

马文丽 主 编
欧阳鸿 彭翼飞 吴捷莉 朱丽娜 副主编

分子生物学 考研辅导与题解

FENZI SHENGWUXUE
KAOYAN FUDAO YU TIJIE

★ 掌握要点，顺利通过考试 ★

★ 语言精炼，概括各章知识点 ★

★ 模拟试题，积累考试经验 ★

★ 重要相关人物，扩展视野 ★



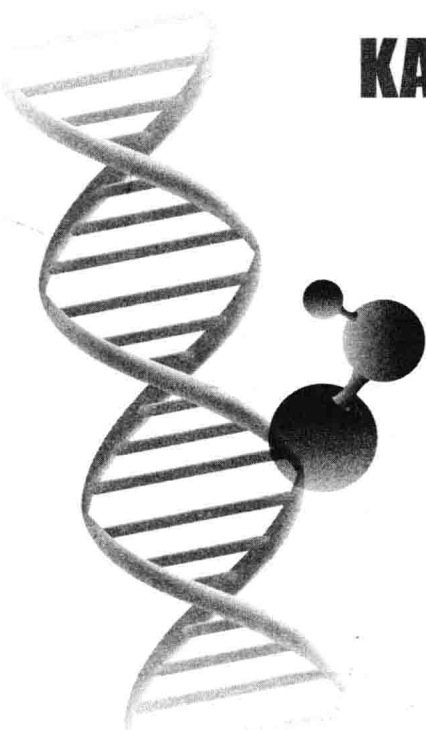
化学工业出版社

马文丽 主 编
欧阳鸿 彭翼飞 吴捷莉 朱利娜 副主编

分子生物学

考研辅导与题解

FENZI SHENGWUXUE
KAOYAN FUDAO YU TIJIE



化学工业出版社

· 北 京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

分子生物学考研辅导与题解/马文丽主编. —北京:
化学工业出版社, 2015. 1
ISBN 978-7-122-22189-6

I. ①分… II. ①马… III. ①分子生物学-研究生-
入学考试-自学参考资料 IV. ①Q7

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 252334 号

责任编辑: 傅四周

装帧设计: 史利平

责任校对: 吴 静

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 装: 三河市万龙印装有限公司

710mm×1000mm 1/16 印张 11½ 字数 221 千字 2015 年 3 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 29.80 元

版权所有 违者必究

编写人员名单

主 编 马文丽

副主编 欧阳鸿 彭翼飞 吴捷莉 朱利娜

编 者 (按姓名汉语拼音顺序排列)

白高波 陈光乐 冀开元 李中辉

梁 兵 马文丽 彭翼飞 乔子君

王 凤 王凌宇 吴捷莉 欧阳鸿

欧阳靖良 朱利娜

前言

PREFACE

自 2003 年人类基因组计划完成以来, 生命科学界及医学界对于从分子水平上认识生命活动的本质, 研究疾病的机理, 开发各种诊断治疗技术, 有了更高的要求。越来越多的医学院校开设了分子生物学课程。同时, 分子生物学也是很多院校及研究机构研究生入学考试的必考科目。

分子生物学从分子水平阐述生命现象, 其知识体系复杂且非常抽象。为了帮助医学和生物学的学生掌握分子生物学的要点, 顺利通过考试, 我们组织有丰富教学经验的老师编写了本书, 请大家在使用本书时注意以下几点。

(1) 学习分子生物学必须以“生物化学”及“细胞生物学”作为基础, 如果学生欠缺这部分知识, 必须完善, 否则很多知识点难以理解, 仅凭死记硬背, 学习效率往往低下。

(2) 本书以比较精炼的语言概括各章知识点; 再辅以相应的习题和解析来强化学习效果。

(3) 书后有模拟试题一套, 可以帮助学生积累考试经验。

(4) 针对某些研究单位对考生的知识面有要求, 本书专门增加了一节介绍重要相关人物在各领域作出过重大贡献的科学家, 方便考生扩展视野。

本书主要适用于医学院校及综合院校生物专业本科生阅读, 也可以作为研究生入学考试复习参考书。对于本书不足之处, 敬请广大师生批评指正。

马文丽

2014 年 12 月

目录

CONTENTS

■ 第一章 基因的结构与功能	1
一、学习要点	1
二、知识要点解析及配套练习	1
三、综合练习与答案及解析	6
■ 第二章 基因组的结构与功能	9
一、学习要点	9
二、知识要点解析及配套练习	9
三、综合练习与答案及解析	13
■ 第三章 DNA 复制	16
一、学习要点	16
二、知识要点解析及配套练习	16
三、本章重要相关人物	24
四、综合练习与答案及解析	24
■ 第四章 DNA 损伤与修复	28
一、学习要点	28
二、知识要点解析及配套练习	28
■ 第五章 基因表达	34
一、学习要点	34
二、知识要点解析及配套练习	34
三、本章重要相关人物	44
四、综合练习与答案及解析	45
■ 第六章 基因表达调控	49
一、学习要点	49
二、知识要点解析及配套练习	49
三、本章重要相关人物	59

四、综合练习与答案	59
■ 第七章 基因组学与蛋白质组学	63
一、学习要点	63
二、知识要点解析及配套练习	63
三、本章重要相关人物	67
■ 第八章 细胞信号转导	68
一、学习要点	68
二、知识要点解析及配套练习	68
三、综合练习与答案及解析	74
■ 第九章 细胞增殖分化的分子机制	76
一、学习要点	76
二、知识要点解析及配套练习	76
三、综合练习与答案	80
■ 第十章 基因变异与疾病	82
一、学习要点	82
二、知识要点解析及配套练习	82
三、综合练习与答案	88
■ 第十一章 细胞异常增生性疾病的分子机制	90
一、学习要点	90
二、知识要点解析及配套练习	90
三、本章重要相关人物	94
四、综合练习与答案	94
■ 第十二章 衰老和老年退行性疾病的分子机制	97
一、学习要点	97
二、知识要点解析及配套练习	97
三、本章重要相关人物	99
四、综合练习与答案	99
■ 第十三章 基因操作	101
一、学习要点	101
二、知识要点解析及配套练习	101
三、本章重要相关人物	115
四、综合练习与答案	116

■ 第十四章 基因诊断	119
一、学习要点	119
二、知识要点解析及配套练习	119
三、综合练习与答案	125
■ 第十五章 基因治疗	129
一、学习要点	129
二、知识要点解析及配套练习	129
三、综合练习与答案	135
■ 第十六章 疾病相关基因的克隆与功能研究	138
一、学习要点	138
二、知识要点解析及配套练习	138
三、综合练习与答案	141
■ 第十七章 基因工程药物与疫苗	142
一、学习要点	142
二、知识要点解析及配套练习	142
三、本章重要相关人物	152
四、综合练习与答案	152
■ 第十八章 分子生物学与药物发现	155
一、学习要点	155
二、知识要点解析及配套练习	155
三、综合练习与答案	160
■ 模拟试题	164
■ 模拟试题答案	174

第一章

基因的结构与功能

一、学习要点

1. 基因——遗传信息储存和遗传的功能单位

(1) 基因的功能单位——核酸

(2) 碱基、核苷、核苷酸的化学结构

(3) 核苷酸分子的连接方式

(4) DNA 分子的一级结构及空间结构

(5) RNA 分子的结构

2. 基因的功能和结构

(1) 结构基因为多肽链和特定 RNA 编码

(2) 结构基因和调控序列

(3) 了解核酸酶

二、知识要点解析及配套练习

(一) 核酸是遗传的物质基础

核酸是一类重要的生物大分子，脱氧核糖核酸主要存在于细胞核内，是遗传信息的储存和携带者，是遗传的物质基础。核糖核酸主要分布在细胞质中，参与遗传信息表达的各过程。RNA 病毒是以 RNA 作为遗传的物质基础。

(二) 核酸的分子结构

1. DNA 分子的一级结构

单核苷酸通过 3', 5'-磷酸二酯键连接成大分子——多核苷酸，DNA 分子中脱氧核苷酸的排列顺序，即碱基的排列顺序。

2. DNA 分子的二级结构——双螺旋结构模型

(1) 两条反向平行的脱氧核苷酸链绕同一中心轴, 右手螺旋。

(2) 磷酸-戊糖骨架位于外侧, 两条链上的碱基以 $A=T$ 、 $G \equiv C$ 相连, 构成碱基平面, 位于螺旋内侧。

(3) 10 个碱基对旋转一周, 螺距为 3.4nm, 螺旋直径为 2.0nm。

(4) 大沟 (major groove), 小沟 (minor groove)。

(5) 稳定因素: 氢键——维持双螺旋横向稳定; 碱基堆砌力——维持纵向稳定。

3. DNA 分子的三级结构

(1) 原核生物 DNA 超螺旋: 共价封闭环状双螺旋再进一步螺旋, 有正超螺旋和负超螺旋。

(2) 真核生物的三级结构是该 DNA 双链盘绕在组蛋白上的负超螺旋。这种以组蛋白为核心绕以 DNA 片段的颗粒称为核小体 (nucleosome)。

(3) 完整的核小体由两部分组成, 即核小体核心 (nucleosome core), 以及连接各核心颗粒之间的区域, 称连接区 (linker)。

(4) DNA 双螺旋→核小体→串珠状多核小体细丝→螺线管→超螺线管→染色单体。

4. RNA 的分子结构

真核生物 mRNA 具有 5'-末端的帽结构; 3'-末端的 polyA 结构; tRNA 的二级结构形状类似于三叶草, 含二氢尿嘧啶环 (D 环)、T 环和反密码子环。其 3'端是 CCA-OH 序列, 是氨基酸的结合部位。tRNA 的三级结构是倒 L 形。D 环和 T 环在 L 的拐角上。rRNA 是细胞内含量最丰富的 RNA, 它们与核糖体蛋白共同构成核糖体。

[配套练习]

【A1 型题】

[1] 组成多聚核苷酸的骨架成分是:

- A. 碱基与戊糖 B. 碱基与磷酸 C. 碱基与碱基
D. 戊糖与磷酸 E. 戊糖与戊糖

[2] 1953 年 Watson 和 Crick 提出:

- A. 多核苷酸 DNA 链通过氢键连接成一个双螺旋
B. DNA 的复制是半保留的, 常常形成亲本子代双螺旋杂合链
C. 三个连续的核苷酸代表一个遗传密码
D. 遗传物质通常是 DNA 而非 RNA
E. 分离到回复突变体证明这一突变并非是一个缺失突变

[3] 帽子结构是指:

- A. m3Gppp B. m6Gppp C. m5Gppp
D. m4Gppp E. m7Gppp

[4] DNA 在染色体的常染色质区约压缩多少倍:

- A. 6 倍 B. 10 倍 C. 40 倍 D. 240 倍 E. 1000 倍

【X 型题】

[5] DNA 的变性:

- A. 包括双螺旋的解链 B. 可以由低温产生 C. 是可逆的
D. 是磷酸二酯键的断裂 E. 包括氢键的断裂

[6] 在类似 RNA 这样的单链核苷酸所表现出的“二级结构”中, 发夹结构的形成是:

- A. 基于各个片段间的互补, 形成反向平行双螺旋
B. 依赖于 AU 含量, 因为形成的氢键越少则发生碱基配对所需的能量也越少
C. 仅仅当两配对区段中所有的碱基均互补时才会发生
D. 同样包括有像 GU 这样的不规则碱基配对
E. 允许存在几个只有提供过量的自由能才能形成碱基对的碱基

【名词解释】

[1] 核苷

[2] 核酸的一级结构

【问答题】

[1] 简述真核生物成熟 mRNA 的结构特点。

[2] 试述 tRNA 的分子组成、结构特点及功能。

【 配套练习答案及解析 】

1. 选择题练习答案及解析

题号	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]
答案	D	A	E	E	ACE	AD

[1] 参看核苷酸连接方式: 核苷酸之间以 3', 5'-磷酸二酯键连接形成核苷酸链, 其骨架为戊糖与磷酸之间形成磷酸酯键构成。

[2] 1953 年 Watson 和 Crick 提出 DNA 分子的双链螺旋结构模型。

[3] 参看 5'-帽子结构化学式。

[4] 一个核小体上盘绕 DNA 链约 146bp, DNA 长度压缩了约 7 倍; 6 个核小体绕成一圈螺线管, 此时其长度压缩约 6 倍。从螺线管缠绕成超螺线管再约压缩为

原来的 1/40。

[5] DNA 变性的概念、特点和条件。

[6] 绝大多数 RNA 为单链结构,但是存在局部碱基互补配对结构,能够折回形成局部双链,但是不是严格遵循碱基互补配对。

2. 名词解释答案

[1] 核苷:由戊糖和碱基通过糖苷键连接而成的化合物。

[2] 核酸的一级结构:核酸分子中的核苷酸(或碱基)排列顺序。

3. 问答题答案

[1] ①在 5'-端有 m⁷GpppN 帽子结构;②3'-端有 polyA 尾结构;③内含子被剪切,外显子连接,编码区由三联密码子构成。

[2] ①tRNA 是细胞内分子量最小的一类核酸,包含稀有碱基;②二级结构为三叶草,由四茎三环构成,DHU 环和 T_ψ 环包含稀有碱基,反密码环上有反密码子,3'-端是 CCA-OH 氨基酸臂结构;③其三级结构呈倒 L 形。

(三) 核酸的功能

1. DNA 的功能

(1) 生物遗传信息的携带者、生物遗传信息复制的模板和基因转录的模板。

(2) 基因(gene)是一个功能性遗传单位,是合成一个有功能蛋白或 RNA 所必需的全部 DNA 序列。

(3) 基因组(genome)指细胞或生物体的一套完整单个的遗传物质。一个基因组包括一整套基因。

(4) 结构基因(structural gene)编码蛋白质或 RNA。

2. RNA 的功能

(1) mRNA (messenger RNA)

将核内 DNA 的碱基顺序(遗传信息)按碱基互补原则抄录并转送到胞质的核糖体上,用于决定蛋白质合成的氨基酸顺序。

三联密码子:mRNA 分子上每三个核苷酸为一组,决定肽链上的一个氨基酸。

(2) tRNA (transfer RNA)

参与转运氨基酸,解译 mRNA 的密码。功能部位:反密码环,反密码子,氨基酸臂:3'-CCA-OH。

(3) rRNA (ribosomal RNA)

rRNA 不能单独行使功能,必须与蛋白质结合后形成核糖体(ribosome),作为蛋白质合成的场所。

某些低等真核生物的细胞核 rRNA 的前体在成熟过程中可以自我剪接,称为核酶(ribozyme)。

[配套练习]

【A1 型题】

[1] 证明 DNA 是遗传物质的两个关键性实验是：肺炎球菌在老鼠体内的毒性和 T2 噬菌体感染大肠杆菌。这两个实验中主要的论点证据是：

- A. 从被感染的生物体内重新分离得到 DNA 作为疾病的致病剂
- B. DNA 突变导致毒性丧失
- C. 生物体吸收的外源 DNA（而并非蛋白质）改变了其遗传潜能
- D. DNA 是不能在生物体间转移的，因此它一定是一种非常保守的分子
- E. 真核生物、原核生物、病毒的 DNA 能相互混合并彼此替代

[2] 原核生物基因表达调控的乳糖操纵子属于：

- A. 复制水平调节
- B. 转录水平调节
- C. 转录后水平调节
- D. 翻译水平调节
- E. 翻译后水平调节

[3] 真核生物用多种调节蛋白的方式，发挥何种生物学效应：

- A. 提高 RNA 聚合酶的转录效率
- B. 降低 RNA 聚合酶的转录效率
- C. 提高 DNA-蛋白质相互作用的特异性
- D. 降低 DNA-蛋白质相互作用的特异性
- E. 以上都不是

【X 型题】

[4] 当一个基因具有活性时：

- A. 启动子一般是不带有核小体的
- B. 整个基因一般是不带有核小体的
- C. 基因被核小体遮盖，但染色质结构已发生改变以至于整个基因对核酸酶降解更加敏感
- D. DNA 分子的拓扑结构发生变化
- E. DNA 分子发生压缩

[5] 核酶是：

- A. 具有酶活性的 RNA 分子
- B. 可以水解核酸
- C. 可分为 DNA 酶和 RNA 酶
- D. 可以水解蛋白质
- E. 可作为肿瘤和病毒的基因治疗手段

【名词解释】

[1] 结构基因

【问答题】

[1] 碱基对在生化和信息方面有什么区别？

【配套练习答案及解析】**1. 选择题练习答案及解析**

题号	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]
答案	C	B	A	A C	ABCE

[1] 1944 年, O. Avery 通过肺炎双球菌实验证实 DNA 是细菌遗传性状的转化因子。Hershey 和 Chase 等人于 1952 年分别用 ^{35}S 标记蛋白质、 ^{32}P 标记核酸, 证明噬菌体感染大肠杆菌的过程中, 转移的是核酸。

[2] 本题考点为原核生物基因表达的特点。

[3] 真核生物基因表达调控主要序列包括启动子和增强子。

【X 型题】

[4] 本题考点是真核细胞基因表达的特点。

[5] 本题考点为核酶概念及功能。

2. 名词解释答案

[1] 结构基因: 为特定 RNA 分子编码的 DNA 序列。

3. 问答题答案

[1] 从化学角度看, 不同的核苷酸仅是含氮碱基的差别。

从信息方面看, 储存在 DNA 中的信息是指碱基的顺序, 而碱基不参与核苷酸之间的共价连接, 因此储存在 DNA 的信息不会影响分子结构, 来自突变或重组的信息改变也不会破坏分子。

三、综合练习与答案及解析**【A1 型题】**

[1] DNA 碱基组成的规律是:

- A. $[\text{A}] = [\text{C}]; [\text{T}] = [\text{G}]$ B. $[\text{A}] + [\text{T}] = [\text{C}] + [\text{G}]$
 C. $[\text{A}] = [\text{T}]; [\text{C}] = [\text{G}]$ D. $([\text{A}] + [\text{T}]) / ([\text{C}] + [\text{G}]) = 1$
 E. $[\text{A}] = [\text{G}]; [\text{T}] = [\text{C}]$

[2] 有关 RNA 的叙述错误的是:

- A. 主要有 mRNA、tRNA 和 rRNA 三类
 B. 胞质中只有 mRNA 和 tRNA

- C. tRNA 是细胞内分子量最小的一种 RNA
- D. rRNA 可与蛋白质结合
- E. RNA 并不全是单链结构

【X 型题】

[3] DNA 双螺旋的解链或变性打断了互补碱基间的氢键，并因此改变了它们的光吸收特性。以下哪些是对 DNA 的解链温度的正确描述：

- A. 哺乳动物 DNA 约为 45°C ，因此发烧时体温高于 42°C 是十分危险的
- B. 依赖于 AT 含量，因为 AT 含量越高则双链分开所需要的能量越少
- C. 是双链 DNA 中两条单链分开过程中温度变化范围的中间值
- D. 可通过碱基在 260nm 的特征吸收峰的改变来确定
- E. 就是单链发生断裂（磷酸二酯键断裂）时的温度

【名词解释】

- [1] 启动子
- [2] 核酶

【问答题】

[1] 曾经有一段时间认为，DNA 无论来源如何，都是 4 个核苷酸的规则重复排列（如 ATCG、ATCG、ATCG、ATCG……），所以 DNA 缺乏作为遗传物质的特异性。第一个直接推翻该四核苷酸定理的证据是什么？

【综合练习答案及解析】

1. 选择题练习答案及解析

题号	1	2	3
答案	C	B	CD

[1] 本题考点为 Chargaff 规则。

[2] 本题考点为 RNA 的结构与功能。

[3] DNA 变性的本质为其双链螺旋解开，变性伴随高色效应，变性一半所对应的温度为其 T_m 值，也就是解链温度。

2. 名词解释答案

[1] 是 RNA 聚合酶特异性识别和结合的 DNA 序列。

[2] 在没有任何蛋白质（酶）存在的条件下，某些 RNA 分子也能催化其自身或其他 RNA 分子进行化学反应，即某些 RNA 具有酶样的催化活性，这类具有催化活力的 RNA 被命名为核酶。

3. 问答题答案

[1] EChargaff 发现:

(1) 不同来源的 DNA 的碱基组成变化极大。

(2) A 和 T、C 和 G 的总量几乎是相等的 (即 Chargaff 规则)。

(3) 虽然 $(A+G)/(C+T)=1$, 但 $(A+T)/(G+C)$ 的比值在各种生物之间变化极大。

(吴捷莉 白高波)

第二章

基因组的结构与功能

一、学习要点

1. 人类基因组的结构与功能

掌握人类基因组的结构特点；熟悉重复序列、微卫星 DNA 及多基因家族、假基因等概念；了解人类线粒体基因组结构特点。

2. 掌握原核生物基因组的结构特点；了解质粒的概念及遗传方式特点。

3. 熟悉病毒基因组的特征。

二、知识要点解析及配套练习

（一）人类基因组

1. 人类单倍体基因组由 3×10^9 bp 构成，推测基因数目在 10 万左右，目前基于基因组序列测定的基因数目约 28900 个。

2. 人类基因组中存在大量的重复序列。

（1）高度重复序列（重复频率可达 10^6 ），包括反向重复序列和卫星 DNA。反向重复序列是由两个相同顺序的互补拷贝在同一 DNA 链上反向排列而成。卫星 DNA：是出现在非编码区的串联重复序列。其特点是具有固定的重复序列，该重复单位首尾相连形成重复序列片段，通常存在于间隔 DNA 和内含子中。卫星 DNA 可分为大卫星 DNA、小卫星 DNA 和微卫星 DNA。

（2）中度重复序列（重复频率 $< 10^5$ ），包括短分散重复片段和长分散重复片段。短分散重复片段长度在 300~500bp，拷贝数为 10 万左右，如 Alu 家族。长分散重复序列长度在 3500~5000bp，在结构基因之间和内含子中包含中度重复序列。有些中度重复序列是编码蛋白质或 rRNA 的结构基因。

（3）单拷贝序列（即低度重复序列），单拷贝序列在基因组中只出现一次或数次，大多数为蛋白质编码的基因属于这一类序列。对单拷贝序列的研究对医学实践