

科学图书馆

校园科学实验

兴趣 爱好 启智 动手
铺垫未来的作为

遗传科学实验

GENETICS SCIENCE EXPERIMENTS

[美] 帕梅拉·沃克 伊莱恩·伍德 著 丛书主译 刘淑华

郭威 陈玥 译



YZL10890166868



上海科学技术文献出版社

科学图书馆

校园科学实验

兴趣 爱好 启智 动手
铺垫未来的作为

遗传科学实验

GENETICS SCIENCE EXPERIMENTS

[美] 帕梅拉·沃克 伊莱恩·伍德 著 丛书主译 刘淑华
郭威 陈玥 译



宁波市鄞州区图书馆
藏书



YZLI0890166868



上海科学技术文献出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

校园科学实验. 遗传科学实验/(美)帕梅拉·沃克等著;
郭威等译. —上海: 上海科学技术文献出版社, 2012. 1
ISBN 978-7-5439-5098-6

I. ①校… II. ①帕… ②郭… III. ①遗传学—实验—
青年读物 ②遗传学—实验—少年读物 IV. ①Z228. 2②
Q3-33

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第235047号

Facts on File Science Experiments
Genetics Experiments

Copyright © 2011 by Infobase Publishing

Copyright in the Chinese language translation (Simplified character rights only) ©
2012 Shanghai Scientific & Technological Literature Publishing House

All Rights Reserved
版权所有, 翻印必究

图字: 09-2011-413

责任编辑: 于 虹
美术编辑: 徐 利

校园科学实验
遗传科学实验

[美]帕梅拉·沃克 伊莱恩·伍德 著 郭 威 陈 玥 译

*

上海科学技术文献出版社出版发行
(上海市长乐路746号 邮政编码200040)

全国新华书店经销
江苏常熟市人民印刷厂印刷

*

开本740×970 1/16 印张9.25 字数155 000

2012年1月第1版 2012年1月第1次印刷

ISBN 978-7-5439-5098-6

定价: 18.00元

<http://www.sstlp.com>

序 言

几个世纪以来,人类不断地对周围世界进行探索和研究,从中获得的知识不断积累成科学。科学知识的代代传承通过一系列的教育活动得以实现。所有科学教育活动的一项基本目的就是培养年轻人的批评性思维和解决问题的能力,而这些能力是受益终生的。

科学知识教育具有学术独特性,不仅要展现事实规律、传授技能,更要培养学生的好奇心和创造性。因此,科学是主动的过程,不可能完全用被动的教学方法实现上述目标。教育工作者时常面临“科学教育的最佳途径是什么”这样的难题。尽管尚无确切答案,但是教育界的一些研究成果还是为我们带来了有益的启示。

研究表明,学生必须积极主动地参与科学实践,通过切身体验学习科学知识。我们要鼓励学生摆脱和超越书本,敢于质疑,提出新奇的设想,进行大胆的预测和假设,自己设计实验内容和步骤,并能收集相关信息,记录实验数据,分析所发现的结果,并且能够利用各种资源来拓展知识。换言之,在学习科学的过程中,学生们不能只用耳朵“听”,还必须动手“做”。

所谓“做”科学就是进行科学实验。涉及科学的课程当中,实验部分发挥着多项教育功能。在很多情况下,需要实际操作的教学活动能有效地激发学生的兴趣,有助于新课题的导入。例如,我们介绍某一有争议的实验,会激发学生的探究欲望并解开现象背后的谜团。课堂上的调查研究活动也有助于学生温故知新。根据神经科学的理论,科学实验和其他学习实践活动有助于将新知识从短期记忆转化成长期记忆。

“中学生科学实验”系列丛书共有12册,汇集了多学科的实验内容,能够吸引学生兴趣,使之能够进行实践操作,实现所谓的“做”科学。丛书中丰富的内容和趣味浓厚的实验将引领学生步入科学世界,提供亲身参与实践并进行独立思考的机会,逐步打好科学知识基础。

“中学生科学实验”系列丛书通俗易懂,可作为教师的参考书,是创新型课堂探究活动的资源,丛书涉及的研究领域包括:法医科学、化学、自然科学、环境科学、地球科学、人体科学、遗传科学、生态科学、海洋科学、太空与天文学、计算机科学、天气与气候等。各类实验配有插图和图解,便于抓住学生注意力,直观地传递信息。所有实验都会综合调动学生进行科学探究的各方面技能,诸如观察、测量、归类、分析以及预测等。此外,某些实验要求学生通过自己设计并完成开放式实验项目,锻炼其探究科学的能力。

本套丛书的每本书中有 20 项实验,还有有关安全准则的实验前必读、国家科学教育标准的实验范围和序列表等。“简介”部分对每本书的实验主题进行了总体概述。书中的每个实验也包含了具体的安全提示、实验材料、实验步骤、分析、实验中将会发生什么、与现实生活的联系等。

作者帕梅拉·沃克(Pamela Walker)和伊莱恩·伍德(Elaine Wood)拥有 40 多年丰富的科学教育经验,他们敏锐地捕捉到了科学课堂上师生们的需求,出版了多部面向中学师生的科学著作。他们在其家乡佐治亚州,积极投身当地的课程设计和改进工作。2007 年,沃克被评为该州的“年度最佳教师”。

“中学生科学实验”系列丛书为广大教师提供了指导,便于实验活动的开展,从而促进科学教育。学生在实验步骤中的收获是其他形式的教学活动所无法给予的。其中的一个好处是学生们有机会通过社会交往途径进行学习,因为实验通常是以小组的形式进行的,这使得学生有了集思广益和相互学习的机会。神经科学的研究成果证明,小组学习是一种有效的学习手段,人脑是具有社会属性的器官,人际交流和相互协作能提高学习的效果。

通过实验,可以达到多种不同的教学目标要求,包括横向思维训练、多元智能训练、建构主义理论应用等。通过横向思维训练,学生会用非传统方式解决问题,用自己独创思想替代那些长期形成的僵化的解决思路。如果教师鼓励学生运用横向思维,他们更有可能提出独到的见解。这种思维方式要求学生通过具体活动来建构意义,并像科学家那样缜密思考。

实验法教学的另外一个好处是有助于促进学生的多元智能发展。按照多元智能理论,每名学生的各项能力存在着差异性。人的智力具体表现在语言能力、音乐天赋、逻辑与数学分析能力、空间感、肌肉运动知觉、自我内省以及人际交往能力等等。在有多感官参与的情况下,学习的效果会得到提高。在实验步骤中,智力类型

和水平多样的学生均能找到发挥自己特长的机会和角色。

学生们在课堂上主动参与学习活动,在现有知识和实验结果的基础上构建新知识。建构主义学习理论鼓励学生独立地探究和发现原理和规律,通过解决问题和独立思考,学生在已有知识的基础上进入新的学习阶段,使获得的知识真实、持久。

立足实验的主动学习模式把新知识与现实世界联系起来。现实世界里的许多工作任务需要我们去完成。在 21 世纪,社会更需要具有发现问题并独立解决问题能力的人,所以,现在的学生,也是未来的工作者,必须学会运用高水平的思维能力。来自“做”科学实验的经历能提高未来工作者解决问题的能力 and 自信心。

“中学生科学实验”系列丛书的目标是借助实验激发学生学习科学的兴趣,传授基本的科学概念,培养批判性思维能力。当学生完全沉浸在丰富的实验环境中,他们会经历许多惊喜和意外收获,体验到新旧知识融合以及豁然开朗的非凡乐趣。在这样的条件下,学习活动才真实生动而又效果持久。

致 谢

如果没有编辑弗兰克·K. 达姆斯塔特(Frank K. Darmstadt)筹划和指导,这本书就不可能出版。弗兰克自始至终精心指导和编辑材料,并提出宝贵的意见。贝齐·费斯特公司(Betsy Feist of A Good Thing, Inc.)负责原稿文字的润色和编辑工作,他们的努力令我们非常骄傲。

简介

从童年时期,学生们就对自己的外貌有了意识。父母和朋友可能会指出他们最引人注目的面部特征,或评论他们的相貌与其家庭成员是多么相似。这样的对话引发了人们对遗传学,也就是特征遗传这个话题的兴趣。

《遗传科学实验》是“中学生科学实验”系列丛书中的一册,是卷帙浩瀚的科学丛书中的一颗新星。本书为教科学的教师提供了 20 个原创实验,向学生们讲述了遗传学和遗传的基本原理。本书设计的实验有助于学生了解遗传方式的意义和遗传特征的分子基础。经证实,本书中的每一个实验都适于开展课堂活动,能够加深学生对科学事实和科学本质的理解。初中生和高中生都适用于这些研究实验。

为适应学生的不同学习风格,本书中的实验从多个角度来探究遗传课题。如有些实验要求学生使用模型、动手操作,或通过角色扮演等方式帮助他们理解发生在 DNA 和蛋白质中的变化。而其他实验则要求学生进行亲自动手。如在实验中学生可以使用真正的 DNA,或使果蝇交配并观察它们的后代等。

“细胞的有丝分裂”这个实验为学生提供了理解遗传学的基础知识,讲述了有丝分裂的不同阶段,并要求他们观察处于各个阶段的细胞。在这个实验中,学生们将会发现,DNA 中的微小变化是如何导致镰状细胞性贫血症中的蛋白质发生了巨大改变。在“减数分裂”实验中,学生们用黏土来制作卵子发生和精子发生的模型。在“性状遗传”实验中,学生会扮演虚拟后代的父母,并用掷“染色体”的方法来确定其后代的性状。在“遗传杂交的预测与实际结果”实验中,学生会先对两只豚鼠的杂交进行预测,然后再模拟杂交过程并检验实际结果。

在“用染色体组型诊断疾病”实验中,学生们会剪下染色体的图片,并根据染色体大小和带型来确定染色体对,然后再找出染色体在大小和数目上的异常。在“从颊上皮细胞提取 DNA”的实验中,学生会收集自己的细胞,并把它们作为实验材料。在“染色体突变”实验中,学生们可以制作模型,展示染色体的缺失、重复、倒位、易位

和相互易位。

此外,本书还从不同角度对遗传模式进行了探究。在“设计生物体性状”的实验中,学生可以通过对虚拟生物体性状的研究来了解不同的遗传模式。“遗传学学习中心”给予学生们充分的创造自由,让他们可以设立并发展使其他同学也能够了解不同遗传模式的场所。在“味觉遗传”实验中,学生可以自己设计实验,去了解更多关于显性和隐性性状从亲本传递给后代的方式。在“家族树体现家族内部特征”的实验中,学生们可以对一个大家庭中的外貌特征进行跟踪调查,然后建立一个特征家族树。

在“亲本与后代的性状不相同”和“伴性突变遗传”这两个实验中,我们用果蝇来展示遗传规律。前一个实验展示了孟德尔的基因分离定律,而后一个实验则着重讲述男性比女性更容易体现伴性特征的原因。

在“DNA 分子模型”实验中,学生们将通过制作一个双螺旋体来了解 DNA 分子的详细结构。“凝胶电泳简介”和“DNA 凝胶电泳”两个实验使学生们了解电泳原理,并将此原理用于限制酶切断 DNA 片段的实验。

在“基因工程简介”一章中,学生们可以分享基因工程在不同领域的多种用途。“质粒基因工程”实验向学生们展示了限制酶如何从真核 DNA 中除去目的基因,从而使得该目的基因可以插入细菌质粒 DNA。在“基因表达的控制”这个实验中,学生们还将学习关于控制基因活动的机理。

通过阅读本书,学生们可以学习遗传学的基础知识。基于遗传咨询服务,一些学生甚至可能在日后作出重大的人生决定。伍德和沃克希望,本书能够帮助所有学生了解 DNA 在他们生活中所起到的重要作用。

实验前必读

奇 菲

在开始任何实验前仔细阅读

每项实验都包括与具体主题相关的特别安全提示。这些提示不包括那些在做其他任何科学实验时都必须注意的基本规则。因此，你必须仔细阅读下面的安全准则，并时刻牢记在心。

科学实验很容易有危险，规范的实验步骤应该包括细致的安全守则。在实验过程中随时会有意外发生，例如，材料可能会溢出、破碎，甚至着火。发生危险时你甚至来不及自我保护。在整个实验过程中，不论是否对你造成危险，你都要严格遵守下面的安全提示，时刻警惕发生意外危险。

对每个独立的实验我们都设计了比较保守的安全预防措施。所以，我们希望你能认真对待本书中的所有安全提示。正是因为非常危险，因此你应该明确看到了这些提示。

阅读下面的安全预防措施。因为记住所有的规则并不容易，所以在开始每一项实验之前和准备每一项实验时都要重新阅读这些规则，这样你就会有实验的每一个危险关头注意保持安全。此外，在做那些会发生潜在危险的步骤时，你要运用自己的判断力，时刻保持警惕。虽然书中并没有提到“小心热的液体”或“不要用刀划破你的手指”，但并不表示你在烧开水或往塑料瓶里打洞时可以不加小心。书中的安全提示只是一些特别的提醒。

安全准则

粗心、仓促、缺乏知识或不必要的冒险都会引发事故，采取安全的步骤和在整个实验过程中都保持警惕可以避免上述危险。一定要阅读书中每项具体实验后附加

的安全提示和需要成人监督的要求。如果你是在实验室里做实验,记住不要一个人操作。如果不是在实验室里做实验,要至少3个同学一组,要严格遵守学校和各地的法律对监督人员数量的要求。请求具有急救知识的成人监护员看护进行实验,并准备好急救包。确保在实验过程中人人都知道急救员的位置。

准 备

- 在实验之前清理桌面,保持干净。
- 开始实验之前,阅读整个实验说明。
- 了解实验中的危险和可预料的危险。

自我保护

- 有步骤地遵守实验说明。
- 每次只做一个实验。
- 确定安全出口、灭火毯和灭火器的位置,关闭燃气和电源开关,准备好洗眼水和急救包。
- 确保充分通风。
- 不要喧闹嬉戏。
- 不要穿露脚趾的鞋。
- 保证地板和工作间干净、整洁、干燥。
- 立即清除溢出物。
- 如果玻璃器皿破裂,不要自己打扫,请求教师帮助。
- 把长头发束到脑后。
- 不要在实验室或工作间里吃东西、喝饮料或吸烟。
- 除非有知识丰富的成人告知可以,否则不要食用任何实验用的材料。

小心使用器材

- 不要把仪器竖立在桌子边缘。

- 小心使用刀子或其他尖锐的仪器。
- 拔电源插头,而不是拔电线。
- 使用前后都要清洗玻璃器皿。
- 检查玻璃器皿的擦痕、裂痕和尖锐边缘。
- 玻璃器皿破碎了要让老师立即知道。
- 不要让反射光照射你的显微镜。
- 不要触摸金属导体。
- 小心使用任何形式的电。
- 使用酒精温度计,而不是水银温度计。

使用化学品

- 不要品尝或吸入化学品。
- 在盛有化学品的瓶子和仪器上贴好标签。
- 仔细阅读标签。
- 避免化学品接触皮肤和眼睛(戴安全镜或护目镜、实验用围裙和手套)。
- 不要触摸化学溶液。
- 使用溶液前后要洗手。
- 彻底清除溢出物。

加热物质

- 在加热材料时戴安全镜或护目镜、围裙和手套。
- 使你的脸远离试管或烧杯。
- 当在试管里加热物质时,避免把试管的顶端对着其他人。
- 使用耐热玻璃制成的试管、烧杯和其他玻璃器皿。
- 不要使仪器处于无人看管状态。
- 使用安全钳和耐热手套。
- 如果你的实验室没有耐热工作台,把本生灯放在耐热垫上之后再点燃。
- 点燃本生灯时要注意安全;点燃本生灯时保持通气孔关闭,使用本生灯专用打

火机而不用火柴。

- 使用电炉、本生灯和燃气完立即关闭。
- 使易燃物远离火焰或其他热源。
- 手边准备一个灭火器。

实验结束

- 彻底清理你的工作场所和任何使用过的玻璃器皿。
- 洗手。
- 小心不要把化学品或污染了的试剂放入错误的容器。
- 不要在水槽里处理材料,除非要求这样做。
- 清理所有的残留物,把它们放到正确的容器里进行处理。
- 按照各地法律规定,处理所有的化学品。

随时保持安全意识!

目 录

序言	1
致谢	4
简介	5
实验前必读	7
实验 1. 细胞的有丝分裂	1
实验 2. 镰状细胞性贫血症中的氨基酸	7
实验 3. 质粒基因工程	14
实验 4. 减数分裂	19
实验 5. 性状遗传	25
实验 6. 遗传杂交的预测及实际结果	31
实验 7. 味觉遗传	37
实验 8. 用染色体组型诊断疾病	42
实验 9. 从颊上皮细胞提取 DNA	48
实验 10. 设计生物体性状	52
实验 11. 染色体突变	59
实验 12. 亲本与后代的性状不相同	64
实验 13. 伴性突变遗传	70
实验 14. 家族树体现家族内部特征	76
实验 15. DNA 分子模型	81
实验 16. 凝胶电泳简介	87

实验 17. DNA 凝胶电泳	92
实验 18. 基因表达的控制	98
实验 19. 遗传学学习中心	102
实验 20. 基因工程简介	110

附录

实验的范围和序列表	115
年级水平	117
实验环境的设置	118
我们的发现	120
译者感言	133

实验 1. 细胞的有丝分裂

题 目

细胞在有丝分裂过程中发生的明显变化。

简 介

当你翻看自己婴儿期的照片,你会清楚地看到你比当时大多了。换句话说,你长大了。成长是生物体的特性之一。而想要成长,就需要通过有丝分裂获取更多的细胞。

细胞有自己的生命周期,其模式也可预知。细胞生命的大部分时间都在一个叫做间期的成长期中度过。有丝分裂前,细胞会先复制染色体。人体的所有细胞(除生殖细胞外)都包含 46 条染色体。有丝分裂前,细胞会先复制出另一套染色体。而当一个细胞从中部向内凹陷,最后分裂并形成两个细胞时,每个子细胞都会得到一整套的 46 条染色体。

为了便于研究有丝分裂,科学家将这一过程分为四个阶段:前期、中期、后期和末期。在这几个阶段,两个叫做中心体的微小细胞器会在细胞中产生一个有丝分裂纺锤体。纺锤丝与染色体相连,并围绕染色体运动。有丝分裂的末尾,会进行原浆移动,从而将细胞从中部一分为二。在本实验中,你将见证有丝分裂的各个阶段。



实验时间

第一部分: 25 分钟

第二部分：25 分钟



实验材料

- 讲解细胞间期的课本、有丝分裂细胞及互联网。
- 剪刀
- 胶水
- 图 1 的复印件
- 实验记录本

安全提示

使用剪刀时注意安全。请仔细阅读并遵守本书“实验前必读”中的“安全准则”。

实验步骤 第一部分

1. 使用课本或互联网查看细胞间期及有丝分裂各个阶段的细胞个数。
2. 回答分析问题 1—3。
3. 观察图 1 中有丝分裂各阶段的细胞。请注意：这些细胞不是按照有丝分裂的发生顺序排列的。请复印图 1，并用剪刀将各个细胞剪下，再按如下顺序用胶水将细胞粘贴在实验记录本上。

① 间期：细胞膜围绕在核质周围。细胞核已存在，呈小点状。同时可见小桶型的中心粒。

② 早前期：细胞膜仍然存在，细胞核消失，染色体缩短变粗。中心粒开始分散，中心粒间出现纺锤丝。

③ 中前期：细胞膜仍然可见，中心粒向细胞的两极移动，纺锤丝形成。

④ 后早期：细胞膜消失，中心粒已位于细胞的两极，纺锤体已完全形成。

⑤ 中期：染色体排列在细胞赤道面上。

⑥ 早后期：染色体开始分散并离开细胞赤道。