

全日制普通高级中学教科书（试验修订本·必修）

生物

第二册

人民教育出版社生物自然室 编著



SHENGWU

人民教育出版社

全日制普通高级中学教科书（试验修订本·必修）

生物

第二册

人民教育出版社生物自然室 编著



SHENGWU

人民教育出版社

全日制普通高级中学教科书(试验修订本·必修)

生 物

第二册

人民教育出版社生物自然室 编著

*

人民教育出版社 出版

(北京沙滩后街55号 邮编:100009)

网址: <http://www.pep.com.cn>

浙江省出版公司重印

浙江省新华书店发行

杭州出版学校印刷厂印刷

*

开本:890毫米×1194毫米 1/16 印张:8.75 字数:190 000

2000年11月第2版 2002年10月浙江第1次印刷

印数:1—242 780

ISBN 7-107-13911-8

G·7003(课)

定价:11.15元

版权所有·请勿擅用本书制作各类出版物·违者必究
如发现印、装质量问题,影响阅读,请与本厂联系调换。

说 明

一、《全日制普通高级中学教科书(试验修订本·必修)生物》是根据教育部2000年颁布的《全日制普通高级中学课程计划(试验修订稿)》和《全日制普通高级中学生物教学大纲(试验修订版)》的规定,遵照1999年全国教育工作会议的精神,在两省一市进行试验的《全日制普通高级中学教科书(试验本)·生物(必修)》的基础上进行修订的。此次修订的指导思想是:遵循“教育要面向现代化,面向世界,面向未来”的战略思想,贯彻教育必须为社会主义现代化建设服务,必须与生产劳动相结合,培养德、智、体、美全面发展的社会主义事业的建设者和接班人的方针,以全面推进素质教育为宗旨,全面提高普通高中教育质量。

普通高中教育,是与九年义务教育相衔接的高一层次的基础教育。高中教材的编写,旨在进一步提高学生的思想道德品质、文化科学知识、审美情趣和身体心理素质,培养学生的创新精神、实践能力、终身学习的能力和适应社会生活的能力,促进学生的全面发展,为高一二级学校和社会输送素质良好的合格的毕业生。

二、本书分为两册,分别供高中二年级学生第一学期和第二学期使用。本书的教学内容分为必学和选学。选学内容除教材中明确标出“选学”和“选做”的以外,还包括正文中以小号字编排的内容。

三、本书根据教学大纲规定,配有与教学内容相关的实验、实习和研究性课题共26个。实验要求学生在课堂上完成,实习和研究性课题需要学生在课堂教学之外完成。

四、本书设有“演示实验”、“小资料”、“课外读”及“课外生物科技活动”等栏目。设置上述栏目的目的是为了开阔学生视野,启发学生思考,提高学生的学习兴趣 and 培养学生的多种能力,教师应鼓励学生尽可能完成。

五、本书教学内容和行文中使用的量和单位,是依据国家技术监督局颁布的《中华人民共和国国家标准 GB 3100~3102—93 量和单位》。

六、本书的试验本由叶佩珉、赵占良主持编写工作,编写人员是赵占良、叶佩珉、刘真、张军、柴西琴、王真真、李红(按执笔章节顺序),责任编辑是王真真,审定者是叶佩珉。

参加本书讨论的有朱正威、郑春和、曹保义、刘启宪、王惠弟、刘毓森、陈志祺等。

七、参加本书修订的执笔人是赵占良、王真真、刘真、张军、柴西琴、谭永平、李红(按执笔章节顺序),责任编辑是王真真。

八、本书的美术编辑是林荣桓,参加图稿绘制的有李宏庆、林荣桓、高巍、郑文娟、张蓓、何慧君、杨文杰、姜吉维、郭威等。为本书提供照片的有刘俊波、蔡惟

年、董志刚、崔丽筠、蒋卫杰、宋世君、王润生、刘录祥、李都、邓佳、肖尊安、国家863计划生物领域、国家海洋局、教育部教学仪器研究所等。为本书摄影的有关锡良、石磊等。

九、本书在编写过程中得到了许多专家、教师和教学研究人员的大力支持和帮助。北京大学翟中和院士、吴鹤龄教授、吴相钰教授、陈守良教授、王镜岩教授，北京师范大学孙儒泳院士、王玢教授、彭奕欣教授，国家环境保护局任耐安同志，以及北京医科大学金明教授，分别审阅了有关章节的初稿。天津市教育教研室和天津市南开中学等单位为本书中的实验、实习等项目做了大量的工作，提供了有利条件。在此一并表示衷心的感谢。在本书试用期间，欢迎广大师生和读者提出宝贵的意见和建议。

本册教材经教育部中小学教材审定委员会审读，尚待审查。

人民教育出版社生物自然室

2000年11月

目 录

第六章 遗传和变异 1

第一节 遗传的物质基础 2

一 DNA 是主要的遗传物质 2

【实验十一】DNA 的粗提取与鉴定 5

二 DNA 分子的结构和复制 7

【实验十二】制作 DNA 双螺旋结构模型 8

● 课外读 DNA 双螺旋结构的发现 11

三 基因的表达 12

● 课外读 “人体的阿波罗计划”——人类基因组计划

..... 17

第二节 遗传的基本规律 18

一 基因的分离定律 18

【实验十三】性状分离比的模拟实验 22

● 课外读 ABO 血型与亲子鉴定 29

二 基因的自由组合定律 30

【实习 2】用当地某种生物做有性杂交试验（选做） 35

三 基因的连锁和交换定律 36

第三节 性别决定和伴性遗传 40

【实验十四】人类染色体的组型分析 41

● 课外读 数量性状遗传漫谈 46

第四节 生物的变异 47

一 基因突变和基因重组 48

● 课外读 神奇的“太空椒” 51

二 染色体变异 52

【实验十五】观察果蝇唾腺巨大染色体装片（选做） 53

● 课外读 我国古代对生物变异特性的认识和利用 57

第五节 人类遗传病与优生 58

研究性课题 调查人群中的遗传病 62

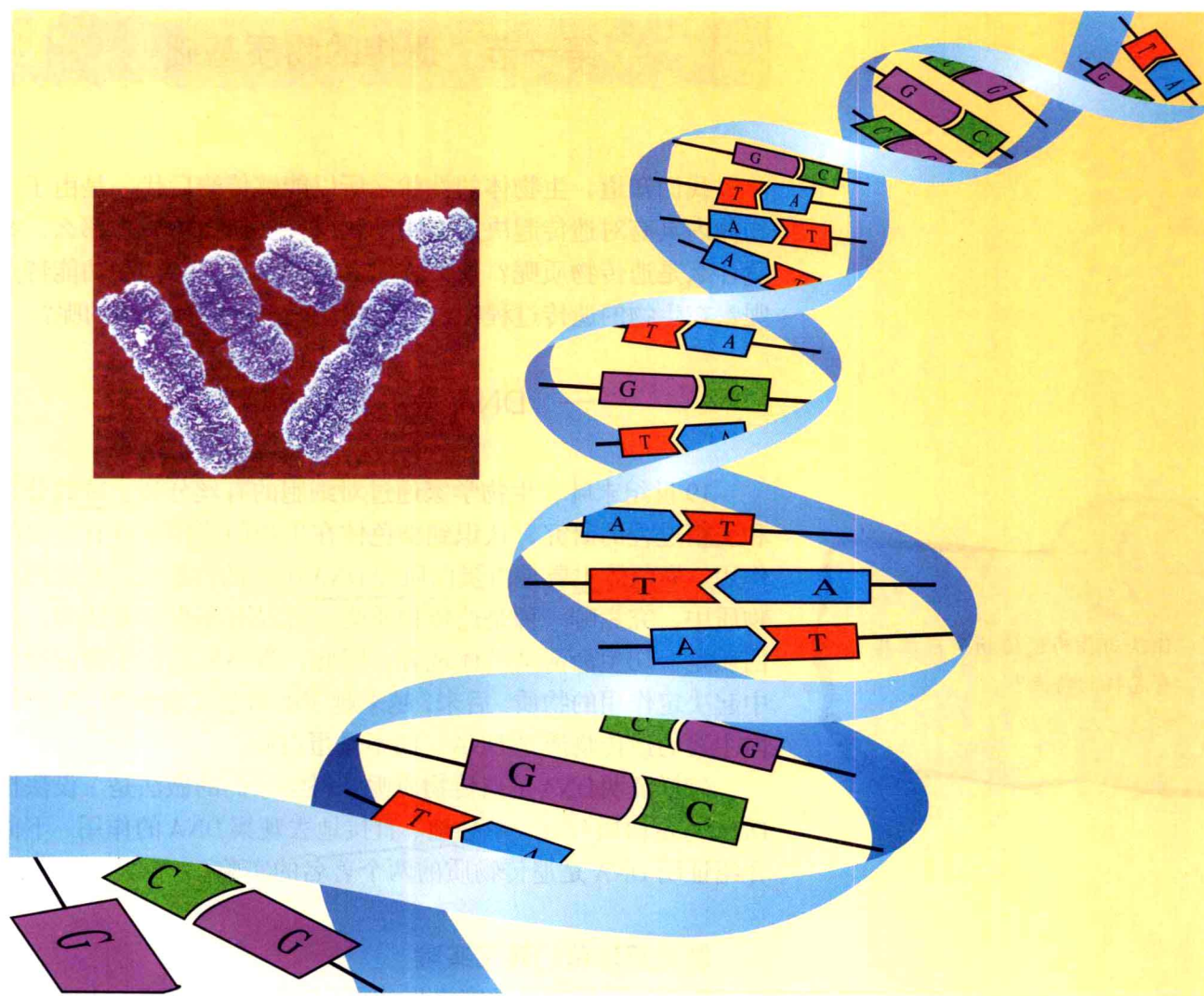
● 课外读 “试管婴儿”问世 63

第七章 生物的进化 64

第一节 现代生物进化理论简介 65

● 课外读 中性学说 69

第二节 生物的进化过程和分界 (选学)	70
第三节 人类的起源和发展	73
一 人类的起源	73
【实验十六】 用 DNA 分子杂交的方法	
鉴定人猿间亲缘关系的模拟实验	75
二 人类的发展	77
● 课外读 人种漫谈	81
第八章 生物与环境	82
第一节 生物与环境的相互关系	83
一 生态因素对生物的影响	83
二 生物对环境的适应和影响	87
第二节 种群和生物群落	91
【实习 3】 种群密度的取样调查	97
● 课外读 生物群落的演替	98
第三节 生态系统	98
一 生态系统的概念和类型	98
● 课外读 生物圈漫谈	102
二 生态系统的结构	103
三 生态系统的能量流动	106
四 生态系统的物质循环	108
五 生态系统的稳定性	110
【实习 4】 设计并制作小生态瓶, 观察生态系统的稳定性	113
● 课外读 生态农业简介	114
第九章 生态环境的保护	115
第一节 生物多样性及其保护	116
研究性课题 收集并交流我国自然保护区的资料	121
第二节 环境污染的危害	122
研究性课题 调查环境污染对生物的影响	126
● 课外读 环境污染与“三致作用”	127
第三节 环境污染的防治	127
● 课外读 世界环境日	131
附录 部分中英文名词对照表	132



DNA 双螺旋结构的发现标志着生物科学进入分子生物学时代

第六章 遗传和变异

生物都具有遗传和变异的现象，这是人类早已认识到的。但是，遗传和变异究竟是怎样发生的？在生物体内是什么物质对遗传和变异起着决定作用？生物的遗传和变异有哪些共同的基本规律？对于这些问题进行深入的科学研究，并且不断获得突破性的进展，都是近 100 多年来的事。19 世纪 60 年代，遗传学家孟德尔（G. J. Mendel, 1822—1884）从生物的性状出发，发现了遗传的两个基本定律。到 20 世纪中叶，科学家们已经能够从分子水平上来探讨遗传的本质。现在，随着生物技术的发展，人们又在分子水平上实现了对遗传物质的重新组合，解决了许多与人类的生产和生活密切相关的问题。

第一节 遗传的物质基础

我们知道，生物体的性状之所以能够传给后代，是由于生物体内具有对遗传起决定作用的物质——遗传物质。那么，究竟什么是遗传物质呢？遗传物质具有什么样的结构和功能特点呢？在生物的遗传过程中，遗传物质是怎样发挥作用的呢？

一 DNA 是主要的遗传物质

19 世纪末叶，生物学家通过对细胞的有丝分裂、减数分裂和受精过程的研究，认识到染色体在生物的遗传中具有重要的作用。染色体主要是由蛋白质和 DNA 组成的。那么，在这两种物质中，究竟哪一种是遗传物质呢？曾经有不少学者认为，蛋白质是一切生命活动的体现者，因此，蛋白质是在生物的遗传中起决定作用的物质。后来，越来越多的科学实验证明，生物体内主要的遗传物质是 DNA，而不是蛋白质。

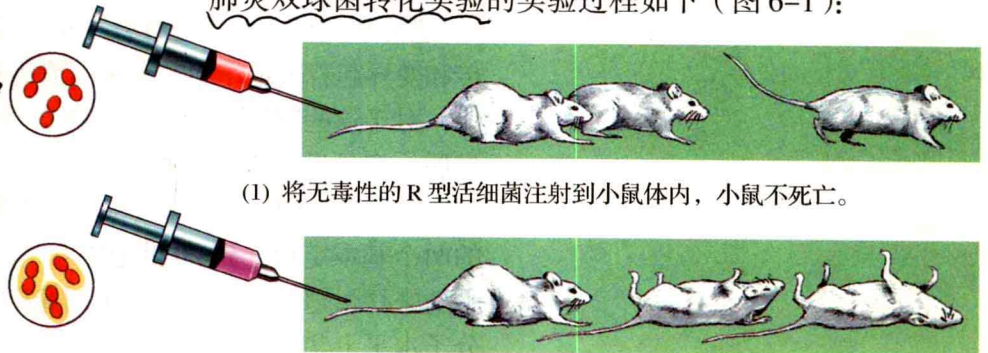
怎样证明 DNA 是遗传物质呢？科学家们的做法是：设法把 DNA 与蛋白质分开，单独地、直接地去观察 DNA 的作用。下面介绍证明 DNA 是遗传物质的两个著名的实验。

肺炎双球菌的转化实验

1928 年，英国科学家格里菲思 (F. Griffith, 1877—1941) 用肺炎双球菌在小鼠身上进行转化实验。当时，他用了两种不同类型的肺炎双球菌。一种叫 R 型细菌，它的菌落粗糙，菌体无多糖类的荚膜，是无毒性的球型菌；另一种叫 S 型细菌，它的菌落光滑，菌体有多糖类的荚膜，是有毒性的球形菌，可以使人患肺炎或使小鼠患败血症。

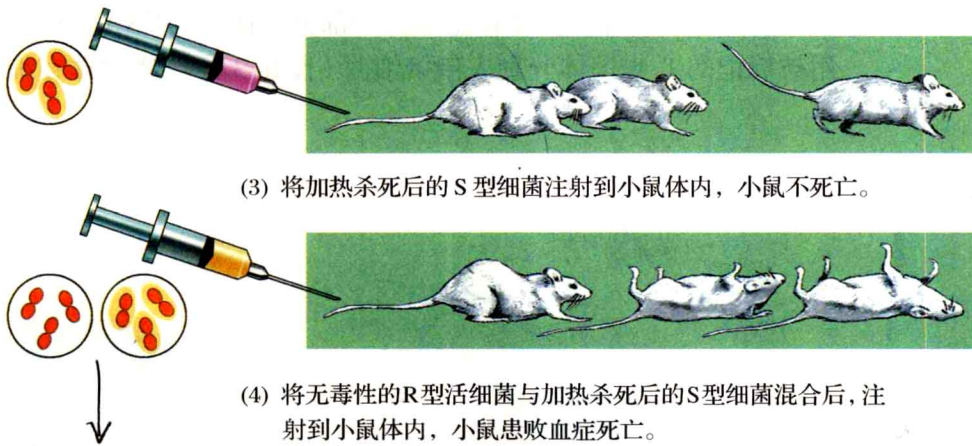
肺炎双球菌转化实验的实验过程如下 (图 6-1)：

R型 粗糙 无荚膜 无毒
S型 光滑 有荚膜 有毒



(1) 将无毒性的 R 型活细菌注射到小鼠体内，小鼠不死亡。

(2) 将有毒性的 S 型活细菌注射到小鼠体内，小鼠患败血症死亡。



(3) 将加热杀死后的 S 型细菌注射到小鼠体内，小鼠不死亡。

(4) 将无毒性的 R 型活细菌与加热杀死后的 S 型细菌混合后，注射到小鼠体内，小鼠患败血症死亡。

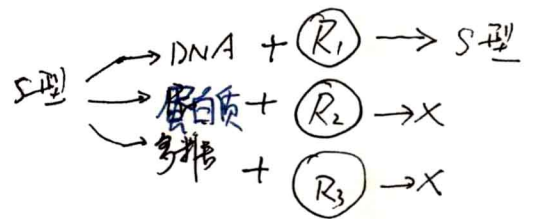
图 6-1 肺炎双球菌的转化实验

有毒 S 型活细菌

格里菲思从第四组实验的小鼠尸体上分离出了有毒性的 S 型活细菌，这表明无毒性的 R 型活细菌在与被加热杀死的 S 型细菌混合后，转化为有毒性的 S 型活细菌。接着，格里菲思又发现，这些转化成的 S 型细菌的后代也是有毒性的 S 型细菌，可见这种性状的转化是可以遗传的。

为什么无毒性的 R 型活细菌能够转化成有毒性的 S 型活细菌呢？格里菲思的结论是：在第四组实验中，已经被加热杀死的 S 型细菌中，必然含有某种促成这一转化的活性物质——“转化因子”。但是，那时格里菲思并不知道转化因子是什么物质。

为了弄清楚转化因子究竟是什么物质，1944 年，美国科学家艾弗里 (O. Avery, 1877—1955) 和他的同事，从 S 型活细菌中提取出了 DNA、蛋白质和多糖等物质，然后将它们分别加入培养 R 型细菌的培养基中，结果发现只有加入 DNA，R 型细菌才能够转化为 S 型细菌，DNA 的纯度越高，转化就越有效。艾弗里还发现，如果用 DNA 酶处理从 S 型活细菌中提取出的 DNA，使 DNA 分解，就不能使 R 型细菌发生转化。由此可见，转化因子就是 DNA。艾弗里等人的研究工作表明：DNA 才是使 R 型细菌产生稳定的遗传变化的物质，也就是说 DNA 是遗传物质。



噬菌体侵染细菌的实验

T₂ 噬菌体是一种专门寄生在细菌体内的病毒 (图 6-2)，T₂ 噬菌体侵染细菌后，就会在自身遗传物质的作用下，利用细菌体内的物质来合成自身的组成成分，从而进行大量增殖。T₂ 噬菌体头部和尾部的外壳是由蛋白质构成的，在它的头部内含有一个 DNA 分子。那么，T₂ 噬菌体的遗传物质究竟是蛋白质还是 DNA 呢？

科学家首先用放射性同位素 ³⁵S 标记了一部分噬菌体的蛋白

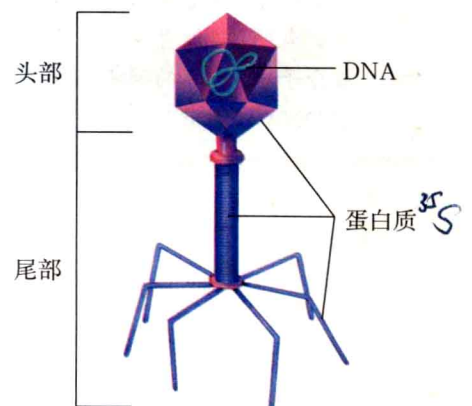


图 6-2 T₂ 噬菌体的模式图

质,并用放射性同位素 ^{32}P 标记了另一部分噬菌体的DNA。然后,用被标记的 T_2 噬菌体分别去侵染细菌(图6-3)。当噬菌体在细

为什么选择 ^{35}S 和 ^{32}P 这两种同位素分别对蛋白质和DNA作标记?用 ^{14}C 和 ^{18}O 等同位素可行吗?

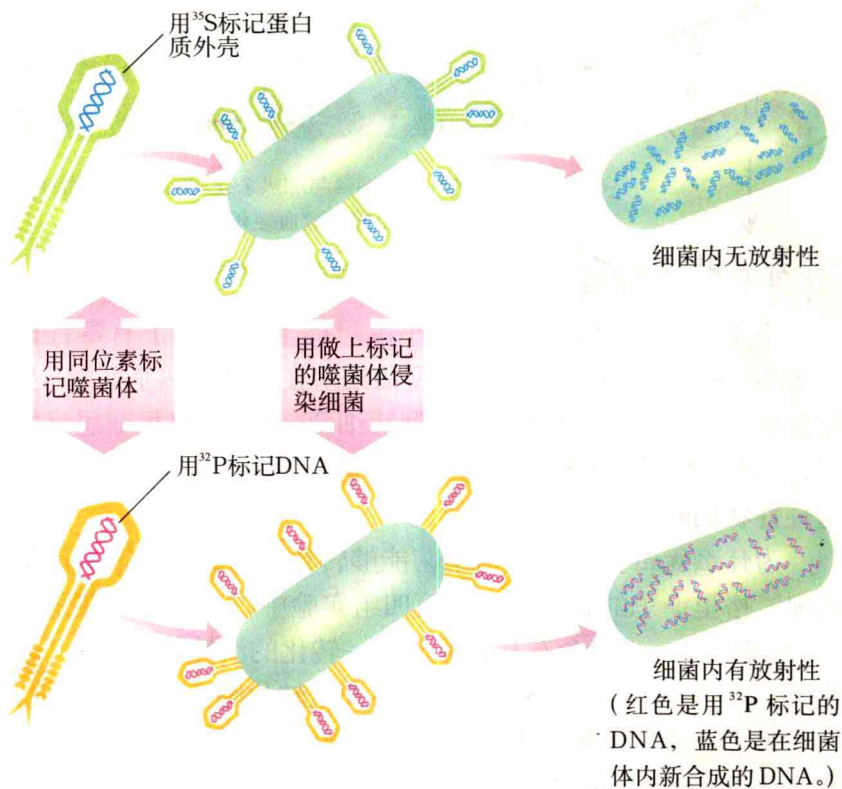


图6-3 T_2 噬菌体侵染细菌的实验

小资料

在 T_2 噬菌体的化学组分中,60%是蛋白质,40%是DNA。对蛋白质和DNA的进一步分析表明:硫仅存在于蛋白质分子中,99%的磷都存在于DNA分子中。

菌体内大量增殖时,生物学家对被标记物质进行测试。测试的结果表明,噬菌体的蛋白质并没有进入细菌内部,而是留在细菌的外部,噬菌体的DNA却进入了细菌体内。可见,噬菌体在细菌内的增殖是在噬菌体DNA的作用下完成的。

上述实验结果表明:在噬菌体中,亲代和子代之间具有连续性的物质是DNA,而不是蛋白质。也就是说,子代噬菌体的各种性状,是通过亲代的DNA遗传给后代的,因此,DNA才是真正的遗传物质。

现代科学研究证明,遗传物质除了DNA以外,还有RNA。有些病毒不含有DNA,只含有蛋白质和RNA,如烟草花叶病毒。从烟草花叶病毒中提取出来的蛋白质,不能使烟草感染病毒,但是,从这些病毒中提取出来的RNA,却能使烟草感染病毒。因此,在这些病毒中,RNA是遗传物质。因为绝大多数生物的遗传物质是DNA,所以说DNA是主要的遗传物质。



【实验十一】DNA的粗提取与鉴定

实验原理

DNA在氯化钠溶液中的溶解度，是随着氯化钠的浓度的变化而改变的。①氯化钠的物质的量浓度为0.14 mol/L时，DNA的溶解度最低。利用这一原理，可以使溶解在氯化钠溶液中的DNA析出。

②DNA不溶于酒精溶液，但是细胞中的某些物质则可以溶于酒精溶液。利用这一原理，可以进一步提取出含杂质较少的DNA。

③DNA遇二苯胺（沸水浴）会染成蓝色，因此，二苯胺可以作为鉴定DNA的试剂。

目的要求

初步掌握DNA的粗提取和鉴定的方法，观察提取出来的DNA物质。

材料用具

鸡血细胞液^①（5~10 mL）。

铁架台，铁环，镊子，三角架，酒精灯，石棉网，载玻片，玻璃棒，滤纸，滴管，量筒（100 mL，1个），烧杯（100 mL，1个，50 mL、1000 mL各2个），试管（20 mL，2个），漏斗，试管夹，纱布。

体积分数为95%的酒精溶液（实验前置于冰箱内冷却24 h），蒸馏水，质量浓度为0.1 g/mL的柠檬酸钠溶液，物质的量浓度分别为2 mol/L和0.015 mol/L的氯化钠溶液，二苯胺试剂。

方法步骤

实验前需要制备鸡血细胞液（由教师完成），制备的方法是：取质量浓度^②为0.1 g/mL的柠檬酸钠溶液（抗凝剂）100 mL，置于500 mL烧杯中。

将宰杀活鸡流出的鸡血（约180 mL）注入烧杯中，同时用玻璃棒搅拌，使血液与柠檬酸钠溶液充分混合，以免凝血。然后，将血液倒入离心管内，用1 000 r/min（转每分）的离心机离心2 min，此时血细胞沉淀于离心管底部。实验时，用吸管除去离心管上部的澄清液，就可以得到鸡血细胞液。（如果没有离心机，可以将烧杯中的血液置于冰箱内，静置一天，使血细胞自行沉淀。）

1. 提取鸡血细胞的细胞核物质

将制备好的鸡血细胞液5~10 mL，注入到50 mL烧杯中。向烧杯中加入蒸馏水20 mL，同时用玻璃棒沿一个方向快速搅拌5 min，使血细胞加速破裂。然后，用放有纱布的漏斗将血细胞液过滤至1 000 mL的烧杯中，取其滤液。

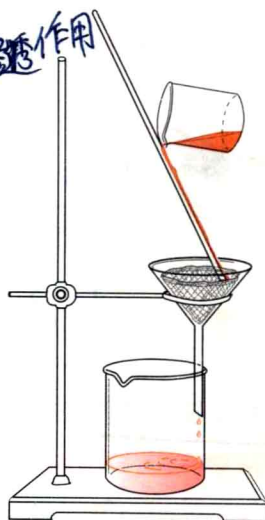
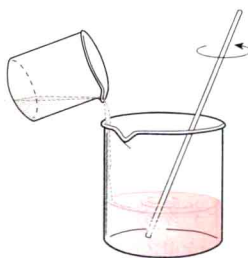
2. 溶解细胞核内的DNA

将物质的量浓度为2 mol/L的氯化钠溶液40 mL加入到滤液中，并用玻璃棒沿一个方向搅拌1 min，使

其混合均匀，这时DNA在溶液中呈溶解状态。

3. 析出含DNA的黏稠物

沿烧杯内壁缓缓加入蒸馏水，同时用玻璃棒沿一个方向不停地轻轻搅拌，这时



①本实验还可以用菜花做实验材料，具体方法步骤见教师教学用书。

②某物质的质量浓度是指单位体积的溶液中所含某溶质的质量，单位是kg/L(千克每升)。

为什么叫鸡血c液?

烧杯中有丝状物出现，注意观察丝状物呈什么颜色。继续加入蒸馏水，溶液中出现的黏稠物会越来越多。当黏稠物不再增加时停止加入蒸馏水。（这时溶液中氯化钠的物质的量浓度相当于 0.14 mol/L 。）

4. 滤取含 DNA 的黏稠物

用放有多层纱布的漏斗，过滤步骤 3 中的溶液至 1000 mL 的烧杯中，含 DNA 的黏稠物被留在纱布上。

5. 将 DNA 的黏稠物再溶解

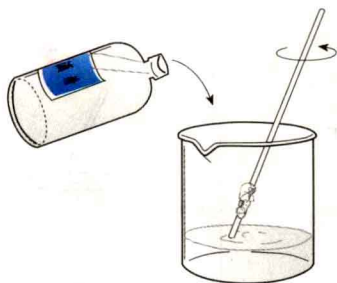
取一个 50 mL 烧杯，向烧杯内注入物质的量浓度为 2 mol/L 的氯化钠溶液 20 mL 。用钝头镊子将纱布上的黏稠物夹至氯化钠溶液中，用玻璃棒沿一个方向不停地搅拌 3 min ，使黏稠物尽可能多地溶解于溶液中。

6. 过滤含有 DNA 的氯化钠溶液

取一个 100 mL 烧杯，用放有两层纱布的漏斗过滤步骤 5 中的溶液。取其滤液，DNA 溶于滤液中。

7. 提取含杂质较少的 DNA

在上述滤过的溶液中，加入冷却的、体积分数为 95% 的酒精溶液 50 mL （使用冷却的酒精，对 DNA 的凝集效果较佳），并用玻璃棒沿一个方向搅拌，溶液



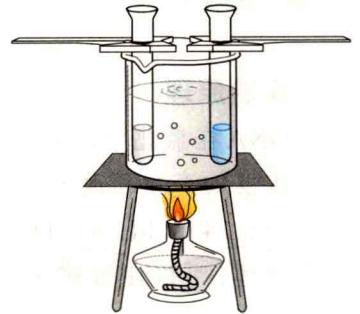
会出现含杂质较少的丝状物。用玻璃棒将丝状物卷起，并用滤纸吸取上面的水分。这种丝状物的主要成分就是 DNA。注意观察丝状物是什么颜色的。

会出现含杂质较少的丝状物。用玻璃棒将丝状物卷起，并用滤纸吸取上面的水分。这种丝状物的主要成分就是 DNA。注意观察丝状物是什么颜色的。

8. DNA 的鉴定

取两支 20 mL 的试管，各加入物质的量浓度为 0.015 mol/L 的氯化钠溶液 5 mL ，将丝状物放入其中一支试管中，用玻璃棒搅拌，使丝状物溶解。

然后，向两支试管中各加入 4 mL 的二苯胺试剂。混合均匀后，将试管置于沸水中加热 5 min ，待试管冷却后，观察并且比较两支试管中溶液颜色的变化。



结论

将观察到的现象和得出的结论填写在《实验报告册》上。

讨论

1. 提取鸡血中的 DNA 时，为什么要除去血液中的上清液？

2. 步骤 1 和步骤 3 中都需要加入蒸馏水，两次加入的作用相同吗？为什么？

3. DNA 的直径约为 2 nm ，实验中出现的丝状物的粗细是否表示一个 DNA 分子直径的大小？

复习题

一、填空题

1. 证明 DNA 是遗传物质的著名的实验是：

肺炎双球菌转化实验 实验和 噬菌体侵染细菌 的实验。

2. 20 世纪 40~60 年代间，科学家相继用不同的实验证明了 DNA 是遗传物质，这些实验都是设法把 DNA 和 蛋白质分开，以便能够 单独地、直接地 去观察 DNA 的作用。

二、判断题

1. 细胞中的所有 DNA 都是染色体的组成成分。 (X)

2. 真核生物细胞中的遗传物质都是 DNA，病毒中的遗传物质都是 RNA。 (X)

三、简答题

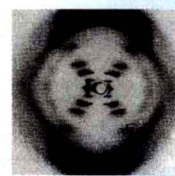
肺炎双球菌的转化实验中，能够证明 DNA 是遗传物质的最关键的实验设计思路是什么？要实现这一设计思路，需要具备怎样的技术手段？这对于你认识科学与技术之间的相互关系有什么启示？

二 DNA 分子的结构和复制

我们已经知道DNA是遗传物质，通过它能够使上一代的性状在下一代表现出来。那么，DNA 为什么能够起遗传作用呢？这与它的结构和功能特点有着密切关系。

DNA 分子的结构

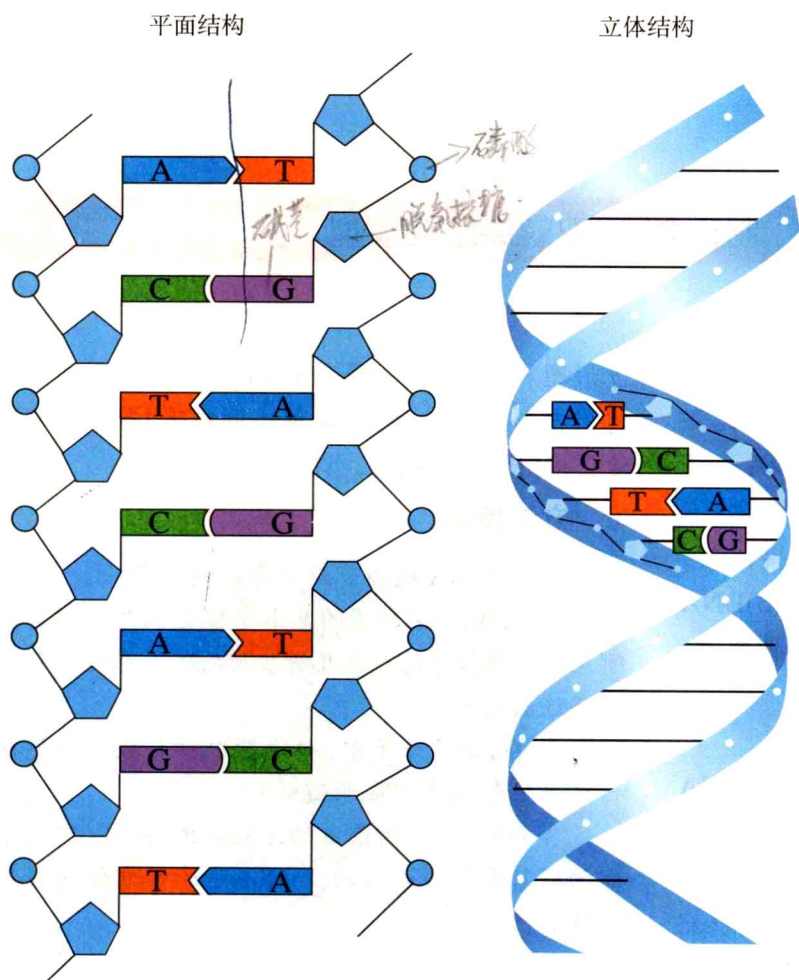
20世纪40~50年代，科学家已经知道DNA分子是由4种脱氧核苷酸组成的一种高分子化合物。但是，对于只由4种脱氧核苷酸组成的DNA分子为什么能够成为遗传物质，仍然感到困惑不解。为此，许多科学家都投入到对DNA分子结构的研究中。1953年，美国科学家沃森（J. D. Watson, 1928—）和英国科学家克里克（F. Crick, 1916—），共同提出了DNA分子的双螺旋结构模型(图6-4)。



小资料

左图是一张DNA的X射线衍射图。

X衍射技术是用X光透过物质的结晶体，使其在照片底片上衍射出晶体图案的技术。这个方法可以用来推测晶体中的分子排列。沃森和克里克就是根据对DNA的X光衍射结果，以及对DNA分子不同碱基之间数量关系的分析，提出了DNA分子的双螺旋结构模型。



A G C T

腺嘌呤 胸腺嘧啶

A = T

C = G

胞嘧啶 鸟嘌呤

cell

A 腺嘌呤

G 鸟嘌呤

C 胞嘧啶

T 胸腺嘧啶

图6-4 DNA分子的结构模式图

从DNA分子的结构模式图中可以看出，DNA分子的基本单位是脱氧核苷酸(图6-5)。由于组成

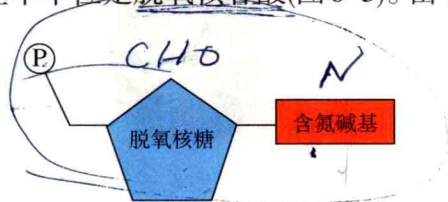


图6-5 DNA的基本单位——脱氧核苷酸

脱氧核苷酸的碱基只有4种：腺嘌呤(A)、鸟嘌呤(G)、胞嘧啶(C)和胸腺嘧啶(T)，因此，脱氧核苷酸也有4种，即腺嘌呤脱氧核苷酸、鸟嘌呤脱氧核苷酸、胞嘧啶脱氧核苷酸和胸腺嘧啶脱氧核苷酸。很多个脱氧核苷酸聚合成为脱氧核苷酸链。

沃森和克里克认为，DNA分子的立体结构是规则的双螺旋结构。这种结构的主要特点是：(1)DNA分子是由两条链组成的，这两条链按反

向平行方式盘旋成双螺旋结构。(2)DNA分子中的脱氧核糖和磷酸交替连接，排列在外侧，构成基本骨架；碱基排列在内侧。(3)DNA分子两条链上的碱基通过氢键连接成碱基对，并且碱基配对有一定的规律：A(腺嘌呤)一定与T(胸腺嘧啶)配对；G(鸟嘌呤)一定与C(胞嘧啶)配对。碱基之间的这种一一对应关系，叫做碱基互补配对原则。

在DNA分子的结构中，碱基之间的氢键具有固定的数目，即A与T之间以2个氢键相连(A=T)，G与C之间以3个氢键相连(G≡C)。由于嘌呤分子(A、G)大于嘧啶分子(C、T)，因此，要保持DNA两条长链之间的距离不变，必定是一个嘌呤与一个嘧啶配对。根据碱基分子所占空间的大小，只有A与T配对，G与C配对，碱基对的长度才能大致相同。

根据DNA分子的上述特点，沃森和克里克作出了DNA分子的双螺旋结构模型。



【实验十二】制作DNA双螺旋结构模型

实验原理

DNA分子具有特殊的空间结构——规则的双螺旋结构，这一结构的主要特点是：(1)DNA分子由两条反向平行的脱氧核苷酸长链盘旋而成。(2)DNA分子中的脱氧核糖和磷酸交替连接，排列在外侧，构成基本骨架；碱基排列在内侧。(3)DNA分子两条链上的碱基按照互补配对原则两两配对，并且以氢键连接。

目的要求

通过制作DNA双螺旋结构模型，加深对DNA分子结构特点的理解和认识。

材料用具

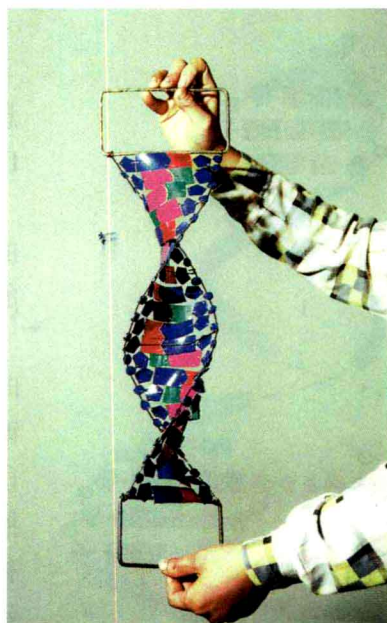
硬塑方框2个(长约10 cm)，细铁丝2根(长约0.5 m)，球形塑料片(代表磷酸)若干，双层五

边形塑料片(代表脱氧核糖)若干，4种不同颜色的长方形塑料片(代表4种不同碱基)若干，粗铁丝2根(长约10 cm)，订书钉。

方法步骤

制作DNA模型前应该考虑的问题：

1. 组成DNA分子的基本单位是什么？它是由哪几种物质构成的？这几种物质之间是在什么部位相互连接的？
2. 在DNA分子中，每个脱氧核苷酸之间是在什么部位相互连接成长链的？
3. DNA分子两条链的方向是怎样的？它们之间的碱基是怎样连接的？DNA分子的立体构型是怎样的？



1. 取一个硬塑方框，在硬塑方框一侧的两端各拴上一条长 0.5 m 的细铁丝。

2. 将一个剪好的球形塑料片(代表磷酸)和一个长方形塑料片(4种不同颜色的长方形塑料片分别代表4种不同的碱基)，分别用订书钉连接在一个剪好的五边形塑料片(代表脱氧核糖)上。用同样的方法制作一个个含有不同碱基的脱氧核苷酸模型。

3. 将若干个制成的脱氧核苷酸模型，按照一定的碱基顺序依次穿在一条长细铁丝上，这样就制作好了一条 DNA 链。按同样方法制作好 DNA 的另一条链(注意碱基的顺序及脱氧核苷酸的方向)，用订书钉将两条链之间的互补碱基连接好。

4. 将两条铁丝的末端分别拴到另一个硬塑方框一侧的两端，并在所制模型的背侧用两根较粗的铁丝加固。双手分别提起硬塑方框，拉直双链，旋转一下，即可得到一个 DNA 分子的双螺旋结构模型。

讨论

1. 作为遗传物质，应该储存有大量的遗传信息。DNA 只含有 4 种脱氧核苷酸，它是怎样储存足够量的遗传信息的？

2. 作为遗传物质，应该能够精确地复制自己。设想一下，DNA 分子是如何复制自己的？

从制作的 DNA 双螺旋结构模型中可以看出，组成 DNA 分子的碱基虽然只有 4 种，但是，碱基对的排列顺序却是千变万化的。例如，在生物体内，一个最短的 DNA 分子也大约有 4 000 个碱基对，这些碱基对可能的排列方式就有 4^{4000} 种。碱基对的排列顺序就代表了遗传信息。由此可见，DNA 分子是能够储存大量的遗传信息的。碱基对的排列顺序的千变万化，构成了 DNA 分子的多样性，而碱基对的特定的排列顺序，又构成了每一个 DNA 分子的特异性，这就从分子水平上说明了生物体具有多样性和特异性的原因。

碱基对 4 种

A=T
T=A
C≡G
G≡C

边读边记 · 边学边记

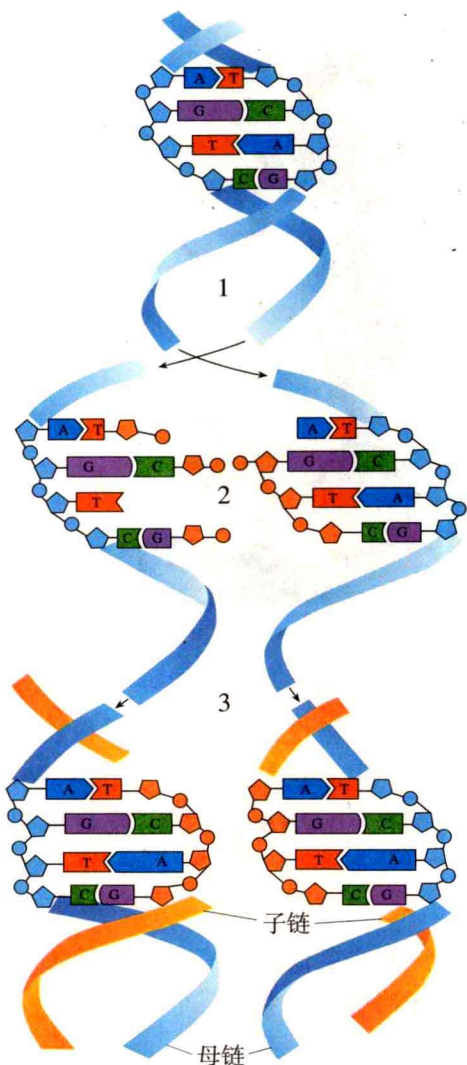


图 6-6 DNA 分子的复制图解

1. 解旋
2. 以母链为模板进行碱基配对
3. 形成两个新的 DNA 分子

DNA 分子的复制

DNA 分子的结构不仅使 DNA 分子能够储存大量的遗传信息，还使 DNA 分子能够传递遗传信息。遗传信息的传递是通过 DNA 分子的复制来完成的。

DNA 分子的复制是指以亲代 DNA 分子为模板合成子代 DNA 的过程。这一过程是在细胞有丝分裂的间期和减数第一次分裂的间期，随着染色体的复制而完成的。

DNA 的复制是一个边解旋边复制的过程(图 6-6)。复制开始时，DNA 分子首先利用细胞提供的能量，在解旋酶的作用下，把两条螺旋的双链解开，这个过程叫做解旋。然后，以解开的每一段母链为模板，以周围环境中游离的 4 种脱氧核苷酸为原料，按照碱基互补配对原则，在有关酶的作用下，各自合成与母链互补的一段子链。随着解旋过程的进行，新合成的子链也不断地延伸，同时，每条子链与其对应的母链盘绕成双螺旋结构，从而各形成一个新的 DNA 分子。这样，复制结束后，一个 DNA 分子就形成了两个完全相同的 DNA 分子。新复制出的两个子代 DNA 分子，通过细胞分裂分配到子细胞中去。

由于新合成的每个 DNA 分子中，都保留了原来 DNA 分子中的一条链，因此，这种复制方式叫做半保留复制。

由 DNA 的复制过程可以看出，DNA 分子复制需要模板、原料、能量和酶等基本条件。DNA 分子独特的双螺旋结构，为复制提供了精确的模板，通过碱基互补配对，保证了复制能够准确地进行。

DNA 分子通过复制，使遗传信息从亲代传给了子代，从而保持了遗传信息的连续性。

复习题

一、填空题

1. 在 DNA 分子中，由于组成脱氧核苷酸的碱基有 4 种(A、G、C、T)，因此，构成 DNA 分子的脱氧核苷酸也有 4 种，它们的名称是：腺嘌呤脱氧核苷酸，鸟嘌呤脱氧核苷酸，胞嘧啶脱氧核苷酸 和 胸腺嘧啶脱氧核苷酸。

2. 从 DNA 分子的复制过程可以看出，DNA 分子复制需要模板、原料、能量 和 酶 等条件。DNA 分子的结构能够为复制 DNA 提供精确的模板，通过碱基互补配对 保证了复制能够准确地进行。

二、判断题

1. 在 DNA 分子中，碱基的比率总是 $(A+G)/(T+C)=1$ 。

(✓)

2. 在细胞有丝分裂的中期，每条染色体是由两条染色单体组成的，所以 DNA 的复制也是在这个时期完成的。

(✗)

三、选择题

1. DNA 分子具有多样性的原因是：

(A) DNA 是由 4 种脱氧核苷酸组成的；