



生命科学学习指导与考研指南系列

Animal Biochemistry 动物生物化学

精要 · 题解 · 测试

刘维全 主编

刘芃芃 高士争 王吉贵 副主编

学习的目的绝不是为了考试，
考试的目的是为了更好地学习！



化学工业出版社
农业科技出版中心



生命科学学习指导与考研指南系列

Animal Biochemistry 动物生物化学

精要 · 题解 · 测试



刘维全 主编

刘芃芃 高士争 王吉贵 副主编



化学工业出版社
农业科技出版中心

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

动物生物化学 精要·题解·测试/刘维全主编. —北京:
化学工业出版社, 2006.5

(生命科学学习指导与考研指南系列)

ISBN 7-5025-8799-3

I. 动… II. 刘… III. 动物学: 生物化学-高等学校-自学
参考资料 IV. Q5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 054489 号

生命科学学习指导与考研指南系列

动物生物化学

精要·题解·测试

刘维全 主编

刘芃芃 高士争 王吉贵 副主编

责任编辑: 邵桂林

责任校对: 李 林

封面设计: 史利平

*

化学工业出版社 出版发行
农业科技出版中心

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

购书咨询: (010)64982530

(010)64918013

购书传真: (010)64982630

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

北京云浩印刷有限责任公司印装

开本 720mm×1000mm 1/16 印张 13 字数 284 千字

2006 年 7 月第 1 版 2006 年 7 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-8799-3

定 价: 24.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

前言

动物生物化学是高等农业院校畜牧、兽医等专业的专业基础课之一，也是这些专业研究生入学考试的必考课程。为适应近年来研究生入学考试的需要，满足广大考生学好、考好动物生物化学的需求，特编写了《动物生物化学 精要·题解·测试》。

本书的章节次序、基本内容等均是以前全国高等农业院校统编教材《动物生物化学》第四版（邹思湘主编，中国农业出版社，2005年）为基础编写而成的，但考虑到近年来考研试题的难度和深度不断提高，今后一段时间内，这种难度和深度还会进一步加大的实际情况，在某些方面做了适当的扩展和加深。

全书共分23章，前21章的每章首先介绍该章的内容提要，简明扼要地介绍了教材中该章的基本内容，并指出其中的重点和难点内容，以便同学们在学习过程中给予足够的重视；随后针对该章的难点问题、易混淆的问题、综合分析性问题及可能最易出的题型，分别给出3~5个例题及其解析，培养读者的解题思路，教授解题方法；每章最后附1~3套练习题和参考答案。第22章为8套综合练习题。第23章为近年来部分高等农业院校的《动物生物化学》研究生入学考试真题。对全部练习题中的名词解释、填空题、选择题、判断题等，均给出参考答案，而对简答题和论述题，则只给出答案要点或答题思路。

应当注意，本书主旨之一虽为考研辅导，但其目的并不是猜题、押题，而是帮助大家全面、完整、准确地理解和掌握有关动物生物化学的基本概念、基本理论和技术，希望同学们特别是欲参加研究生入学考试的同学，在学好教材的基础上充分利用本书，这样才会获得更大的提高，并可能取得优异的成绩。

在本书的编写过程中，得到了中国农业大学生物学院齐顺章教授、刘芃芃副教授和南京农业大学邹思湘教授的大力支持和帮助。齐顺章教授不顾年事已高，对本书的编写始终给予了高度关注。刘芃芃副教授对本书的内容和编排方式提出了许多建设性建议，并提供了部分综合练习题和中国农业大学近年来的动物生物化学研究生入学试题。邹思湘教授作为《动物生物化学》第四版的主编，欣然同意以该书为蓝本，并采用其编排思路和大量基本内容。在此向各位前辈们的大力支持表示由衷的感谢！部分高等农业院校欣然同意将近几年的动物生物化学研究生入学考试题附在本书中，为本书增添了色彩和内容，向上述学校及相关领导表示诚挚的谢意！在编制练习题的过程中，参考了有关生化习题集和网络资料。本人的博士研究生孙绍光、杨淑艳、顾玲、洪燕和吕健等在资料收集、习题的编制及文字录入等方面做了大量的具体工作，在此一并表示由衷的感谢！

本书主要是供相关专业欲参加研究生入学考试的学生使用，也可供学习《动物生物化学》的本科生学习参考，或供有关教师教学时参考。

由于编者水平所限，加之编写时间又很紧，书中定会有许多不妥甚或错误之处，望广大读者提出宝贵意见。

刘维全
2006年5月

目 录

第1章 绪论..... 1

【内容提要】 1

【重点难点】 1

【目的要求】 1

【例题解析】 2

【练习题】 2

【参考答案】 2

第2章 生命的化学特征 4

【内容提要】 4

【重点难点】 4

【目的要求】 4

【例题解析】 4

【练习题】 5

【参考答案】 5

第3章 蛋白质 7

【内容提要】 7

【重点难点】 8

【目的要求】 8

【例题解析】 8

【练习题一】 9

【参考答案一】 11

【练习题二】 13

【参考答案二】 15

【练习题三】 18

【参考答案三】 20

第4章 核酸化学 23

【内容提要】 23

【重点难点】 24

【目的要求】 24

【例题解析】 25

【练习题】 26

【参考答案】 27

第5章 糖类 30

【内容提要】 30

【重点难点】 31

【目的要求】 32

【例题解析】 32

【练习题】 32

【参考答案】 33

第6章 生物膜与物质运输 36

【内容提要】 36

【重点难点】 38

【目的要求】 38

【例题解析】 38

【练习题】 38

【参考答案】 39

第7章 生物催化剂——酶 42

【内容提要】 42

【重点难点】 43

【目的要求】 43

【例题解析】 43

【练习题一】 44

【参考答案一】 46

【练习题二】 48

【参考答案二】 50

【练习题三】 52

【参考答案三】 54

第 8 章 糖代谢	57	【目的要求】	90
【内容提要】	57	【例题解析】	90
【重点难点】	58	【练习题】	92
【目的要求】	58	【参考答案】	93
【例题解析】	58	第 13 章 DNA 的生物合成——	
【练习题一】	59	复制	96
【参考答案一】	61	【内容提要】	96
【练习题二】	64	【重点难点】	97
【参考答案二】	66	【目的要求】	97
第 9 章 生物氧化	68	【例题解析】	97
【内容提要】	68	【练习题】	97
【重点难点】	69	【参考答案】	100
【目的要求】	69	第 14 章 RNA 的生物合成——	
【例题解析】	69	转录	105
【练习题】	69	【内容提要】	105
【参考答案】	71	【重点难点】	105
第 10 章 脂代谢	74	【目的要求】	105
【内容提要】	74	【例题解析】	106
【重点难点】	74	【练习题】	106
【目的要求】	75	【参考答案】	108
【例题解析】	75	第 15 章 蛋白质的生物合成——	
【练习题】	75	翻译	112
【参考答案】	79	【内容提要】	112
第 11 章 含氮小分子的代谢 ..	83	【重点难点】	113
【内容提要】	83	【目的要求】	113
【重点难点】	83	【例题解析】	114
【目的要求】	84	【练习题】	114
【例题解析】	84	【参考答案】	117
【练习题】	84	第 16 章 基因表达的调节	122
【参考答案】	87	【内容提要】	122
第 12 章 物质代谢的联系与		【重点难点】	123
调节	90	【目的要求】	124
【内容提要】	90	【例题解析】	124
【重点难点】	90	【练习题】	124
		【参考答案】	127

第 17 章 核酸技术	129	【例题解析】	146
【内容提要】	129	【练习题】	147
【重点难点】	130	【参考答案】	148
【目的要求】	130	第 21 章 乳和蛋的化学组成和形成	150
【例题解析】	130	【内容提要】	150
【练习题】	131	【重点难点】	150
【参考答案】	133	【目的要求】	150
第 18 章 水、无机盐代谢及酸碱平衡	135	【例题解析】	150
【内容提要】	135	【练习题】	151
【重点难点】	135	【参考答案】	151
【目的要求】	136	第 22 章 综合练习题	152
【例题解析】	136	【综合练习题一】	152
【练习题】	136	【参考答案一】	154
【参考答案】	138	【综合练习题二】	155
第 19 章 血液化学	140	【参考答案二】	157
【内容提要】	140	【综合练习题三】	159
【重点难点】	140	【参考答案三】	161
【目的要求】	140	【综合练习题四】	163
【例题解析】	140	【参考答案四】	165
【练习题】	141	【综合练习题五】	168
【参考答案】	142	【参考答案五】	170
第 20 章 一些器官和组织的生物化学	145	【综合练习题六】	172
【内容提要】	145	【参考答案六】	174
【重点难点】	145	【综合练习题七】	177
【目的要求】	146	【参考答案七】	179
第 23 章 部分高等农业院校近年《动物生物化学》研究生入学考试试题	186	【综合练习题八】	181
中国农业大学 2006 年研究生入学考试试题	186	【参考答案八】	183
中国农业大学 2005 年研究生入学考试试题	187		
南京农业大学 2005 年硕士研究生入学考试试题	188		
南京农业大学 2001 年硕士研究生入学考试试题	189		
云南农业大学 2004 年硕士研究生招生入学考试试题	190		

云南农业大学 2003 年硕士学位研究生入学考试试题	191
东北农业大学 2003 年硕士学位研究生入学考试试题	192
东北农业大学 2002 年硕士学位研究生入学考试试题	193
莱阳农学院 2006 年硕士研究生招生入学考试试题	194
莱阳农学院 2005 年硕士研究生招生入学考试试题	196

第1章 绪论

【内容提要】

生物化学是生命的化学。它是一门以物理、化学及生物学的理论和方法在细胞与分子水平上研究生物体的化学组成与结构、生命活动过程中的化学变化规律,以及这些化学变化与生理功能的关系的科学。以动物为研究对象的生物化学称为动物生物化学。

生命物质的结构包括:构成生命的元素,生物小分子,生物大分子,亚细胞,细胞,组织,器官,生命有机体等8个层次。

生物化学的主要研究内容包括3个方面。第一,生命的化学组成、生物分子,特别是生物大分子的结构、相互关系及其功能。以生命物质结构层次中的前3个层次作为主要研究对象,特别是对生物大分子结构和功能的研究,将永远是生物化学的核心课题。第二,细胞中的物质代谢和能量代谢,又称中间代谢(intermediary metabolism),也就是细胞中进行的化学反应过程。它们是由许多代谢途径(metabolic pathway)构成的网络。代谢途径指的是由酶(enzyme)催化的一系列定向的化学反应,包括合成代谢和分解代谢。细胞中几乎所有的反应都是由酶催化的。第三,组织和器官机能的生物化学。生命有机体是一个统一协调的整体。在分子水平、细胞和组织水平,以及整体水平上全面、系统地认识动物组织器官生理机能、它们之间的联系、动物与环境互作的机制,同样也是生物化学的研究内容之一。

生物化学的发展经历了经验观察、静态、动态和分子水平等4个不同的研究阶段,其他学科如化学、微生物学、遗传学、细胞学及其他相关技术科学的进步也极大地促进了生物化学学科的发展。进入20世纪末,以生物大分子为中心的结构生物学、基因组学与蛋白质组学、生物信息学等研究显示出无比广阔的前景,现代生物化学正从各个方面融入生命科学发展的主流当中,同时也为动物饲养和疾病防治提供了必不可少的基本理论和研究技术。

【重点难点】

1. 动物生物化学的含义、任务和主要内容。
2. 动物生物化学的发展简史。

【目的要求】

1. 掌握动物生物化学的含义、主要研究内容和发展历史。
2. 了解动物生物化学在动物生产与健康中的地位和作用。

【例题解析】

例1 什么是生物化学的核心课题?

解析: 因为细胞的组织结构、生物催化、物质运输、信号传递、代谢调节以及遗传信息的储存、传递与表达等无不都是通过生物大分子及其相互作用来实现的, 而生物大分子巨大的分子量、复杂的空间结构又使它们具备了执行各种各样的生物学功能的本领, 所以, 生物大分子的结构与功能的研究永远是生物化学的核心课题。

例2 ①目前已经发现的第二信使有哪些? ②已揭示的细胞跨膜信号传递通路都有哪些?

解析: ① 环腺苷酸 (cAMP)、环鸟苷酸 (cGMP)、肌醇三磷脂 (IP_3)、甘油二酯 (DG)、 Ca^{2+} 和 NO 等。

② G 蛋白偶联的受体信号系统, 包括蛋白激酶 A 系统 (PKA)、蛋白激酶 G 系统 (PKG)、蛋白激酶 C 系统和 IP_3 - Ca^{2+} /钙调蛋白激酶系统; 受体酪氨酸蛋白激酶 (TPK) 信号转导系统。

【练习题】

一、名词解释

1. 代谢途径 (metabolic pathway);
2. 合成代谢 (anabolism);
3. 分解代谢 (catabolism);
4. 蛋白质组学 (proteomics);
5. 基因工程 (genetic engineering)。

二、简答题

1. 什么是生物化学?
2. 生命物质的结构层次有哪些?
3. 生物化学经历了哪几个发展阶段? 各个时期研究的主要内容是什么? 试举各时期 1~2 例。

【参考答案】

一、名词解释

1. 代谢途径 (metabolic pathway): 细胞内由酶催化的一系列定向的、彼此相关联的化学反应, 共同组成一个代谢途径, 负责某种物质的化学合成或分解, 完成特定的生理功能。
2. 合成代谢 (anabolism): 将小分子的前体经过特定的代谢途径, 构建成较大的分子并且消耗能量的化学反应。
3. 分解代谢 (catabolism): 是指将较大的分子经过特定的代谢途径, 分解成小的分子并且释放能量的化学反应。
4. 蛋白质组学 (proteomics): 以某种细胞或组织内全部蛋白质为研究对象, 通过对其分离、纯化, 分别研究其结构、功能及相互关系, 这样一门学科就称之为蛋白质组

学。它是后基因组时代的主要研究内容之一。

5. 基因工程 (genetic engineering): 根据人们的意愿, 利用工程设计的方法, 在体外将克隆获得的目的基因与适当的载体进行切割和连接, 构建正确的重组表达载体, 再应用物理的、化学的或生物学的方法将该表达载体导入到细菌、动植物体细胞或受精卵中, 使目的基因在细胞或宿主体内以瞬时方式或稳定方式进行表达, 借此研究目的基因的结构与功能, 或获得该基因的表达产物。这一过程就是基因工程, 也称作遗传工程。广义上, 转基因动物、克隆、基因打靶、基因组计划等均属于基因工程的范畴。

二、简答题

1. 答: 生物化学是生命的化学。它是一门以

物理、化学及生物学的理论和方法在细胞与分子水平上研究生物体的化学组成与结构、生命活动过程中的化学变化规律,以及这些化学变化与生理功能的关系的科学。

2. 答:生命物质的结构包括构成生命的元素、生物小分子、生物大分子、亚细胞结构、细胞、组织、器官、生命有机体等8个层次。

3. 答:根据研究内容和研究水平,结合大致的发展时期,可将动物生物化学的发展历史划分为以下4个不同的阶段。

(1) 经验观察阶段(19世纪之前) 这一阶段主要是人们对生产或生活中的一些生化现象进行观察、总结,并将其中的某些经验成功地应用到生产或生活实践中。例如,公元前22世纪,酿酒——前14世纪盛行饮酒;公元前12世纪,发酵制酱;公元前6世纪,地方性甲状腺肿——瘰病,到公元4世纪,可用海带治疗之;维生素A缺乏症(夜盲症)和维生素B缺乏症(脚气病),可分别用动物肝脏和米糠粥治疗。

(2) 静态生物化学阶段(19~20世纪初) 这一阶段生物化学作为一门独立的学科已经诞生,人们开始利用简单的物理或化学方法有目的地进行生物化学研究,如1828年F. Wohler的开创性工作,他在实验室里,用无机物氰酸铵合成出了脲。1897年,德国科学家Eduard和Hans Buchner兄弟利用破碎了的(死了的)酵母细胞的抽提液实现了把糖转变为酒精的发酵过程。1926年, J. Sumner从刀豆中分离到了能催化脲分解的脲酶(urase),并证明它是蛋白

质。这一阶段的主要特点是以分析生物体的化学组成为主要研究内容。具体包括组成生物体的化学元素、生物分子,特别是生物大分子的结构、相互关系及其功能等。

(3) 动态生物化学阶段(19世纪末~20世纪中叶) 这一阶段以物质和能量代谢为主要研究内容。借助于离体器官、组织匀浆、切片或精制酶等方法研究生物组成物质的代谢变化、生物活性物质在代谢中的作用,以及代谢过程中的能量变化。代表性的事例有:19世纪末,李比希首次提出“新陈代谢”的概念;1887年,霍佩赛勒首次提出“生物化学”的概念;1937年,克雷伯斯提出三羧循环、鸟氨酸循环;1940年,恩伯顿、迈耶霍夫提出无氧酵解。

(4) 分子水平研究阶段(20世纪中叶~现在) 20世纪中叶,以沃森(James Watson)和克里克(Francis Crick)提出的DNA双螺旋结构模型为标志,生命科学的研究进入了分子生物学时代。特别是生物大分子的研究,取得了突飞猛进的发展,例如:在蛋白质方面,1955年Sanger完成了牛胰岛素的氨基酸序列分析(51个氨基酸);1965年我国首次人工合成有生物学活性的牛胰岛素。在核酸方面,1953年沃森(James Watson)和克里克(Francis Crick)提出了DNA双螺旋结构模型;1990年人类基因组计划开始实施,并于2001年宣布完成;从2000年开始进入了后基因组时代,具体研究内容包括功能基因组学、蛋白质组学、比较基因组学等。

第2章 生命的化学特征

【内容提要】

构成生命物质的化学元素约有 30 种。根据含量，主要有氢、氧、碳和氮，约占细胞物质总量的 99%；其次是硫和磷，还有微量的钠、钾、氯、钙、镁、铁、铜等，都是生命活动所必需的。这些元素之间主要以稳定的共价键相互联系，形成多种形态结构不同的分子。除了共价键以外，氢键、离子键、范德华力和疏水作用力等可逆的非共价相互作用也发挥了重要的功能。

生物大分子共有 4 种：蛋白质、核酸、多糖和脂类。组成生物蛋白质的基本单位是氨基酸，共有 20 种；核酸包括脱氧核糖核酸（DNA）和核糖核酸（RNA）两种，分别由 4 种单脱氧核糖核苷酸和 4 种核糖核苷酸组成；葡萄糖可以作为单体聚合成多糖（动物体内为糖原，植物体内为纤维素或淀粉）。细胞的膜结构由磷脂分子装配而成。这些生物大分子是生命活动的物质基础。

生物体的各种生理活动都需要能量。动物从环境摄取代谢物质，使其氧化分解，并通过电子流动实现能量的转换，转移到 ATP 等高能磷酸化合物分子中，利用高能磷酸键水解时或转移时释放的自由能推动偶联的代谢反应。细胞中的绝大多数化学反应都由酶催化。

水分子的极性结构、自身高度的亲和性和优良的溶剂性能使其成为几乎所有生物化学过程的介质。没有水，就没有生命。

【重点难点】

1. 生物大分子与化学键。
2. 生命有机体中的化学反应特点。
3. 生物能量学。

【目的要求】

1. 掌握生命物质的元素组成、生物大分子的种类和主要功能。
2. 掌握维系生物大分子的化学键种类及作用。
3. 掌握生物化学反应的能量来源。
4. 了解水在生命活动过程中的作用。

【例题解析】

例 1 判断对错。

1. 氢键可以存在于带电荷的和不带电荷的分子之间。()
2. 带有相反电荷的基团之间的距离越小, 产生的离子键作用力就越大。()

解析: 本题考查存在于生物分子中的共价键与非共价键的性质。

1. 对。在一个氢键中有 2 个其他的原子分享 1 个氢原子, 这两个原子可以带电荷也可以不带电荷。

2. 错。两个基团间产生最适静电引力有个最适距离, 并不是距离越小作用力越大。

例 2 与生物大分子结构有关的下列说法中, 哪一个是错误的?()

- ① 共价键是有方向的, 平均长度是固定的;
- ② 氢键是有方向的, 平均长度固定;
- ③ 离子键或是相互吸引的, 或是相互排斥的;
- ④ 疏水作用力是有方向的, 也有固定的平均长度

解析: ④ 是错误的。疏水作用力是排斥水, 而不是提供一种专门的“键”。

例 3 什么是能量偶联反应? 它有什么意义?

解析: 能量偶联反应是指在生命有机体中, 一个放能的反应与一个耗能的反应偶联, 以推动原本不能进行的反应。这符合能量守恒定律, 将放能反应与耗能反应相偶联是生命系统能量交换的核心。

【练习题】

一、名词解释

1. 生物大分子 (biological macromolecules);
2. 自由能 (free energy);
3. 生物能量学 (bioenergetics);
4. 氢供体 (hydrogen donor);
5. 高能磷酸化合物 (high-energy phosphated compound)。

二、填空题

1. 构成蛋白质、核酸、糖类和脂类的主要元素有 _____、_____、_____和_____。
2. 从根本上说, 有机分子是由 _____ 连在一起的。生物分子间的非共价相互作用是执行其功能的关键, 这些相互作用包括 _____、_____、_____和_____。
3. 生物体内的高能磷酸化合物主要包括 _____、_____、_____、_____。
4. 生物体内水的存在方式有 _____ 和 _____。

三、简答题

1. 生物分子中的化学键主要有哪些? 它们各起什么样的作用?
2. 生物体内的能量主要以什么方式存在?
3. 生物化学反应的特点有哪些?
4. 为什么说没有水就没有生命?

【参考答案】

一、名词解释

1. 生物大分子 (biological macromolecules): 由于生命活动极其复杂, 要求参与其过程的许多分子也非常大。如 DNA, 即便是小小的大肠杆菌, 它的 DNA 分子量也有 2.2×10^9 。一个典型的蛋白质分子的分子量也有

50000 左右, 有些蛋白质的分子量达到几十万、几百万。生物机体中这些巨大的分子称为生物大分子 (biological macromolecules), 包括蛋白质、核酸、多糖和脂类。

2. 自由能 (free energy): 自发过程中能用于做功的能量称为自由能。

3. 生物能量学 (bioenergetics): 是研究生命有机体传递和消耗能量的过程, 阐明能量的转换和交流的基本规律的一门科学。
4. 氢供体 (hydrogen donor): 氢键中与氢原子联系较为密切的原子称为氢供体。
5. 高能磷酸化合物 (high-energy phosphated compound): ATP 等含有高能磷酸键的化合物称为高能磷酸化合物。

二、填空题

1. 氢, 氧, 碳, 氮
2. 共价键, 氢键, 离子键, 范德华力, 疏水作用力
3. ATP, GTP, CTP, UTP
4. 自由水, 结合水

三、简答题

1. 答: 氢键、离子键、范德华力和疏水作用力。氢键可以存在于带电荷和不带电荷的分子之间。离子键是生物分子中带有相反电荷的基团之间通过静电引力的相互作用。范德华力通常发生在两个原子之间的距离为 $0.3 \sim 0.4\text{nm}$ 的范围内, 虽然它比离子键和氢键要弱得多, 但并不因此而变得无足轻重。从本质上讲, 范德华力也是静电引力所致。疏水力在蛋白质多肽链的空间折

叠、生物膜的形成、生物大分子之间的相互作用以及酶对底物分子的催化过程中常起着关键作用。

2. 答: 主要以高能磷酸化合物的方式存在。这些化合物主要包括 ATP、GTP、CTP、UTP。
3. 答: 能量偶联, 效率高, 在水介质中进行。
4. 答: 水是动物体内含量最多的物质, 一般占体重的 $60\% \sim 70\%$ 。动物体内的水以两种形式存在, 即自由水和结合水。自由水流动性大, 可进出血液、组织、细胞内外。结合水是指与蛋白质、多糖和磷脂等紧密结合的水, 因而其流动性低, 溶解能力也降低。

所有生命物质均以不同方式溶入水中或与之结合, 这是水的最重要的生物功能。其次是运输功能, 参与物质、能量及信息的交流。另外, 水对于维持体温恒定也很重要。水分子是极性分子, 极易形成氢键, 直接参与许多代谢反应。总之, 由于水分子的极性结构、自身高度的亲和性和优良的溶剂性, 使其成为几乎所有生物化学过程的介质。

第3章 蛋白质

【内容提要】

蛋白质是生物体内最重要的生物大分子之一，其种类繁多，结构复杂，功能多样，几乎参与生命活动的每个过程，是生命特征的体现者。

L- α -氨基酸是构成生物蛋白质的基本结构单位，共有 20 种。氨基酸之间通过肽键连接成多肽链。1 条或几条多肽链进一步盘曲、折叠和缠绕，就形成了蛋白质。

蛋白质的结构层次包括一级结构、二级结构、超二级结构、结构域、三级结构和四级结构，其中二级结构至四级结构统称为立体结构，又称为构象。一级结构是蛋白质结构层次体系的基础，它是决定更高层次结构的主要因素，也就是说一级结构决定高级结构。一级结构相似的蛋白质，其构象也往往相似。这是蛋白质结构组织的基本原理。

蛋白质的一级结构是指肽链中的氨基酸种类、数量和排列顺序，它是由编码它的基因决定的。不同蛋白质具有不同的一级结构。其内容包括：①多肽链的数目；②每一条多肽链中末端氨基酸的种类；③链内和链间二硫键的位置和数目；④多肽链中氨基酸的数目、种类和排列顺序。蛋白质的一级结构可通过 Edman 降解法进行测定。

二级结构是指主链局部有规则的空间排布，通常由氢键维持。右手 α -螺旋和平行或反平行的 β -折叠是最主要的二级结构。

相邻二级结构常组合成特定的超二级结构，并进一步形成相对独立的、更大的球状结构单位，称为结构域。不同结构域之间以共价键相连。

三级结构是指整个多肽链折叠成的紧密的球形结构，表面通常是亲水的，内部是疏水的。三级结构涉及分子中所有的原子和基团的空间排布，是蛋白质发挥功能所必需的。

四级结构是指由两个或两个以上多肽链组装的寡聚蛋白中亚基的排布。亚基间通过离子键、疏水作用力等非共价键相互作用。

多肽、蛋白质的结构与其功能有密切的关系。对于一些小的多肽，尽管其分子中也包含一定的立体结构，对其生物学功能有一定的影响，但小肽的立体结构通常不稳定。所以，多肽的一级结构是决定其生物学功能的关键。但大分子蛋白质的生物学功能是由构象决定的，同功蛋白通常具有类似的构象。

高温、强酸、强碱等理化因素能破坏蛋白质的天然构象，并导致生物活性丧失，称为变性。变性蛋白在一定条件下恢复天然构象的过程称为复性。另外，寡聚蛋白能够通过变构，改变其生物学功能，称为变构效应。变性和变构效应说明蛋白质的构象对其生物学功能至关重要。

L- α -氨基酸和由其组成的蛋白质均为两性电解质分子，二者在理化学性质上，既有

相似之处，又有各自的特点。根据蛋白质的理化性质，可以将其从生物材料中分离提取出来，获得一定纯度的纯品。

【重点难点】

1. 蛋白质的分子组成。
 - (1) 蛋白质的基本组成单位——氨基酸的结构、分类和理化性质。
 - (2) 肽键、肽平面和肽链。
2. 蛋白质的结构层次及相互关系。
 - (1) 蛋白质的一级结构：多肽链的基本结构。
 - (2) 蛋白质的空间结构：二级结构、超二级结构、结构域、三级结构、四级结构。
3. 蛋白质结构与功能的关系。
4. 蛋白质的理化性质及提取纯化的一般步骤。

【目的要求】

1. 掌握蛋白质的化学组成、基本结构单位和结构层次。
2. 掌握蛋白质的各结构层次与生物学功能之间的关系。
3. 掌握氨基酸和蛋白质的重要理化性质。
4. 了解蛋白质的分类现状、命名规则及其重要的生物学功能。
5. 了解生物体内重要活性肽的结构与功能的关系。

【例题解析】

例 1 将一个氨基酸结晶加入到 pH7.0 的纯水中，得到了 pH6.0 的溶液，问此氨基酸的等电点是大于 6.0、小于 6.0、还是等于 6.0？

解析：本题主要考查氨基酸等电点的定义。氨基酸处于净电荷为 0 时的溶液 pH 值，称为该氨基酸的等电点，用 pI 表示。

由于氨基酸的加入使水的 pH 值由 7.0 下降到 6.0，溶液中 H^+ 浓度增加了，而这些增加 H^+ 的唯一来源是由氨基酸解离下来的，由于氨基酸的解离释放了 H^+ ，所以此时氨基酸必带上了负电荷。要使此氨基酸所带的净电荷为 0，则必须向溶液中加入 H^+ 。加入 H^+ 后溶液的 pH 一定小于 pH6.0。故此氨基酸的 $pI < 6.0$ 。

例 2 计算天冬氨酸 ($pK_1=2.09$, $pK_2=3.86$, $pK_3=9.82$) 的 pI 值。

解析：根据等电点的定义，计算氨基酸的等电点，只需要找出净电荷为零的解离状态，然后，取其两边的 pK 值的平均值即可。

天冬氨酸解离如下：

