



分子生物学习题集

(美) D. 弗雷费尔德 著

科学出版社

分子生物学习题集

〔美〕 D. 弗雷费尔德 著

刘承健 蔡武城 译



北林图 A00104243



科学出版社

1990

408589

内 容 简 介

本习题集的作者为帮助学生领会《分子生物学——原核生物和真核生物总论》教科书的内容而编写的。全书包括 800 多道题目，附有详尽的解答。各章均与该教科书逐章对应配合；有供测验学生掌握程度用的练习题，还有许多更实质性的、稍有难度的问题。可供分子生物学、生物化学、遗传学和基础医学工作者，以及高等院校有关专业师生参考。

David Freifelder

PROBLEMS FOR MOLECULAR BIOLOGY WITH ANSWERS AND SOLUTIONS

Science Books International, Inc., 1983

分子生物学习题集

2019/06 (美) D. 弗雷费尔德 著

刘承健 蔡武城 译

责任编辑 赵甘泉

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100707

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

1990年7月第一版 开本:787×1092 1/32

1990年7月第一次印刷 印张:10

印数:0001—2,000 字数:217,000

ISBN7-03-001563-0/Q·233

定价:8.40元

前 言

在任何实验性的科学中，让学生练习处理实验的观察结果常是至关重要的。经精选的习题即可提供这类性质的练习；此外，习题还能给学生提供机会以检验他们对教科书和讲课内容的理解程度，以及把各种不同的论据综合起来，得到他处未曾阐明的结论。本书就是由这类习题所组成。

本书的体系遵循另一本配套的教科书《分子生物学——原核生物和真核生物总论》，该书也由国际科学图书出版公司 (Science Books International Inc.) 出版*。由于本书包括的大量习题涉及面广泛，对使用其他分子生物学教科书，以及正在修读生物化学、遗传学、细胞生物学和高级分子生物学的学生亦有使用价值。

本书不仅可作为教师布置课外作业的习题来源，更可充当学生自学练习的指导。正因为这样，书中材料难易程度差别甚大，内容相当广泛。最重要的问题用黑点标出。这些习题都是基本的问题(但并不一定是简单的)，目的是使学生理解各种专业术语，掌握基本知识和概念。学生只有在解答出这些问题之后，才能进一步涉及书中更复杂的内容或随后的章节，这一点是很重要的。

如果把解题当作一种学习过程，那么必须提供答案。若学生答错了问题，仅以片言只字或一点简单数字还不足以指出他们究竟错在哪里。因此，除了那些最基本的问题外，解

*该书中译本上册1988年已由科学出版社出版。——译者注

答中都稍加叙述，对那些有数字答案的问题则给出计算式。

编写习题集是件费时的的工作，加上还担心会把题目出得模棱两可，怕使那些留神细节甚于概念的学生引起误解，更糟糕的是怕题目出得无从回答。所有教师都面临这个难题，但是经过多年教学后，一般都积累了一些题意明确的、可解答的习题。鉴于不同教师的观点可能有所不同，在编写本书时我考虑有必要取得其他分子生物学家的帮助，补充我自己收集的约600道习题。我愿在此向提供习题的Rich Calendar、Ellen Daniell、Hatch Echols、Peter Geiduschek、Julie Marmur、Frank Stahl和Bob Warner致谢。只有学生能够判断一道习题是否题意明确、毫无含糊不清之处。为此，我曾邀请了许多学生来帮助我校阅习题及其答案。有两组学生参加过这项工作：一组是布兰代斯大学生物化学系的本科生，他们在1980年听过我的课；另一组是加利福尼亚大学伯克利分校分子生物学系的研究生和博士后生。我谨向所有这些致人致以深切谢意。

D. 弗雷费尔德

于加利福尼亚，圣地亚哥 1982年10月

目 录

前言	(i)
第 1 章 生物学和遗传学复习	(1)
第 2 章 生物化学复习	(18)
第 3 章 大分子	(22)
第 4 章 核酸	(27)
第 5 章 蛋白质	(53)
第 6 章 大分子聚集物	(59)
第 7 章 分子遗传学的早期实验	(62)
第 8 章 DNA 复制	(66)
第 9 章 DNA 修复	(81)
第 10 章 突变、突变体和突变形成	(86)
第 11 章 转录	(95)
第 12 章 翻译: 信息问题	(101)
第 13 章 翻译: 化学问题和蛋白质合成	(112)
第 14 章 原核系统的调节	(118)
第 15 章 裂解性噬菌体	(131)
第 16 章 溶原性噬菌体和转导作用	(144)
第 17 章 质粒	(158)
第 18 章 同源重组	(162)
第 19 章 转座子	(168)
第 20 章 重组 DNA 和遗传工程	(171)
第 21 章 动物病毒和植物病毒	(180)
第 22 章 真核系统的调节	(184)

解答.....	(191)
附录.....	(306)
A “通用”遗传密码	(306)
B 大肠杆菌的基因图谱, 表示选择标记的相对部位	(306)
C 大肠杆菌 λ 噬菌体的基因和物理图谱	(307)
D 泊松分布	(308)

(第1—5, 17—22章刘承健译,
第6—16章蔡武城译)

第 1 章 生物学和遗传学复习

- 1-1 研究 DNA 合成时将放射性标记的 DNA 前体加入细菌培养物, 这种方法是(a)体外(*in vitro*)实验还是(b)体内(*in vivo*)实验?
- 1-2 在酶促反应中产物不一定会出现在粗抽提液中, 试述几个可能的原因。
- 1-3 (a) DNA被包围在核膜中的细胞是原核生物还是真核生物?
(b)下述细胞分别归属原核生物还是真核生物: 细菌、真菌、藻类、酵母菌、阿米巴、小麦细胞、人肝细胞。
- 1-4 某种细菌每35分钟分裂一次。如果让每毫升含 10^5 个细胞的细菌培养物生长175分钟, 那么细胞浓度为多少?
- 1-5 将下列术语与定义配对:

术语

1. 基本培养基 (minimal medium)。2. 原养型 (prototroph)。3. 涂平板(plating)。4. 营养缺陷型 (auxotroph)。

定义

A. 能够在基本培养基中生长的细胞。B. 将细胞或噬菌体涂布在琼脂培养基上使其生长。C. 生长时除了需要有机碳源外还需要其他有机物质的细胞。D. 只含无机盐和一种作为碳源的有机化合物的培养基。

- 1-6 在细菌培养物生长过程中倍增时间恒定, 这可用什么术语描述?
- 1-7 试述生长在液体培养基中的细菌进入静止期的几个原因。
- 1-8 如果将0.1毫升稀释 10^5 倍的细菌培养物涂在平板上, 出现68个菌落, 问原始培养物的细胞密度是多少?
- 1-9 试述(a)溶菌酶(lysozyme)和(b)裂解(lysis)的定义。
- 1-10 试述单倍体(haploid)和二倍体(diploid)的定义。
- 1-11 怎样区别原始细胞培养物(primary culture)与建成的细胞系(established cell line)?
- 1-12 (a)符号 lac^+ 是指细胞的基因型还是表型?
 (b)细胞对抗生素青霉素有抗性, 用什么符号来表示?
 (c)如果细胞合成脯氨酸有三个基因参与, 即 $proA$ 、 $proB$ 和 $proC$, 细胞的基因型用 $proA^+ proB^+ proC^+$ 和用 pro^+ 有什么区别?
 (d)如果(c)中的细胞基因型是 $proA^+ proB^- proC^+$, 它的表型如何表示?
- 1-13 试述绝对缺陷突变型(absolute defective mutant)、条件突变型(conditional mutant)和温度敏感突变型(temperature-sensitive mutant)的定义。
- 1-14 细胞每代产生突变型 arb^- 和 snd^- 的频率分别是 2×10^{-8} 和 8×10^{-5} , 那么一次产生突变型 $arb^- snd^-$ 的频率为多少?
- 1-15 有人告诉你, 葡萄糖可以自由通过大肠杆菌细胞壁扩散。在你的冰箱中保存着具有下述性质的大肠杆菌突变型。如果葡萄糖是培养基中的唯一碳源, 细菌在 34°C 时正常生长, 但在 42°C 时不能生长; 在有任何其他

碳源时，细菌在这两种温度下都能正常生长。(a)你是否能得出结论：该细菌具有葡萄糖运输系统？(b)假定你用生化技术观察到下述现象：在42℃时这种突变型细菌不能代谢葡萄糖，但用溶菌酶处理细胞培养物，去除部分细胞壁后，在42℃时能够代谢葡萄糖。这时你是否会改变你的结论？

1-16 不能合成某物质X的突变型存在于四个互补群中，这些互补群都不是顺式作用的。试问合成物质X需多少种蛋白质？

1-17 已知合成物质Q需四个基因 *kyuA*、*kyuB*、*kyuC* 和 *kyn Q*，且每步生化反应能被检测。反应顺序是 $P \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow A \rightarrow Q$ ，其中需基因 *kyu X* 的产物以合成物质X。加入¹⁴C-P可得到¹⁴C-Q。

(a)得到一个突变型，加入¹⁴C-P得到¹⁴C-A但没有¹⁴C-Q。这个突变发生在什么基因中？

(b)得到另一个突变型，¹⁴C-P不能转变为任何其他物质。而且，加入¹⁴C-A不能得到¹⁴C-Q。这是什么突变型？

1-18 温度敏感突变型基因 *memA* 的研究表明，在42℃时 Mem A 酶无活性，而在34℃时酶有活性。将酶从在34℃生长的细胞中纯化，在42℃测定其活性。在该温度下酶仍有活性，从 *memA* 基因与 MemA 酶的关系中可得到什么结论？

1-19 在大肠杆菌β噬菌体中，基因G的某些突变可为基因H的突变所补偿，基因H的某些突变可为基因G的突变所补偿。这些情况说明什么问题？

1-20 大约10⁸个大肠杆菌营养缺陷型菌株的细胞涂布在完全培养基上形成菌苔。准备含基本培养基并补充有亮

氨酸、胸腺嘧啶和脯氨酸的复制平板,如图1-20所示。

(a)这个菌株的基因型是什么?

(请注意,在补充的平板上都不出现菌苔)

(b)解释出现在复制平板上的菌落。

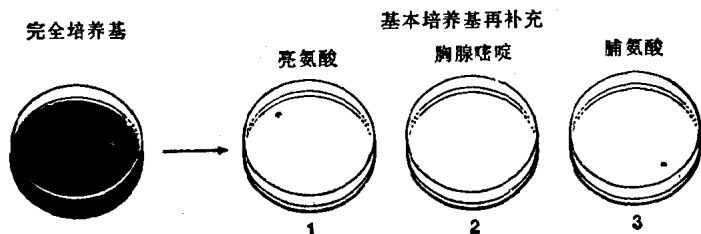


图1-20*

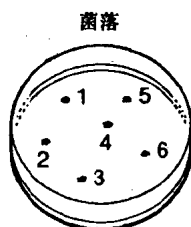
1-21 一个基因型是 $arg^+leu^+pro^+thr^+thy^+ser^+his^+lac^-str-s$ 的 Hfr 细胞与基因型是 $arg^-leu^-pro^-thr^-thy^-ser^-his^-lac^-str-r$ 的 F^- 细胞交配。在含有所有七种养分以及乳糖、链霉素的琼脂平板上可选择出 Lac^+Str^r 重组子。用丝绒垫压在原始皿上,使菌落附着在丝绒垫上,再复制到图 1-21 所示的补充不同成分的六个培养皿上。在这些培养皿中分别长出菌落,这些编号的菌落是什么基因型?

1-22 通常,将染料掺入琼脂以测定某细菌能否利用特定的糖作为碳源。例如,在含糖 X 的 EMB 琼脂中,假设某基因型为 X^+ 的细菌产生紫红色的菌落,另一基因型为 X^- 的细菌产生浅红色的菌落(糖发酵产酸,使染料转为紫红色)。如果 EMB 琼脂含有鼠李糖、木糖和半乳糖,具有下列表型的细菌会产生什么颜色的菌落?
 $Rha^+Xyl^+Gal^+$, $Rha^-Xyl^-Gal^+$, $Rha^+Xyl^-Gal^+$,

*图号和表号均按习题号来编排的。——译者注



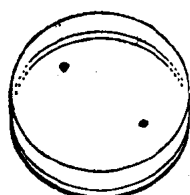
北林图 A00104243



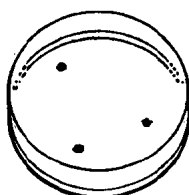
原始皿含有

Arg	Thy
Leu	Ser
Pro	His
Thr	

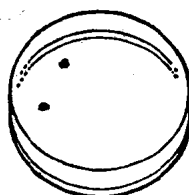
复制平板含有所示的氨基酸



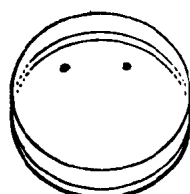
Arg Leu



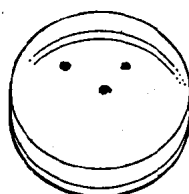
Arg Pro



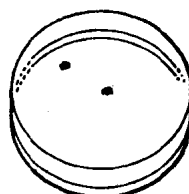
Thr Pro



Thy Ser



Thy His



Ser His

图1-21

$Rha^-Xyl^+Gal^-$, $Rha^-Xyl^-Gal^-$ 。

1-23 在EMB琼脂上 Lac^+ 和 Lac^- 菌落分别是紫红色和浅红色。分离到某细菌菌株s,它在30℃生长时,几乎99%是紫红色的菌落,1%是浅红色的菌落;它在42℃生长时,几乎所有的菌落都是浅红色的。如果s细菌在42℃时生长几代,然后涂布平板,于30℃培养,出现

406589

的菌落一半是紫红色的，一半是浅红色的。如果将42℃平板上的一个浅红色菌落重新悬浮后涂布在平板上，于30℃培养，只出现浅红色菌落；将30℃平板上的紫红色菌落重新涂布，于30℃培养时大多数菌落是紫红色的，于42℃培养时所有菌落都是浅红色的。当菌株s在42℃培养时， 10^4 中约有1个菌落是紫红色的。这些紫红色菌落属于三类：(1)在42℃时保持紫红色，但在30℃或42℃时仍产生大约1%浅红色的菌落；(2)在42℃时为紫红色，但在42℃或30℃时不产生浅红色的菌落(每 10^5 个菌落中不到1个)；(3)同(2)，但另具有对T1噬菌体的抗性(原始菌株是T1-敏感型)。还具有其他可能性，但这里不作考虑。原始菌株s相应的基因型是什么？三类变异体的基因型是什么？(注：T1-敏感性对T1-抗性是显性的)

- 1-24 一个大肠杆菌细胞约含 10^{-14} 克DNA。DNA 链宽 20 Å，每毫米长度质量为 2×10^6 道尔顿。大肠杆菌中DNA 占总体积的多少？
- 1-25 柱形体大肠杆菌的直径约1微米，长约3微米。生长在琼脂培养基上的大肠杆菌的倍增时间约为25分钟。经过12小时生长后，菌落直径约为2毫米，高约1/2毫米。是否所有的细胞都生长了12小时？
- 1-26 某种动物的毛发颜色有黑色(BB)，灰色(Bb)或白色(bb)。假若黑色个体与灰色个体交配得到一个后代，问后代呈灰色的可能性是多少？如果得到两个后代，它们都呈灰色的可能性是多少？若有三个后代，其中只有一个呈灰色的可能性是多少？
- 1-27 基因型都是AaBb的两个亲代交配，得到16个后代，

有多少个后代是两个基因的隐性纯合子？

- 1-28 一种动物有红眼(RR 或 Rr)或蓝眼(rr)。如果它们也是 tt ，眼睛就没有颜色(TT 和 Tt 有颜色)。如果 $RrTt$ 与 $RRtt$ 交配，得到蓝眼个体的可能性是多少？

- 1-29 某种动物具有决定尾巴形状的单个基因。若一个粗尾个体与另一个粗尾个体交配，只能产生粗尾子代。若一个粗尾个体与另一个细尾个体交配，子代中半数细尾的。若两个细尾个体交配，细尾子代数(按平均数计算)总是粗尾子代数的两倍。试确定对应于粗尾和细尾表型的基因型。提示：确定显性的等位基因。

- 1-30 人类的色盲症是伴性隐性遗传。在图1-30的谱系图中尽可能写出每个人的基因型。黑色代表色盲患者。

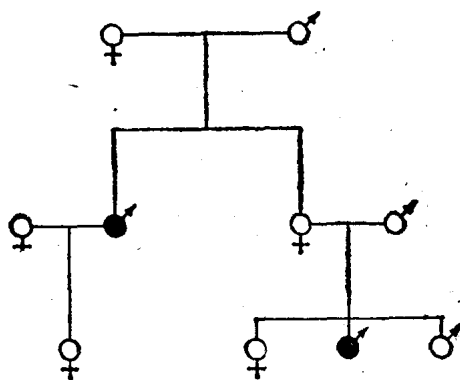


图1-30

- 1-31 如下所述，哪些突变在杂合子中表现为隐性，哪些表现为显性？

(a) 突变型蛋白质没有活性，但是该基因所产生的分子总数超过正常生物功能所需数。

(b) 某种蛋白质含有四个亚基。突变型和正常的亚基都能互相作用。一个有缺陷的突变亚基使蛋白质活性消失。

(c) 某种突变型酶不能催化某特定化学反应。

d 某种突变型酶使正常酶所催化的化学反应逆转。

- 1-32 (a) 假定在下列标记间发生的重组频率为: $a \times c$, 2%; $b \times c$, 13%; $b \times d$, 4%; $a \times b$, 15%; $c \times d$, 17%; $a \times d$, 19%。写出基因的顺序。

(b) 在 $aBd \times AbD$ 交叉中, 得到 ABD 子代的频率为多少?

- 1-33 基因型 Abd 的线状噬菌体与另一基因型 aBD 的噬菌体交叉。观察到的重组体的频率为: abd , 2%; ABd , 3%; aBd , 0.06%。问基因顺序如何?

- 1-34 在 $abcd \times ABCD$ 交叉中, 观察到重组体出现频率为: $ABCD$, 3%; $abcd$, 3%; $AbcD$, 0.03%; $AbCd$, 0.0006%; $ABcD$, 0.06%。问基因顺序如何?

- 1-35 四个基因的顺序是 $abde$ 。各对基因间的重组频率为: $a \times b$, 1%; $b \times d$, 2%; $d \times e$, 3%。

(a) 在 $AbDe \times aBdE$ 交叉中, 得到 AE 重组的频率多少?

(b) 在 AE 重组体中 $ABDE$ 的百分率是多少?

- 1-36 在基因型为 EFG 和 efg 的两个噬菌体的交叉中, 对 1000 个子代进行了分析。具有八种可能基因型的每种噬菌体的数目如下: efg , 396; EFG , 409; eFg , 23; efG , 1; EfG , 25; Efg , 75; eFG , 73; EFg , 1。试构建显示各标记基因位置的基因图。

- 1-37 某动物的皮毛有红白两色, 尾巴有长短两种。若红毛长尾与红毛长尾交配, 子代全是红毛。若白毛长尾与

白毛长尾交配，子代有红毛和白毛两种。若长尾与长尾交配，只产生长尾子代。若红毛短尾与另一红毛短尾交配，同时产生短尾和长尾子代。

(a) 对应于红毛、白毛、长尾、短尾表型的基因型是什么？

(b) 若白毛短尾与另一白毛短尾交配，得到的子代频率是： $1/9$ 红毛长尾； $2/9$ 红毛短尾； $2/9$ 白毛长尾； $4/9$ 白毛短尾。试解释何以会出现这样的频率。

- 1-38 翼手龙有蓝眼白眼、长翅短翅。蓝眼和长翅是显性性状。两个座位都是杂合子的蓝眼长翅雄体与同样也是杂合子的蓝眼长翅雌体交配。在子代中可以看到如下频率的表型： $3/8$ 蓝眼长翅雌体； $1/8$ 蓝眼短翅雌体； $3/16$ 蓝眼长翅雄体； $1/16$ 白眼短翅雄体。

(a) 在X染色体上携带的是什么基因(假定性别的决定与人类一样)？

(b) 始祖鸟也有蓝眼或白眼、长翅或短翅。也让杂合子蓝眼长翅雄体与蓝眼长翅雌体交配。此时子代中表型频率如下： $1/2$ 蓝眼长翅雌体； $1/4$ 蓝眼长翅雄体； $1/4$ 白眼短翅雄体。另一杂合子蓝眼长翅雌体与蓝眼长翅雄体交配得到 $1/2$ 蓝眼长翅雌体； $1/4$ 蓝眼短翅雌体； $1/4$ 白眼长翅雄体。始祖鸟与翼手龙在眼色和翅长上有何不同？

- 1-39 假定你得到一大肠杆菌突变株。为确定其基因型，在两种温度下测定其生长的营养需要。将 10^8 个细胞涂布在补充有各种氨基酸的基本琼脂平板上于 25°C 或 42°C 培养。生长情况列于表1-39A。

表1-39 A

培养基补充物	温度(℃)	菌落生长情况
His, Trp	25	无
His, Leu	25	10
Leu, Trp	25	汇合
His, Leu, Trp	25	汇合
His, Trp	42	无
His, Leu	42	8
Leu, Trp	42	12
His, Leu, Trp	42	汇合

(a) 该菌株是什么基因型?

(b) 为什么于25℃而不是42℃在含亮氨酸和色氨酸的平板上出现汇合生长层?

(c) 为什么在含组氨酸和色氨酸的平板上不出现菌落?

(d) 42℃时出现在含组氨酸和亮氨酸的琼脂平板上的菌落是什么基因型?

(e) 42℃时出现在含亮氨酸和色氨酸的琼脂平板上的菌落是什么基因型?

(f) 假定你有一基因型是 $met^- his^+ leu^+ trp^+$ 的 Hfr 菌株。已知该 Hfr 菌株很晚转移 met 。将 10^8 个 Hfr 菌株细菌与 10^9 个突变型细菌混合几小时使发生交配。将稀释10,000倍的混合液涂布在下列平板上,于42℃培养两天。结果如表1-39 B所示。

表1-39 B

琼脂培养基所含成分	得到菌落数
Trp, His	250
Leu, His	50
Leu, Trp	500
His	10