



# 体验科学

中国科学技术馆生物实践课

中国科学技术馆 编

科学普及出版社

· 北京 ·

## 图书在版编目 (CIP) 数据

中国科学技术馆生物实践课/中国科学技术馆编. —北京: 科学普及出版社, 2018. 4  
(体验科学)

ISBN 978-7-110-09732-8

I. ①中… II. ①中… III. ①生物学—青少年读物 IV. ①Q-49

中国版本图书馆CIP数据核字 (2018) 第009035号

策划编辑 郑洪炜  
责任编辑 李 洁 史朋飞  
封面设计 逸水翔天  
责任校对 焦 宁  
责任印制 马宇晨

出 版 科学普及出版社  
发 行 中国科学技术出版社发行部  
地 址 北京市海淀区中关村南大街16号  
邮 编 100081  
发行电话 010-62173865  
投稿电话 010-63581070  
网 址 <http://www.cspbooks.com.cn>

开 本 889mm×1194mm 1/16  
字 数 220千字  
印 张 10.75  
版 次 2018年4月第1版  
印 次 2018年4月第1次印刷  
印 刷 北京盛通印刷股份有限公司  
书 号 ISBN 978-7-110-09732-8/Q·232  
定 价 68.00元

(凡购买本社图书, 如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责调换)

## 《把科技馆带回家》丛书编委会

顾 问 齐 让 程东红  
丛 书 主 编 徐延豪  
丛 书 副 主 编 白 希 殷 皓 苏 青 秦德继  
统 筹 策 划 郑洪炜

## 《把科技馆带回家 体验科学》系列编委会

顾 问 束 为  
主 编 殷 皓 苏 青  
副 主 编 欧建成 隗京花 庞晓东 廖 红



《体验科学 中国科学技术馆生物实践课》编委会

主 编 张志坚 乔文军

成 员 (按姓氏笔画排序)

王珊珊 王洪鹏 王紫色 叶菲菲 伍 凯 刘天旭  
刘伟霞 刘艳娜 刘 颖 芦 颖 杜心宁 李亚辉  
李光明 李彦彬 李笑菲 李 倩 杨楣奇 张华文  
张 林 张 磊 邵 航 林晓晨 罗 迪 周超义  
秦媛媛 高 婷 唐剑波 曹 朋 程兆洁 蔺增曦  
霍菲菲

移动平台设计 卢志浩 周明凯

视频编辑制作 吴彦旻 郝倩倩 王 鹏 药 蓬 李竞萌 耿 娴  
阚子毅 任继伟 胡 博 张永乐 张 乐 郭 娟  
杨肖军 王 薇 裴媛媛

视频拍摄人员 孙伟强 黄 践 王 晔 刘枝灵 张磊巍 秦英超  
秦媛媛 高梦玮 桑晗睿 杨 洋







科学素质是实施创新驱动发展战略和全面建成小康社会的群众基础和社会基础，是国家综合国力的重要体现。目前，全民科学素质行动已成为国家发展战略的重要组成部分。2015年，我国公民具备科学素质的比例达到6.2%。2016年2月，国务院办公厅印发《全民科学素质行动计划纲要实施方案（2016—2020年）》（国办发〔2016〕10号），明确提出要实施四个重点人群科学素质行动。第一个行动就是实施青少年科学素质行动，着力推进义务教育、高中和高等教育阶段科技教育，开展校内外结合的科技教育活动。

中国科学技术馆（以下简称中国科技馆）是我国唯一的国家级综合性科技馆，秉持“体验科学、启迪创新、服务大众、促进和谐”的理念，通过科学性、知识性、趣味性相结合的展览内容和丰富多彩的教育活动，反映科学原理及技术应用，鼓励公众在动手探索实践中学习科学知识，培养科学思想、科学方法和科学精神。建馆以来，中国科技馆始终高度重视与校内科学教育的深度融合，使科技馆展览资源与学校科学教育，特别是科学课程、综合实践、研究性学习相结合，有效地促进了两者的衔接。

2008年，中国科技馆被北京市教委确定为北京市中小学生“首批社会大课堂资源单位”；2011年发布的《教育部 科技部 中国科学院 中国科协关于建立中小学科普教育社会实践基地开展科普教育的通知》中，将科技馆、自然博物馆、专业技术博物馆等科普类场所纳入中小学科普教育社会实践基地资源单位。2014年，北京市教委印发《北京市基础教育部分学科教学改进意见》（京教基二〔2014〕22号），明确提出中小学校各学科平均应有不低于10%的课时用于开展校内外综合实践活动课程。

2016年，习近平总书记在“科技三会”上指出：“科技创新、科学普及是实现创新发展的两翼，要把科学普及放在与科技创新同等重要的位置。没有全民科学素质的普遍提高，就难以建立起宏大的高素质创新大军，难以实现科技成果快速转化。”其中，全民科学素质提高的一个重要方面就是青少年科学素质的提升。近年来，随着教育的不断深入，学校教育更加注重联系实际，让学生在探究中学习，在体验中成长，全面提升他们的科学素质和创新能力。北京市中考试卷也紧扣基础知识和基本技能，凸显基础性、生活性、科学性、视野性，宽而不俗，深而不难。自2015年起，北京市中考试卷中已连续3年出现直接源自中国科技馆展品的试题，为教育改革提供了良好的实践探索。

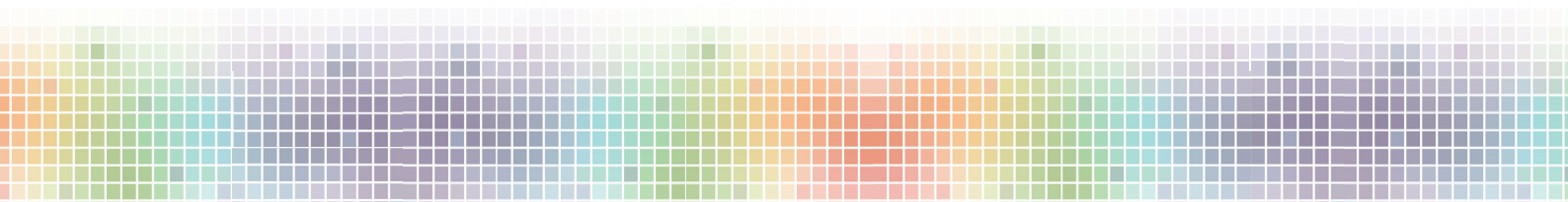
为使中小學生更加深入地瞭解中國科技館展品資源，打造中小學校外科學實踐活動資源載體，中國科技館基於中小學課程標準、依托本館展品，組織館內一線科技輔導員與北京市知名學校學科教師共同編寫了《體驗科學》系列叢書，現已出版物理、生物、化學三個分冊。各分冊依據本學科課程標準，選取館內經典展品，進行主題式資源解析。每個主題下設“探索發現”“資源簡介”“觀察思考”“分析解釋”“做一做”“閱讀理解”“學習任務單”七個部分。內容根據學生認知特點和日常生活經驗設計，倡導探究式學習和啟發式教學，將“寓教於樂”的學習氛圍帶到學生身邊，鼓勵學生獨立思考和實踐，激發學生的好奇心、想象力和創造力，提高學生的科學素質、創新精神和實踐能力。此外，學生還可通過掃描書中二維碼的方式，獲取拓展知識、展品輔導等相關圖片、視頻資料。

《體驗科學》系列叢書是中國科技館科技輔導員與學校教師在多年實踐工作基礎上的集體智慧結晶，也是豐富和推動校內外科技教育活動對接的有益嘗試。今後，中國科技館將繼續推動與學校的深度合作，完善校內外優質科學教育資源整合，在實踐中探索，在創新中發展，開創中小學校外科學教育新局面，為提高全民科學素質、夯實國家科技創新基礎做出積極貢獻。

中國科技館館長



2017年8月





## 目录

|                             |    |
|-----------------------------|----|
| 1. 十三种不同嘴型的雀鸟——达尔文的思索 ..... | 1  |
| 2. 显性与隐性 .....              | 6  |
| 3. 孟德尔豌豆实验 .....            | 11 |
| 4. 解读基因密码 .....             | 15 |
| 5. 细胞工厂 .....               | 19 |
| 6. 成长的因子 .....              | 23 |
| 7. 血液循环 .....               | 26 |
| 8. 神经系统与讯号 .....            | 29 |
| 9. 受精过程 .....               | 32 |
| 10. 胎儿发育 .....              | 35 |
| 11. 寻找同源器官 .....            | 38 |
| 12. 种子概览 .....              | 41 |
| 13. 土壤与作物 .....             | 45 |
| 14. 种植区划 .....              | 48 |
| 15. 根 .....                 | 52 |
| 16. 农业科学家告诉你——杂交水稻 .....    | 55 |
| 17. 骨骼的质量——魔幻摇摆 .....       | 59 |
| 18. 敞开大门的躯体 .....           | 63 |
| 19. 人体保卫战 .....             | 66 |
| 20. 血管漫游 血管墙 .....          | 70 |
| 21. 驱出异物 烟之柱 烟之魔 .....      | 75 |
| 22. 福岛胡狼 .....              | 79 |

|                     |     |
|---------------------|-----|
| 23. 细菌发电 .....      | 82  |
| 24. 基因竖琴 .....      | 85  |
| 25. 它们有多大 .....     | 88  |
| 26. DNA探针 .....     | 91  |
| 27. 如此复制 .....      | 94  |
| 28. 我来克隆多莉羊 .....   | 97  |
| 29. 餐桌革命 .....      | 101 |
| 30. 自然选择 .....      | 105 |
| 31. 蛋白质舞蹈 .....     | 109 |
| 32. 生个健康的孩子 .....   | 113 |
| 33. 帮他站起来 .....     | 117 |
| 34. 病毒入侵 .....      | 121 |
| 35. 海洋生物与医药资源 ..... | 124 |
| 体验科学区域路线图.....      | 127 |
| 学习任务单.....          | 129 |



# 1. 十三种不同嘴型的雀鸟 ——达尔文的思索



课程设计：霍菲菲 程兆洁

## 探索发现

想知道达尔文寻求自然科学奥秘的故事吗？在美丽的加拉帕戈斯群岛上，达尔文又有哪些探索和发现？让我们去参观中国科技馆二层“探索与发现”B厅“生命之秘”展区吧！体验展品“十三种不同嘴型的雀鸟——达尔文的思索”，寻找答案，并感受达尔文勇于探索的科学精神。

## 资源简介

### 1. 装置简介

展品右侧的视频和书籍介绍了达尔文在岛上的所见所闻，书籍每页内容与视频内容对应。左侧有4个鸟嘴玩偶，分别对应四种雀鸟的鸟嘴，分别是嘴细而尖、形体似莺的莺雀；利用仙人掌刺或小树枝钩食树皮缝内昆虫的啄树雀；嘴型短粗、以种子为食的大地雀；以及嘴型与鸚鵡相似、适合吃花蕾和水果的素食树雀。



十三种不同嘴型的雀鸟——达尔文的思索



## 2. 操作方法

(1) 翻动书籍，视频切换播放，介绍书中对应内容。

(2) 将手分别伸进左侧四个鸟嘴玩偶手套中，体验不同嘴型的雀鸟觅食的过程。

## 3. 现象

右侧书上的每一页都有不同的二维码，翻动书页，上方的识别器通过识别可以使屏幕上播放与此页内容相对应的视频。左侧不同形状的鸟嘴夹食不同食物的难易不同，我们可以体会到物种为适应环境而发生改变的道理。

### 观察思考

1. 加拉帕戈斯群岛上的树雀在哪个结构上出现了明显的差异？
2. 雀鸟之间的这种差异与其生活环境有什么关系？

## 分析解释

加拉帕戈斯群岛距离南美大陆约970千米，由一些海底火山喷发形成的小岛组成，群岛上生活着一群看起来不怎么起眼的鸟类。1835年，达尔文随皇家海军“贝格尔”号勘探船造访此地，第一次采集到了这些鸟类的标本。在加拉帕戈斯群岛上共生活着13种雀鸟，其中6种为树雀，其余是地雀和莺雀。这些不同的地雀多呈暗淡的黑色或褐色，它们之间的差异主要体现在鸟的体型与鸟嘴的大小上。其中，素食树雀的嘴与鹦鹉相似，主要以花蕾与水果为食；大树雀、查理树雀、小树雀则捕食树上的昆虫，它们主要在体型与嘴的大小上存在差异；红木树雀以红树林沼地的昆虫为食；鸮形树雀则像啄木鸟一样在树干上猎食昆虫，其利用仙人掌刺或小树枝钩食树皮缝内昆虫。这些地雀的嘴型因其食物的种类而发生了变化。



扫一扫二维码，登录中国数字科技馆，看看实验过程及现象。

## 模拟自然选择

## 1. 实验器材

1个装有豆粒的瓷盘，塑料杯，晾衣夹，汤匙，镊子，解剖针。

## 2. 实验步骤

(1) 请四位同学分别用晾衣夹、汤匙、镊子和解剖针作为“取食”工具，扮演四种不同喙型的地雀。

(2) 在一分钟内，每只“地雀”从盘中“啄取”20粒豆粒，放入塑料杯。“啄食”足量的“地雀”存活，并选两位同学作为自己的“后代”，参加下一回合的活动，“啄食”不足的“地雀”则被淘汰。

(3) 第二回合的“啄食”活动时间为45秒，第三回合为30秒，第四回合为15秒。每次活动后分别统计各种“地雀”的数量及其“繁殖后代”的状况。

实验数据统计表

| 嘴型<br>回合 | 晾衣夹  |      | 汤匙   |      | 镊子   |      | 解剖针  |      |
|----------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|          | 开始数目 | 幸存数目 | 开始数目 | 幸存数目 | 开始数目 | 幸存数目 | 开始数目 | 幸存数目 |
| 1        | 1    |      | 1    |      | 1    |      | 1    |      |
| 2        |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 3        |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 4        |      |      |      |      |      |      |      |      |

在加拉帕戈斯群岛上生活着13种雀鸟，它们有的生活在树上，有的生活在仙人掌上，有的生活在地上；它们有的只吃种子，有的以花或植物汁液为食，有的捕食虫子。虽然它们属于不同品种，但它们却有共同的祖先，即来自南美洲的一种雀鸟。那么南美雀鸟来到加拉帕戈斯群岛之后，到底发生了什么，使得它分化出如此丰富多样的后代。达尔文认为这是进化的结果，是自然选择的力量，需要极其漫长的时间。美国普林斯顿大学的格兰特教授夫妇以20多年的实地考察研究，亲自见证了生物的进化过程。

1972年，格兰特夫妇到了加拉帕戈斯群岛中的达芬·梅杰岛，这里与世隔绝，岛上的物种几乎不传播出去，其他岛上的物种也很少传播进来，这是研究物种自然演化非常好的基地。在来之前他们通过前人的观察记录了解到不同种类地雀的喙差异很大，所以，鸟喙的测量是他们研究的主要内容之一，根据鸟喙的长度、宽度和深度，区分大地雀、中地雀和小地雀。鸟喙是取食器官，研究鸟喙当然就要研究它们食物的特点。格兰特一行发现地雀只吃20多种植物的种子。考察队员们像测量鸟喙一样，用游标卡尺仔细测量了每种种子。他们还用坚果钳测量了几种植物种子的硬度。

然而，从1976年下半年开始，岛上的降水突然减少了很多，甚至1977年的雨季也遗忘了这个小岛，达芬·梅杰岛经历了前所未有的干旱。地上的食物所剩无几，种子的数量减少了80%左右。雀鸟们很难寻找到食物，已经停止了求偶，就连孵化出的许多幼鸟都死亡了。在荒凉的岛上，死鸟随处可见。

岛上有一种野草叫蒺藜，蒺藜的果实就像带钉的铁球，质地坚硬，外面长着尖利的刺。每颗蒺藜果实都有6瓣，每瓣上长有2~4个刺，每瓣中有1排种子，就像豌豆依偎在豆荚中一样。



蒺藜



几种雀鸟中，小地雀是从来不吃蒺藜瓣的，只有大地雀和中地雀才敢对蒺藜瓣发起攻击，它们各有各的招数。

大地雀能用强有力的喙把整个蒺藜瓣嚼碎，吃光所有种子，然后才飞走寻找另一个蒺藜。中地雀的喙较小，力量较弱，只能像拧盖子一样剥食蒺藜，一般情况下，它只吃一两粒种子就飞走了。

谁的速度快，谁就是竞争中的赢家，大地雀显然是赢家，它在1分钟内可以嗑开2个蒺藜瓣，吃到4颗种子。而中地雀超过1.5分钟才能嗑开2个蒺藜瓣，吃到3颗种子。因此，大地雀每分钟获得的能量大约是中地雀的2.5倍，同时它们能从每个蒺藜瓣中吃到较多的种子，所以它们活动的范围小，能量消耗也小。

当然大地雀比中地雀身型大，所需的食物和能量是中地雀的1.5倍，但它能获得的能量是中地雀的2.5倍，所以依然处于领先地位。

同时，喙型存在差异的中地雀也被区分出来，喙长11毫米的中地雀能嗑开蒺藜瓣，喙长10.5毫米的中地雀却连试都不试。

大旱过后，格兰特观察了幸存者的喙。他们掌握了较为准确的数据，从而分析出了哪类雀鸟经历大旱后得以幸存。他们发现幸存下来的中地雀比死去的中地雀的个体平均大5%~6%。大旱之前中地雀喙的平均长度为10.68毫米，深度为9.42毫米。大旱之后幸存下来的中地雀喙的平均长度为11.07毫米，深度为9.96毫米。

## 2. 显性与隐性



课程设计：李笑菲 张林

### 探索发现

描述一下你的外貌特征，你是直发还是自然卷？双眼皮还是单眼皮？每个人为什么都长得既像爸爸又像妈妈，可又不完全和他们一样？你知道同一种植物为什么会开出不一样颜色的花吗？猫的毛为什么有长有短，还存在颜色差异？以上这些问题又都是由什么决定的？

也许你知道，这些都是由基因决定的。那么，基因从哪里来？基因又是怎样发

挥作用，决定外貌特征的呢？来中国科技馆二层“探索与发现”B厅“生命之秘”展区来体验一下生命的奥秘吧！

### 资源简介

#### 1. 装置简介

中国科技馆“探索与发现”B厅的展品“显性与隐性”，向我们展示了等位基因的显隐性如何决定生物性状。该展品通过按



显性与隐性

钮选择，介绍了四种外貌特征（是否是自然卷、是否是双眼皮、有无耳垂、舌头能否卷曲）的遗传特性与遗传机制。

## 2. 操作方法

按下按钮选定一种你要观察的外貌（头发/眼皮/耳垂/舌头），然后通过按钮为爷爷、奶奶、外公、外婆分别选择相应的特征，如为每个人分别选择是有耳垂或无耳垂，记录下用来表示的基因有几种，观察爸爸、妈妈的耳垂会出现什么特征？分析有几种可能的基因？你的耳垂会出现什么特征？

## 3. 现象

一般来说，基因是成对出现的。耳垂的特征由一对等位基因决定，有耳垂基因（A）相对于无耳垂基因（a）是显性基因。所以只要有显性基因A，个体（基因型AA或Aa）都表现为有耳垂。在有性繁殖中，父亲和母亲随机传递各自等位基因中的一个给子代，重新组成一对等位基因。这件展品中，当选择了有耳垂（AA）与无耳垂（aa）的特征作为亲本，子代则都有耳垂（基因型均为Aa）；当选择了有耳垂（Aa）和无耳垂（aa）作为亲本，子代有耳垂（Aa）与无耳垂（aa）的概率均为50%；当选择了有耳垂（Aa）和有耳垂（Aa）作为亲本，子代有耳垂（AA/Aa）与无耳垂（aa）的概率分别为75%和25%（AA : Aa : aa为1 : 2 : 1）。

## 观察思考

1. 生物所表现出来的各种性状是由什么控制的？
2. 在生物传种接代的过程中，传下去的是性状还是控制性状的基因？
3. 为什么父母都有耳垂却有可能生出无耳垂的孩子？

## 分析解释

利用模型自主选择亲代的性状时，你会发现：一对父母都有耳垂，却生出了一个无耳垂的孩子，这是为什么呢？

生物体形态结构、生理和行为等特征统称为性状。同一性状的不同表现形式称为相对性状，如有耳垂和无耳垂、双眼皮和双眼皮分别是一对相对性状。遗传学认为，性状的表现是由特定基因控制的，人有耳垂的性状是由有耳垂的基因控制的，无耳垂的性状是由无耳垂的基因控制的。控制相对性状的基因有显性和隐性之分，构成一对等位基因。控制显性性状的基因称为显性基因，控制隐性性状的基因称为隐性基因。当显性基因和隐性基因同时存在时，显性基因会掩盖隐性基因的作用，只表现出显性基因的作用。我们常用同一英文字母的大、小写分别表示显性基因和隐性基因。

研究发现，在有耳垂和无耳垂这对相对性状中，有耳垂是显性性状，无耳垂是隐性性状。所以有耳垂基因是显性基因，用A表示；无耳垂基因是隐性基因，用a表示。A对a有掩盖作用。一个人表现为有耳垂还是无耳垂，由这个人体细胞中的基因组成决定。由于体细胞中的染色体成对存在，所以位于染色体上的基因在体细胞中也是成对的。根据以上分析，我们可以得出耳垂的基因组成和性状表现存在如下对应关系。

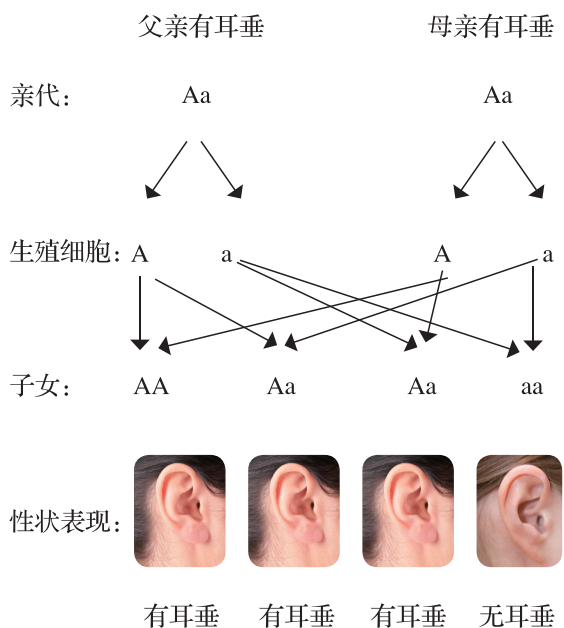
基因组成与性状表现对应表

| 基因组成 | AA  | Aa  | aa  |
|------|-----|-----|-----|
| 性状表现 | 有耳垂 | 有耳垂 | 无耳垂 |

人是由受精卵发育而来的。男性产生的精子与女性产生的卵细胞结合形成受精卵，受精卵继续发育形成完整的个体。因而新生命具有父母双方的基因，性状的遗传实质上是亲代通过生殖过程将基因传递给子代。生物个体形成生殖细胞时，亲本体细胞中成对的基因会随着成对的染色体的分离而分离，分别进入到不同的精子或卵细胞中，精子或卵细胞只得到了成对基因中的一个。然后通过受精作用，子代受精卵中的基因又恢复成对。那么一对有耳垂的夫妇，为什么会生一个无耳垂的孩子呢？

我们已经知道，有耳垂的人的基因组成可能为AA或Aa。假如有耳垂的这对夫妇的基因组成都为Aa，那么父亲将可以产生含有A基因或含有a基因的两种精子，母亲

也可以产生含有A基因或含有a基因的两种卵细胞。如果含a基因的卵细胞与含有a基因的精子结合，所生孩子的基因组成aa，其性状表现必然是无耳垂，见如下遗传图解。



扫一扫二维码，登录中国数字科技馆，看看实验过程及现象。

## 做一做

### 1. 实验材料

彩笔，白纸。

### 2. 实验步骤

(1) 用彩色笔画出一对夫妇头像，从下面几项中为他们选择合适的性状。

1) 性别：XX表示女性，XY表示男性。

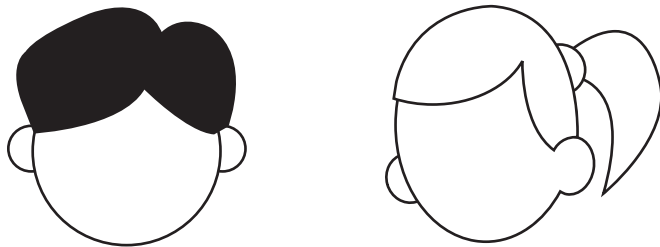
2) 眼睛性状：方形的眼睛显性 (Rr/RR)，圆形的眼睛隐性 (rr)。

3) 鼻子性状：三角形的鼻子显性 (Tt/TT)，椭圆形的鼻子隐性 (tt)。

4) 牙齿性状：圆点形的牙齿显性 (Ff/FF)，方形的牙齿隐性 (ff)。

(2) 在画好这对夫妇之后，标记出控制每种性状的基因组成。如果你选择的性状是受显性基因控制的，可以从可能的基因组合中任选一种。

(3) 假设他们婚后生育了3个孩子，用抛硬币的方法来决定每个亲本传给后代的基因是什么，并依据得到的性状来绘制每个后代的模型，并注明每个性状的基因组成。把亲本标记成“P代”，把后代标记成“F<sub>1</sub>代”。



## 阅读理解

### 人类ABO血型的遗传

遗传学早期研究只涉及一个基因的两种等位形式，如豌豆的圆形基因与皱形基因等。然而，进一步研究发现，在大多数生物群体中，一个基因可以有很多种等位形式，如 $a_1, a_2, \dots, a_n$ 。但由于人类体细胞中染色体上的基因成对存在，所以就其中每一个二倍体（细胞核内含有两个染色体组的生物个体）的细胞而言，最多只能有其中的任意两种，而且分离的原则也与一对等位基因的相同。人类的血型有A、B、AB、O四种类型，

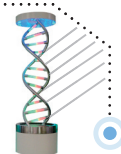
受控于第九对染色体上的 $I^A$ 、 $I^B$ 、 $i$ 三种基因。其中， $I^A$ 和 $I^B$ 对 $i$ 为显性， $I^A$ 和 $I^B$ 为共显性基因，即这两个基因同时存在时，其所控制的性状在个体中都能表现出来。任何一个人不会同时具有这三种等位基因，而是只有其中任意两个，表现出一种特定的性状。A、B、AB、O这四种血型的对应基因组成为 $I^A I^A$ 、 $I^A i$ 、 $I^B I^B$ 、 $I^B i$ 、 $I^A I^B$ 、 $ii$ 。根据父母的血型和基因在亲子代细胞间传递的规律，可以推测出子女中可能出现的血型和不可能出现的血型。

亲代血型对应表

| 婚配 | 父母    |  | 后代  |                                     |
|----|-------|--|---|-------------------------------------|
|    | 性状表现  | 基因组成   | 基因组成  | 性状表现                                |
| 1  | O×O   | $ii \times ii$   | $ii$  | O                                   |
| 2  | O×A   | $ii \times I^A i$<br>$ii \times I^A I^A$   | $I^A i$ , $ii$<br>$I^A i$   | A, O<br>A                           |
| 3  | O×B   | $ii \times I^B i$<br>$ii \times I^B I^B$   | $I^B i$ , $ii$<br>$I^B i$   | B, O<br>B                           |
| 4  | A×A   | $I^A i \times I^A i$<br>$I^A I^A \times I^A i$<br>$I^A I^A \times I^A I^A$                           | $I^A I^A$ , $I^A i$ , $ii$<br>$I^A I^A$ , $I^A i$<br>$I^A I^A$                                  | A, A, O<br>A<br>A                   |
| 5  | A×B   | $I^A i \times I^B i$<br>$I^A I^A \times I^B i$<br>$I^A i \times I^B I^B$<br>$I^A I^A \times I^B I^B$ | $I^A I^B$ , $I^A i$ , $I^B i$ , $ii$<br>$I^A I^B$ , $I^A i$<br>$I^A I^B$ , $I^B i$<br>$I^A I^B$ | AB, A, B, O<br>AB, A<br>AB, B<br>AB |
| 6  | B×B   | $I^B i \times I^B i$<br>$I^B I^B \times I^B i$<br>$I^B I^B \times I^B I^B$                           | $I^B I^B$ , $I^B i$ , $ii$<br>$I^B I^B$ , $I^B i$<br>$I^B I^B$                                  | B, B, O<br>B<br>B                   |
| 7  | O×AB  | $ii \times I^A I^B$  | $I^A i$ , $I^B i$   | A, B                                |
| 8  | A×AB  | $I^A i \times I^A I^B$<br>$I^A I^A \times I^A I^B$   | $I^A I^A$ , $I^A I^B$ , $I^A i$ , $I^B i$<br>$I^A I^A$ , $I^A I^B$                              | A, AB, A, B<br>A, AB                |
| 9  | B×AB  | $I^B i \times I^A I^B$<br>$I^B I^B \times I^A I^B$   | $I^B I^B$ , $I^A I^B$ , $I^A i$ , $I^B i$<br>$I^B I^B$ , $I^A I^B$                              | B, AB, A, B<br>B, AB                |
| 10 | AB×AB | $I^A I^B \times I^A I^B$   | $I^A I^A$ , $I^B I^B$ , $I^A I^B$   | A, B, AB                            |



### 3. 孟德尔豌豆实验



课程设计：李笑菲 李彦彬

#### 探索发现

是谁发现了生物的遗传规律？他是如何发现的？遗传规律的发现对于现代生物学的发展及我们生活的世界有什么意义？到中国科学技术馆二层“探索与发现”B厅“生命之秘”展区，体验“孟德尔豌豆实验”这件展品，听听它是怎么说的吧！



孟德尔豌豆实验

## 资源简介

### 1. 装置简介

展品“孟德尔豌豆实验”，分两部分向我们展示了孟德尔利用豌豆发现遗传规律的实验过程。第一部分，通过视频，分四步向我们介绍了孟德尔培育豌豆、进行实验的全部经过与发现。第二部分，模拟演示了豌豆的遗传过程。从中可以观察到具有不同相对性状的豌豆亲本，它们的后代可能具有的性状类型及分布比例。

### 2. 操作方法

#### 第一部分

推动滑杆至不同位置，观看四个视频短片。

#### 第二部分

按下第一排的两枚豌豆（一绿一黄/一圆一皱），让不同特征的豌豆杂交，看子一代豌豆特征，再按下子一代中的一枚豌豆，使其自交，查看子二代豌豆的特征分布。

### 3. 现象

#### 第二部分

当按下一绿一黄两枚豌豆进行杂交时，子一代豌豆均为黄色；当按下子一代黄色豌豆进行自交后，子二代豌豆黄色：绿色=3：1。

当按下一圆一皱两枚豌豆进行杂交时，子一代豌豆均为圆形豌豆；当按下子一代圆形豌豆进行自交后，子二代豌豆圆形：皱缩=3：1。



扫一扫二维码，登录中国数字科技馆，看看实验过程及现象。

### 观察思考

1. 为什么选择一黄一绿豌豆作为亲代，子一代却都是黄色豌豆呢？子二代的豌豆为什么又有黄有绿呢？

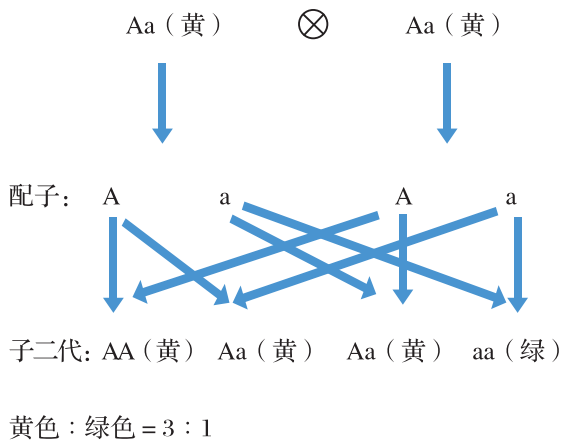
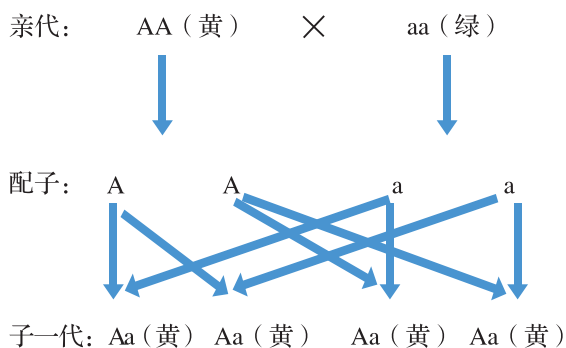
2. 子二代中，黄色的豌豆有三个，绿色的有一个，这代表具体数量，还是比例？

### 分析解释

通过视频的演示，我们可以了解到：亲代分别为纯种黄色和纯种绿色豌豆时，子一代全部表现为黄色，在子二代中，既有黄色也有绿色出现，于是我们称黄色性状为显性性状，绿色性状为隐性性状。子二代同时出现显性性状黄色和隐性性状绿色称之为性状分离。那么，为什么显性性状（黄色）在子一代能“占上风”，在子二代中又让隐性性状（绿色）“扳回一城”呢？



原来，性状是受基因控制的，在这个实验演示中，一对基因的组成决定生物体外在表现出来的性状。例如：A表示显性基因，a表示隐性基因，那么，AA，Aa的组合决定外在表现型为显性性状，aa的组合决定外在表现型为隐性性状。产生子代的过程中，亲代双方各一半的基因自由组合后传递给子代，决定子代的性状。黄色豌豆与绿色豌豆的遗传演示如下图。



图中子二代的基因型是子一代配子携带的基因自由组合的结果，它表现了所有可能出现的基因组合，因此3个黄色豌豆与1个绿色豌豆代表的是比例，而不是具体数量。

## 模拟孟德尔豌豆杂交实验

### 1. 实验材料

四个纸箱，四个乒乓球，马克笔，记录表单。

### 2. 实验步骤

(1) 一个纸箱上标记AA代表显性纯合亲本，另一个纸箱上标记aa代表隐性纯合亲本。

(2) 两个乒乓球标记A代表显性纯合亲本的配子，放入AA的箱子；两个乒乓球标记a代表隐性纯合亲本的配子，放入aa的箱子。

(3) 从AA箱子中摸取一个球，再从aa箱子中摸取一个球，放在一起后，在表格中记录下两个球的字母组合，将球放回原来的箱子中。

(4) 尽可能多地重复步骤(3)，观察子一代的基因组合，判断对应的表现型是显性还是隐性。

表一 子一代基因组合表

|        | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | ..... |
|--------|---|---|---|---|---|---|---|---|-------|
| 子一代基因型 |   |   |   |   |   |   |   |   |       |

(5) 两个纸箱上标记Aa代表显性杂合的子一代作为亲本。

(6) 标有A和a的乒乓球各一个代表子一代的配子，放入其中的一个纸箱，另一个纸箱做相同操作。

(7) 从Aa箱子中摸取一个球，在另一个Aa箱子中摸取另一个球，放在一起后，在表格中记录下两个球的字母组合，将球放回原来的箱子中。

(8) 尽可能多地重复步骤(7)，观察子二代的基因组合，判断对应的表现型是显性还是隐性。

表二 子二代基因组合表

|        | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | ..... |
|--------|---|---|---|---|---|---|---|---|-------|
| 子二代基因型 |   |   |   |   |   |   |   |   |       |

(9) 根据表二的统计，计算显性和隐性性状的比例。

## 现代遗传学之父

孟德尔是一位既聪明又幸运的科学家，虽然他的家庭条件不好，但是凭借对生物学遗传规律的研究热情，细致认真的他揭开了遗传规律神秘的面纱。

最初他的实验材料不只是豌豆，还有其他的植物，但最终他选择了豌豆，因为豌豆是一种自花授粉的植物，自然条件下一般不会产生杂交品种，提高了人工杂交的可控性，为实验的成功奠定了基础。

另外，孟德尔不仅研究了豌豆的种子（子叶）颜色，还对豌豆种子的形状、种皮的颜色、茎的高度、豆荚的形状、豆荚的颜色等性状的遗传规律进行了研究。幸运的是，这些性状多受单基因控制，所以遗传规律基本一致，没有给研究造成很大困难。实验积累了大量的实验数据，孟德尔又非常巧妙地运用数学方法对豌豆子代不同性状个体数据进行统计分析，从而验证了自己的假设——存在遗传因子，并总结出了遗传定律。孟德尔豌豆实验开创了应用数学方法研究生物学问题的先河。

## 4. 解读基因密码



课程设计：邵航 张林

### 探索发现

人类基因组含有约31.6亿个DNA碱基对，组成了23对46条染色体，其中包括22对常染色体和1对性染色体（男性：1条X染色体，1条Y染色体；女性：2条X染色体）。那么什么是碱基？碱基又是如何排列成碱基序列的？想知道答案就到中国科技馆二层“探索与发现”B厅“生命之秘”展区，在这里你将“解读基因密码”。

### 资源简介

#### 1. 装置简介

展品“解读基因密码”位于中国科技馆二层“探索与发现”B厅“生命之秘”展区。展品分为两部分，主体部分是一个可以互动体验的DNA碱基配对装置，装置上方是一个可以播放视频的显示屏。

#### 2. 操作方法

本展品互动体验的方式有教学模式和挑战模式两种。操作者可以选择其中任意一种进行体验。

#### 3. 现象

参与教学模式时，任意挑选标有腺嘌呤（A）、胸腺嘧啶（T）、胞嘧啶（C）、鸟嘌呤（G）字样的积木块放入展品最下方的方格内，每放入一次，右侧的小屏幕上就会显示出与之对应的碱基代码（A与T配对、G与C配对），同时链条向上移动一格。

参与挑战模式时，右侧小屏幕从下方开始，逐个随机显示一个碱基代码，操作者找到与之对应的碱基代码的积木块放入传送链条相应的方格中。配对正确或错误，展品都会给出相应的提示。

装置上方的显示屏循环播放染色体的合成过程。



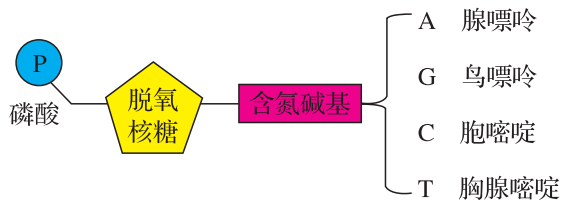
解读基因密码

## 观察思考

1. 组成DNA的碱基有几种？
2. DNA分子中碱基互补配对的规律是什么？

## 分析解释

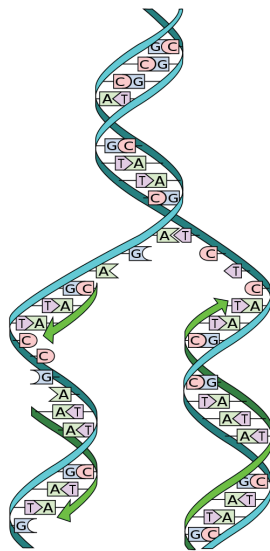
我们知道，生物体是由细胞组成的。在细胞核中有一种叫作染色体的结构，染色体由DNA和蛋白质组成。科学家通过一系列实验证实DNA是遗传物质。DNA（脱氧核糖核酸）是由多个脱氧核苷酸连接而成的长链，脱氧核苷酸是DNA的基本组成单位。每个脱氧核苷酸由三部分组成：一分子脱氧核糖、一分子磷酸和一分子含氮碱基。这三种分子通过脱水缩合形成脱氧核苷酸。组成DNA的碱基有四种，即腺嘌呤（A）、鸟嘌呤（G）、胞嘧啶（C）和胸腺嘧啶（T）。



1953年，美国生物学家沃森和英国物理学家克里克建立了DNA双螺旋结构模型，揭示了DNA分子双螺旋结构的特点。DNA分子是由两条链组成的，这两条链盘旋成双螺旋结构，很像一个螺旋形的梯子，其中，脱氧核糖和磷酸交替连接，排列在外侧，构成梯子的扶手；两条链上的碱基通过

氢键连接成碱基对，碱基排列在内侧，构成阶梯。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的关系，称为碱基互补配对原则。碱基互补配对是DNA分子双螺旋的基础，同时也为认识DNA复制及转录奠定了基础，是遗传物质得以稳定遗传的根本。

DNA分子含有许多具有遗传功能的片段，其中不同的片段含有不同的信息，分别控制不同的性状，这些片段就是基因。可以说，DNA是遗传信息的携带者，基因是包含遗传信息的DNA片段。由于一个DNA分子的外侧是由脱氧核糖和磷酸交替连接而成的，从头到尾没有变化，而内侧四种碱基的排列顺序有无数种，足以储存生物体必需的全部遗传信息。因此，遗传信息就蕴藏在四种碱基的排列顺序中。碱基不同的排列顺序构成了不同的基因，进而构成了丰富的遗传密码。



简化的DNA复制模式图

来源：维基百科



扫一扫二维码，登录中国数字科技馆，看看实验过程及现象。

## 做一做

### 1. 实验材料

彩纸片，剪刀，订书机，订书钉。

### 2. 实验步骤

(1) 磷酸的制作：用圆形纸片表示。

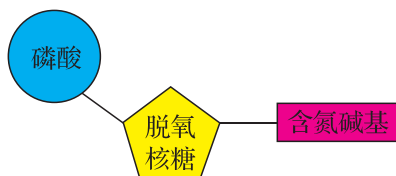
(2) 脱氧核糖的制作：用五边形纸片表示。

(3) 碱基的制作：将四种不同颜色的彩纸剪成长方形碱基，即A、T、G和C。

(4) 脱氧核苷酸的制作：使用订书机将磷酸、脱氧核糖、碱基连接起来，制作成一个含有不同碱基的脱氧核糖核苷酸模型（如下图）。

(5) 写下要制作的DNA的一条链的碱基序列，如ATTCGG，然后将制作好的脱氧核苷酸，用订书机串联起来（用订书机将相邻的磷酸和脱氧核糖订在一起），形成一条多核苷酸的单链。根据碱基互补配对原则，制作一条与这条链完全互补的脱氧核糖核苷酸单链。

(6) 将两条单链平放在桌子上，把配对的碱基两两连接在一起（含氮碱基按照A与T、C与G配对的原则，订在一起），轻轻旋转即得到一个DNA分子双螺旋结构模型。



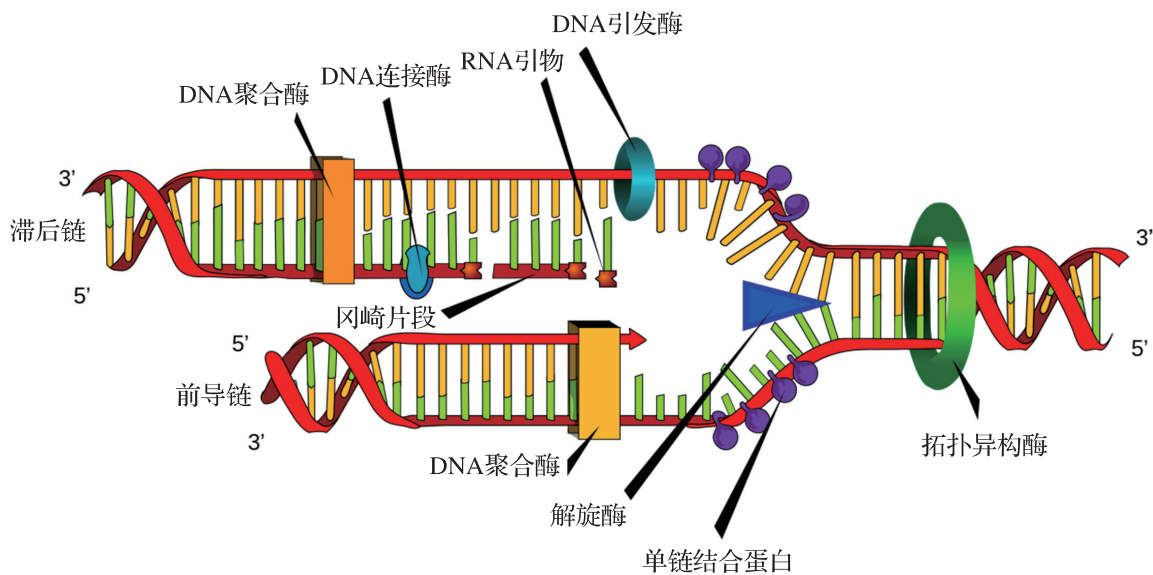
## DNA复制依赖于碱基互补配对

生物体生殖和遗传的目的是保证一套完整的遗传信息可以代代相传，碱基互补配对是生物遗传稳定性的保证。

DNA复制指以亲代DNA为模板合成子代DNA的过程。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，将两条螺旋的双链解开，这个过程叫作解旋。然后以解开的每一条母链为模板，以细胞中游离的4种脱氧核苷酸为原料，按照碱基互补配对原则，各自合成与母链互补的一条子链。随着模板链解旋过程的进行，新合成的子链也在不断地延伸。同时，每条新链与其对应的模板链盘旋成双螺旋结构。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。

DNA分子独特的双螺旋结构，保证了DNA分子的稳定性，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，将遗传信息从亲代传递给子代，从而保证了遗传信息的连续性。



DNA分子的复制

来源：维基百科