负电的氨基酸是____。
- 组成天然蛋白质只有 20 种氨基酸因为____,均为____型氨基酸(除 Gly 外)。
- 氨基酸的解离方式取决于____。
- 在 280nm 处有最大吸收峰的氨基酸是____。
- 蛋白质的一级结构主要化学键有____和____。
- 蛋白质的二级结构就是____原子的相对空间位置。
- 蛋白质的二级结构主要形式有____,维持其稳定的化学键是____。
- 蛋白质的三级结构是指____原子在空间的排布位置,维持其稳定的化学键是____。
- 蛋白质的功能与其三级结构密切相关,而特定三级结构是以____为基础的。
- 溶液的 $\text{pH} > \text{pI}$, 蛋白质带____电荷,反之则带____电荷。
- 阻断蛋白质颗粒的相互聚集的因素是____和____。
- 蛋白质的变性的实质是____断裂,____不改变。
- 蛋白质与氨基酸都有的反应是____,蛋白质特有的反应是____。
- 电泳时泳动速度与蛋白质____和____有关。
- 透析是因为蛋白质分子量较大不易透过____,用透析袋可把大分子蛋白质与小分子化合物(如 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 、 NaCl)分开。

16. 蛋白质变性 沉淀, 沉淀的蛋白质 变性, 变性蛋白质 凝固, 凝固的蛋白质 变性。

17. 蛋白质空间构象的正确形成, 除主要取决于 肽链主链 外, 还需 侧链基团 参与。

18. 用凝胶过滤分离蛋白质时, 最先洗脱下来的蛋白质分子量最 大, 最后洗脱下来的蛋白质分子量最 小。

19. 胞质中的蛋白质分子表面主要排布 亲水 氨基酸残基, 分子内部主要是 疏水 氨基酸残基。

20. 蛋白质具有多种构象是因为肽链主链的 肽键 和 二硫键 能进行转动。

(三) 问答题

1. 比较蛋白质一、二、三、四级结构的特点。

2. 举例说明蛋白质结构与功能的关系。

3. 蛋白质变性的实质是什么?

4. 请举出三种测定蛋白质分子量的方法, 并简述其原理。

5. 凝胶过滤与 SDS-PAGE 都是根据分子大小对蛋白质进行分级分离的, 且都使用交联聚合物作为支持介质。为什么在凝胶过滤时小分子比大分子更易滞留, 而在 SDS-PAGE 中情况则相反?

6. 一种分子量为 24 000、pI 为 5.5 的酶被一种分子量类似、但 pI 为 7.0 的蛋白质和另外一种分子量为 100 000、pI 为 5.4 的蛋白质污染。提出一种纯化该酶的方案。

7. 请根据下面的信息确定蛋白质的亚基组成:

◆用凝胶过滤测定, 分子质量是 200ku;

◆用 SDS-PAGE 测定, 分子质量是 100ku;

◆在 β -巯基乙醇存在下, 用 SDS-PAGE 测定, 分子质量是 40ku 和 60ku。



九、参考答案

(一) 选择题

【A 型题】

1. A 2. E 3. B 4. D 5. C 6. B 7. B 8. C 9. E 10. C 11. C
12. E 13. D 14. A 15. C 16. C 17. E 18. C 19. E 20. D 21. B 22. B
23. D 24. A 25. C 26. D 27. C 28. D 29. D 30. C 31. A 32. D 33. D
34. B 35. D 36. C 37. B 38. C 39. D 40. E

【X 型题】

1. ABDE 2. ABCD 3. ADE 4. ABCDE 5. ABDE 6. BDE 7. ABCDE
8. BCD 9. BDE 10. AD 11. ABD 12. ABC 13. ABDE 14. CDE
15. BCDE 16. BCE 17. BCD 18. ACE 19. ABD 20. ACD

(二) 填空题

1. Lys、Arg、His Glu、Asp

2. 遗传密码只编码了 20 种氨基酸 L

3. 所处溶液的酸碱度

4. Trp 和 Tyr

5. 肽键 二硫键

6. 局部肽链主链骨架

7. α -螺旋、 β -折叠、 β -转角、无规则卷曲 肽键间的氢键

8. 整条肽链所有 疏水作用、离子键(盐键)、氢键、Van der Waals 力等

9. 氨基酸序列

10. 负 正

11. 蛋白质分子表面的水化膜 蛋白质分子表面带电荷

12. 二硫键和次级键 一级结构