

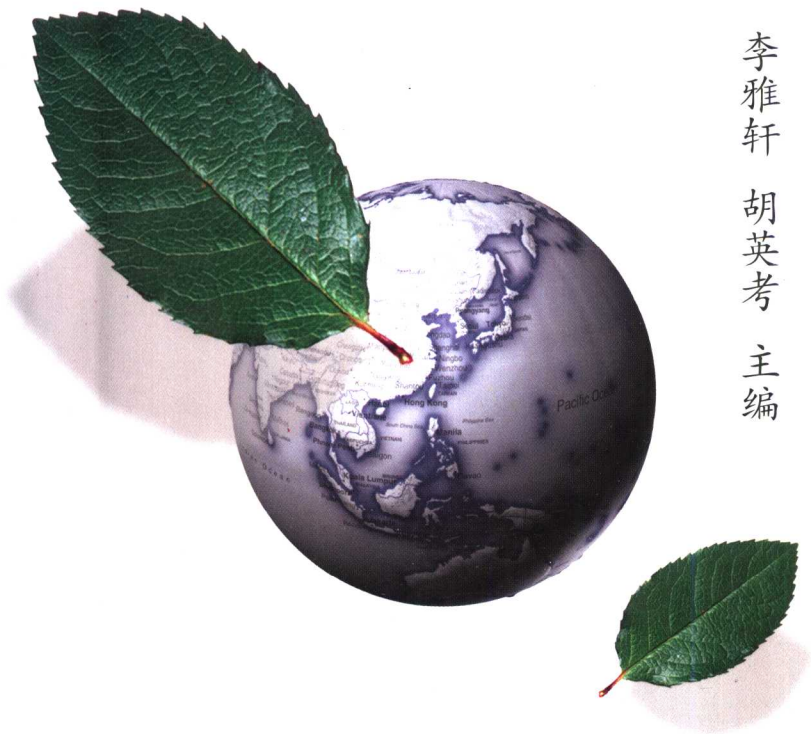


生命科学学习指导系列

研究生入学考试指南

遗传学学习指导

李雅轩 胡英考 主编



科学出版社

www.sciencep.com

生命科学学习指导系列

遗传学学习指导

李雅轩 胡英考 主编

科学出版社

北 京

内 容 提 要

本书是大学本科学子学习遗传学及考研的专业辅导教材。参考了目前国内多种版本的教材内容,收录了部分大学及科研院所的部分考研原题。内容及选题涉及广泛,题型多样,有利于学生在学习中从不同方面、不同角度进行学习与分析,对学生学习遗传学课程及考研具有重要的指导作用。

本书包含三个基本部分。第一部分侧重分析与习题的练习指导,对每章的内容分别进行了系统分析,附有本章概述及学法指导、基本原理与概念、典型例题分析、习题与习题精解内容;第二部分附有一些院校的考试原题作为学生学习自考的模拟题,并附有近些年部分院校及科研院所的考研题和参考答案;第三部分为附录,收集了在数量遗传分析中所需的主要统计参数表格,为学生在学习使用时提供了方便。

本书原为高等师范院校本科生编写,也可供综合性大学以及农、林、医等相关学科不同层次的师生和科技工作者参考。

图书在版编目(CIP)数据

遗传学学习指导/李雅轩,胡英考主编. —北京:科学出版社,
2006
(生命科学学习指导系列)
ISBN 7-03-017050-4

I. 遗... II. ①李... ②胡... III. 遗传学-高等学校-
解题 IV. Q3-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 024584 号

策划编辑:陈 露 / 责任编辑:陈 露 李 瑾
责任印制:刘 学 / 封面设计:一 明
责任校对:连秉亮

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencecp.com>

南京理工出版信息技术有限公司照排

江苏省句容市排印厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2006 年 4 月第 一 版 开本:B5(720×1000)

2006 年 4 月第一次印刷 印张:23

印数:1—4 200

字数:525 000

定价:28.00 元

《遗传学学习指导》编委会

主 编：李雅轩 胡英考

副 主 编：张飞雄 刘林德

编 委 (按姓氏笔画排序)

王艳华 刘 梅 宋书娟 张 丽

张韩杰 赵 昕 赵彦宏 姚志刚

章远志 梁前进 蔡民华

主 审：郭平仲

序

2005

遗传学是研究生物遗传与变异规律的一门学科,从孟德尔定律重新发现算起已经百年有余;经过一个多世纪的发展,取得了近代自然科学史上空前辉煌的成果,成为生命科学中最重要的领头学科之一。而且,它既是一门发展迅速、异常活跃的前沿学科,也是一门其他学科赖以发展的基础学科。因此掌握遗传学原理,成为学好生命科学有关分支学科的基础条件之一。为了帮助有关师生学好遗传学的基本原理,作者们编写了《遗传学学习指导》一书。

编写过程中参考了近10年来国内外多个版本的相关教材。既注重遗传学原理的系统性,同时也强调对学生分析问题、解决问题的能力进行培养,以期理论与实践相结合,素质培养与能力提高相结合。另外,遗传学不同于其他学科,遗传规律都有其固有的物质基础,这是问题的核心。为了更好地学习掌握这一核心问题,作者们提出了遗传学学法作为该书的大标题,这也是该书的一大特色。

该书结构设计新颖,分为三部分。第一部分侧重分析,对每章的内容分别进行了系统分析,附有本章概述及学法指导、基本原理与概念、典型例题分析、习题与习题精解内容。第二部分附有一些院校的考试原题作为学生学习自考的模拟题,并附有近些年部分院校及科研院所的考研题和参考答案,以增加学生的实战经验。第三部分为附录,收集了在数量遗传分析中所需的主要统计参数表格,提高了本书的实用性。

该书作者都是多年从事遗传学教学的高校教师,包括医学院校和师范院校的一线教师,对所撰写的内容具有丰富的教学经验。相信《遗传学学习指导》能够成为遗传学及相关学科工作者在教学中重要的参考书籍,成为学生在学习遗传学及考研过程中不可或缺的伙伴,成为指导大学生走向遗传学研究的参考书。因此乐于向读者推荐。

郭平仲

2005.11.16

前 言

QJ 2005.10.11

遗传学是生命科学中发展最为迅速、活跃的前沿学科之一,也是一门最为基础的学科。掌握好遗传学的基本知识和基本原理,对于进一步深入学习现代分子生物学和生物技术等具有极为重要的作用。

本书共分三个部分。第一部分共有 12 章,包括遗传物质、孟德尔定律及其扩展、连锁互换与基因作图、性别决定与伴性遗传、细菌与噬菌体遗传、遗传重组、染色体畸变、基因突变、细胞质遗传、数量性状遗传、基因调控与发育和群体遗传与进化等。每章之前都附有本章概述及学法指导、基本原理与概念、典型例题、习题与习题精解。第二部分为部分院校的考试原题,可作为学生学习自考的模拟题,并附有近些年部分院校及研究院所的考研题和参考答案。第三部分为附录,收集了在数量遗传分析中所需的主要统计参数表格。本书的参编人员都是在教学第一线的骨干教师,具有丰富的教学经验。在编写过程中,注意从多方面提高本书的实用性,为教师及学生在学习使用中提供方便。

本书的参编人员还有首都师范大学张飞雄老师、蔡民华老师和赵昕老师,北京大学医学部宋书娟老师和章远志老师,北京师范大学梁前进老师,山东鲁东大学刘林德老师、赵彦宏老师、张丽老师和王艳华老师,山东枣庄学院刘梅老师,山东滨州学院姚志刚老师和张韩杰老师。在编写过程中首都师范大学生命科学学院研究生郝春艳、李磊、李蕊、李建国、李晓晓、孟宪平、王聪艳和孟凡臣等同学帮助进行了部分书稿的录入及图片的绘制;恩师首都师范大学的郭平仲教授在百忙中帮助审阅了全部书稿并作序。在此一并表示最诚挚的谢意!

限于编者水平有限,可能会存在一定的不足之处,同时由于遗传学是一门发展非常迅速的自然学科,有些问题的解答亦会随着研究的发展得到进一步的补充,真诚地希望使用本书的同行给予批评指正,以便再版时修改完善。

首都师范大学生命科学学院

李雅轩 胡英考

2005 年 10 月

序 前言

第一部分 遗传学内容概要习题解答

第一章 遗传物质

一、本章概述及学法指导	3
二、基本原理与概念	3
三、典型例题	5
四、习题及习题精解	7

第二章 孟德尔定律及其扩展

一、本章概述及学法指导	17
二、基本原理与概念	17
三、典型例题	19
四、习题及习题精解	22

第三章 连锁互换与基因作图

一、本章概述及学法指导	47
二、基本原理与概念	48
三、典型例题	51
四、习题及习题精解	54

第四章 性别决定与伴性遗传

一、本章概述及学法指导	75
二、基本原理与概念	75
三、典型例题	77
四、习题及习题精解	79

第五章 细菌与噬菌体遗传

一、本章概述及学法指导	93
二、基本原理与概念	94
三、典型例题	97
四、习题及习题精解	100

第六章 遗传重组

一、本章概述及学法指导	133
二、基本原理与概念	133
三、典型例题	137
四、习题及习题精解	138

第七章 染色体畸变

一、本章概述及学法指导	147
二、基本原理与概念	148
三、典型例题	150
四、习题及习题精解	151

第八章 基因突变

一、本章概述及学法指导	171
二、基本原理与概念	171
三、典型例题	174
四、习题及习题精解	175

第九章 细胞质遗传

一、本章概述及学法指导	190
二、基本原理与概念	190
三、典型例题	192
四、习题及习题精解	192

第十章 数量性状遗传

一、本章概述及学法指导	206
-------------------	-----

二、基本原理与概念	206
三、典型例题	208
四、习题及习题精解	209

第十一章 基因调控与发育

一、本章概述及学法指导	223
二、基本原理与概念	224
三、典型例题	228
四、习题及习题精解	230

第十二章 群体遗传与进化

一、本章概述及学法指导	244
二、基本原理与概念	244
三、典型例题	245
四、习题及习题精解	248

第二部分 模拟题与部分考研原题及参考答案

一、模拟试题与参考答案	267
二、考研原题选编及参考答案	303

第三部分 附 录

第 一 部 分

遗传学内容概要与 习题解答

第一章 遗传物质

一、本章概述及学法指导

核酸是遗传物质,通过自我复制在物种的上下代之间进行传递,维持物种遗传物质的稳定性,使物种不断繁衍与发展。本章通过大量的实验,证明了核酸是遗传物质。在这一部分学习中重点思考实验的细节,体会实验设计的巧妙性,培养科研意识,为今后自己的科研工作打下基础。

从分子水平上讲,DNA的复制是一种高保真的半保留复制方式,是一个酶促的过程。据此原理,可进行DNA的人工合成。聚合酶链式反应部分还介绍了基因组研究中的一个十分重要的组成——DNA序列分析。随着实验方法及设备的改进,提高了测序的速度与准确性,为基因组研究所需要的大规模分析提供了强有力的保障。

就细胞学水平而言,染色体的准确复制与分离决定了亲子代细胞之间的稳定性。另外,减数分裂的发生,实现了遗传物质在上下代个体之间传递的稳定性,实现了遗传物质重新组合所产生的丰富变异,增强了物种的适应性。这一部分对于理解配子的发生、遗传的实质具有重要意义,应是本章的重点之一。

二、基本原理与概念

【基本原理】

1. DNA人工合成的基本原理概述

DNA人工合成的基本原理是:首先,将所要合成寡聚核苷酸链的3'-OH,与一个不溶性载体(如多孔玻璃珠)相连,使之固定;然后,按照3'→5'的方向将核苷酸单体逐个加上。为减少副反应的发生,核苷酸上的所有活泼基团,如氨基和羟基等,都用不同的保护基予以保护,其中5'-OH用4,4'-二对甲氧基三苯基(DMT)保护,3'端的二异丙基亚磷酰胺上磷酸的-OH用甲基或β氰乙基保护。

2. 化学法测定DNA序列的基本程序

用特异的化学裂解法测定DNA的核苷酸序列是由美国哈佛大学的A. M. Maxam和W. Gilbert发明的。

其基本程序是:

首先,制备末端标记的单链DNA。一般采用多核苷酸激酶将 $[\gamma\text{-}^{32}\text{P}]\text{-ATP}$ 中

的 $[\gamma\text{-}^{32}\text{P}]$ 引入双链 DNA 的 5'端,此时双链都被标记,用内切酶切除一端,则剩下的 DNA 就只有一条链被标记,这就是放射性标记的单链 DNA。

其次,用适当的化学试剂处理上述标记的单链 DNA,使标记的 DNA 在 4 种核苷酸中的一种核苷酸处断开。通过 4 种不同的处理方法,使 DNA 的断裂分别发生在 A, G, C 和 T 处,每个分子断裂的次数平均多于或等于一次,这样就会得到各种长度的放射性 DNA 片段群体。

最后,将 4 组片段进行聚丙烯酰胺凝胶电泳分离,用 X 射线胶片对电泳胶进行放射自显影,就可以从胶片上读出 DNA 的核苷酸顺序。

化学法分析 DNA 序列主要用于 DNA 序列较短或 DNA 序列由于二级结构的存在难于用双脱氧法测准时;但改进的方法可以用于大片段 DNA 的测序,采用耐热的 DNA 聚合酶也可以用双脱氧法对存在二级结构的单链 DNA 进行测序。大规模 DNA 测序则主要采用双脱氧的方法。

3. 双脱氧链终止法测定 DNA 序列的原理

英国剑桥大学的 F. Sanger 等人于 1977 年发明了双脱氧链终止法测定 DNA 序列的方法。其原理是在体外合成 DNA 的同时,加入使链合成终止的试剂(通常是 2', 3'-二脱氧核苷酸),与 4 种脱氧核苷酸按一定比例混合,参与 DNA 的体外合成,产生长短不一、具有特定末端的 DNA 片段;由于二脱氧核苷酸没有 3'-OH,不能进一步延伸产生 3', 5'-磷酸二酯键,合成反应就在该处停止。该方法由此命名为双脱氧法。

4. 进行有性生殖的真核生物其遗传物质的传递方式

进行有性生殖的真核生物其遗传物质的传递方式是:亲代遗传物质(DNA)先进行复制,然后经减数分裂产生具有减半遗传物质的配子;雌雄配子两两结合而合成合子,遗传物质含量又恢复为亲代状态,完成上下代遗传物质的传递。合子再经有丝分裂,分化,生长发育成为新的个体,个体每个细胞的遗传组成都同合子一样,完成上下代细胞间遗传物质的传递。

【基本概念】

1. 遗传学(Genetics):是研究生物遗传与变异的科学。

2. 遗传(heredity):指生物繁殖过程中,亲代与子代以及子代各个个体之间在各方面相似的现象。

3. 变异(variation):指亲代与子代以及子代各个个体之间总是存在不同程度的差异、有时子代甚至产生与亲代完全不同性状表现的现象。

4. 半保留复制(semiconservative replication):DNA 复制时,以自己为模板,保持完整性,但它们互相分开,作为新链合成的模板,所形成的两个分子彼此相同,并且也跟亲本相同,这种复制方式叫半保留复制。

5. 遗传工程(genetic engineering):指在体外将不同来源的 DNA 进行剪切和重组,形成杂合 DNA 分子,然后将其导入宿主细胞,使其扩增表达,从而使宿主细胞获得新的遗传特性,形成新的基因产物。

6. 同源染色体(homologous chromosome):在二倍体生物中,每对染色体的两个成员中一个来自于父本,一个来自于母本,且形态大小相同的染色体被称为同源染色体。

7. 联会(synapsis):同源染色体的两个成员侧向连接,像拉链一样并排配对的现象被称为联会。联会发生于偶线期,终止于双线期。

8. 联会复合体(synaptonemal complex, SC):同源染色体联会过程中形成的一种独特的亚显微的非永久性的复合结构。在适当的时候可以激活染色体的交换。

9. 交换(crossing over):非姊妹染色单体间发生遗传物质的局部交换。

10. 交叉结(chiasma):非姊妹染色单体间若干处相互交叉缠结,交叉是染色单体发生交换的结果。

三、典型例题

1. 如何证明核酸是遗传物质?

解答:

DNA 作为遗传物质最早的证据来自肺炎链球菌的转化实验。Griffith(1928)首先发现肺炎链球菌的转化作用。他将 R 型活细胞和加热杀死的 S 型死细胞分别注入不同小鼠的体内,结果两种处理的小鼠都不致病;如果把加热杀死的 S 型死细胞与 R 型活细胞一起注入小鼠体内,结果小鼠致病死亡。对死亡小鼠的尸检表明,死亡是由 S 型活细胞引起的,因为细菌细胞外含有多糖荚膜,这说明经加热杀死的 S 型细胞的某种物质使非致病的 R 型细胞转变为致病菌,这种现象称为转化(transformation)。

1944 年, Avery 等人不仅在体外成功地重复了上述实验,而且用生物化学的方法证明了转化因子(transforming factor)是 DNA,而不是多糖荚膜,也不是蛋白质和 RNA。Avery 等将 S 型细菌杀死,然后分别分离纯化出 DNA、RNA、蛋白质和多糖荚膜,用这 4 种物质分别与 R 型细菌共同感染小鼠,结果发现,只有 DNA 与 R 型细菌共同感染小鼠才能引起小鼠肺炎,其他都不能引起小鼠肺炎。如果用 DNA 酶(DNase)处理使 DNA 降解,则不出现转化现象;如果用其他的酶如蛋白酶进行处理,则对转化没有影响。这就充分地证明了使 R 型细胞转化为 S 型细胞是由于 S 型细胞中的 DNA 片段转入了 R 型细胞的结果,即引起这种改变的遗传物质是 DNA。以后的实验表明,转化的频率随着 DNA 纯度的提高而增加,转化也可以在体外进行。

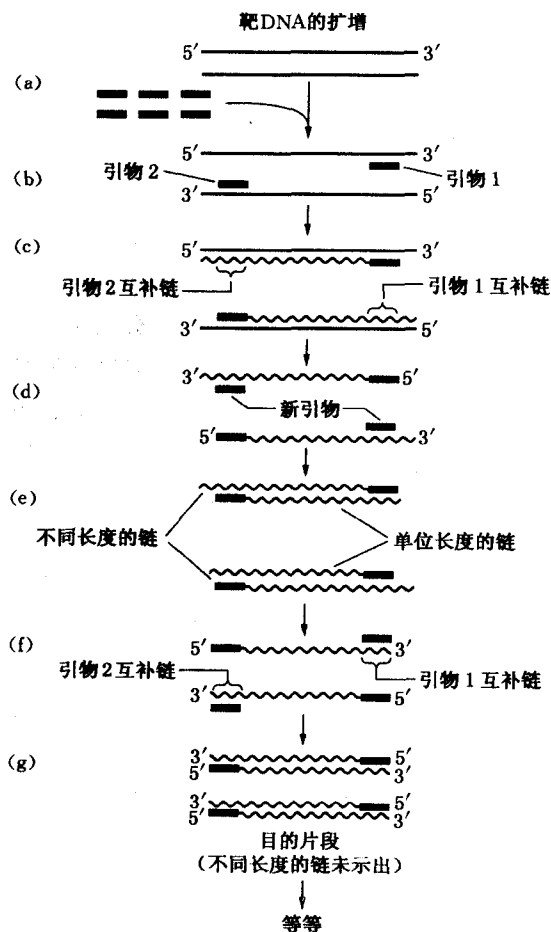
2. 试说明 PCR 的原理与方法。

解答：

聚合酶链式反应,即 PCR 技术,是美国科学家 K. B. Mullis 发明的一种在体外快速扩增特定基因或 DNA 序列的方法,又称为基因的体外扩增法。

PCR 技术的原理与细胞内发生的 DNA 复制过程十分类似。首先,双链 DNA 在临近沸点的温度下加热分离成两条单链 DNA 分子;然后,加入到反应混合物中的引物与模板 DNA 的特定末端退火;接着,DNA 聚合酶以单链 DNA 为模板,利用反应混合物中的 4 种脱氧核苷三磷酸,在引物的 3'-OH 端合成新生的 DNA 互补链。

它可以在试管中建立反应,经数小时的多次循环之后,就能将极微量的目的基因或某一特定的 DNA 片段扩增数十万乃至千百万倍,无需通过烦琐费时的基因克隆程序,便可获得足够数量的精确的 DNA 拷贝,所以人们也将它称之为无细胞分子克隆法。具体方法如下图所示:



(a)起始材料是双链 DNA 分子;(b)反应混合物加热后发生链的分离,然后致冷使引物结合到位于待扩增的靶 DNA 区段两端的退火位点上;(c)Taq 聚合酶以单链 DNA 为模板在引物的引导下利用反应混合物中的 dNTPs 合成互补的新链 DNA;(d)将反应混合物再次加热,使旧链和新链分离开来;这样便有 4 个退火位点可供引物结合,其中两个在旧链上,两个在新链上(为了使图示简化,在以下略去了起始链的情况);(e)Taq 聚合酶合成新的互补链 DNA,但这些链的延伸是精确地局限于靶 DNA 序列区,因此这两条新合成的 DNA 链的跨度是严格地定位在两条引物界定的区段内;(f)重复过程,引物结合到新合成的 DNA 单链的退火位点(同样也可形成不同长度的链,但为简洁起见,图中略去了这些链);(g)Taq 聚合酶合成互补链,产生出两条与靶 DNA 区段完全相同的双链 DNA 片段

3. 试比较有丝分裂与减数分裂之区别。

解答:

有丝分裂是指染色体复制一次,细胞分裂一次,其结果形成两个与亲代细胞染色体数目一样的子细胞;减数分裂是染色体复制一次,细胞连续分裂两次,形成4个子细胞,每个子细胞中染色体的数目减半,并且在减数分裂中有同源染色体之间的交换,这样就为遗传性状的重新组合提供了物质基础。从过程上分析可以发现二者之间的差异,如下表所示:

时 期		有 丝 分 裂	减 数 分 裂
第 一 次 分 裂	G1 期	物质合成(RNA 和蛋白质)	物质合成并有特殊蛋白形成
	S 期	合成 DNA 和组蛋白	合成 DNA 和组蛋白,但有一部分 DNA 未完成复制
	G2 期	形成微管蛋白等	无明显 G2 期
	前期	染色质丝逐渐缩短变粗形成明显的染色体,核膜核仁解体,每条染色体有两条单体	染色体行为复杂,可分为 5 个亚期。其中染色体逐渐螺旋化缩短变粗,有同源染色体的联会配对及物质重组,可见同源染色体之间的交叉现象;有部分 DNA 合成
	中期	着丝粒排列在赤道面上,染色体两臂在赤道面两侧有一定扭曲	配对的同源染色体分列在赤道面两侧,其着丝粒只与同侧纺锤丝相连
	后期	着丝粒分裂,染色体中每条单体形成一条独立的染色体,移向细胞两极	同源染色体彼此分离移向细胞两极,每条染色体有两条单体
	末期	染色体解旋,核膜核仁形成,细胞质分裂,形成两个子细胞;染色体数目与亲代细胞染色体数目一致	染色体解旋,核膜核仁形成,细胞质分裂,形成两个子细胞。染色体数目减半
第二次分裂		无	有,染色体行为与一般有丝分裂相同

四、习题及习题精解

【习题】

I. 填空题

1. DNA 作为遗传物质最早的证据来自肺炎链球菌的_____实验。经加热杀死的 S 型细胞的某种物质使非致病的 R 型细胞转变为致病菌,这种现象称为_____。
2. 转化的频率随着 DNA 纯度的提高而_____,转化可以在体外进行。
3. *E. coli* T₂ 噬菌体,外壳的化学组成为_____,包裹在外壳内部的是_____,尾部由中心轴、收缩鞘组成,末端由基盘、尾锥和尾丝组成。整个 T₂ 噬菌体约含 40% 的 _____ 和 60% 的 _____。

4. DNA 是四种_____的多聚体,细胞中采取的主要构象方式是_____结构模型,相当于 DNA 二级结构的_____构象。除此之外,还有_____构象、_____构象、_____构象和_____构象等右手双螺旋构象,以及左手双螺旋的_____构象等。

5. DNA 的两条链是_____平行的,而 DNA 聚合酶可以使新生链按_____的方向生长,而不能相反。

6. 许多生物的复制原点都是_____的区段,即富含_____的区段。从原点开始,DNA 的复制大多是_____进行的,但也有_____的或以_____进行的,这取决于_____的性质。

7. DNA 复制的方式一般分为两类:一类叫做_____,即复制叉式复制;另一类叫_____,即先导链是共价结合在一条亲本链上,这主要是滚环式复制。

8. DNA 的复制是一个非常复杂的酶学过程,需要_____种以上的酶和蛋白质的参与,其中_____是复制过程的核心酶。

9. 引物的 RNA 在合成后并不与模板分离,而是以_____与模板结合,合成这种引物的酶称为_____。

10. DNA 连接酶只作用于_____时。

11. 在 DNA 复制过程中还需要_____,它能促进 DNA 的两条互补链分离;还需要_____,即拓扑异构酶的参与。

12. 原核细胞没有核膜,因而也就没有细胞核,只有染色质区,称为_____。

13. 原核生物的 DNA 在复制时存在着两种方式,即_____和_____。

14. 利用人工的方法在体外合成核酸包括两种方法:一种是_____;另一种是_____。

15. 测定 DNA 序列的方法主要有两种:一种是_____,又叫 Maxam-Gilbert 法;另一种是_____,又叫酶法、Sanger 法或链终止法。

16. 含 29% 腺嘌呤和 29.5% 尿嘧啶的病毒,其遗传物质的最大可能是:_____。

17. *E. coli* 中用以识别终止密码子 UAA, UAG 的蛋白因子是_____。

18. 非同源染色体上的非等位基因在形成配子的过程中进行_____。

19. 一个初级卵母细胞经减数分裂后形成_____个卵细胞。

20. 在减数分裂过程中,如果某基因与着丝点之间没有发生交换,则随着同源染色体的彼此分开,该等位基因就发生了_____。

21. 在减数分裂过程中,染色体复制_____次,细胞分裂_____次,所以在末期 II,染色体数目减少了一半。

22. 玉米体细胞有 20 条染色体,10 条来源于父本,10 条来源于母本,经过减