

全国优秀科普作品

中国工程院资深院士寄语 国家天文台首席研究员力荐
与物理学博士一起亲手“做”科学

我们都是 科学家

那些妙趣横生而寓意深远的科学实验
(修订版)

薛加民 / 著

“

科学家和小朋友的差别
仅在于他们玩具的价格

唾手可得的**知识**往往迅速被遗忘
而**亲手**验证过的知识却能**铭刻**于心

”



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

我们都是 科学家

那些妙趣横生而寓意深远的科学实验
(修订版)

薛加民 / 著

“

科学家和小朋友的差别
仅在于他们玩具的价格

唾手可得的**知识**往往迅速被遗忘
而**亲手**验证过的知识却能**铭刻**于心

”

人民邮电出版社
北京

图书在版编目(CIP)数据

我们都是科学家：那些妙趣横生而寓意深远的科学实验 / 薛加民著. — 2版(修订本). — 北京：人民邮电出版社，2014.8
ISBN 978-7-115-35498-3

I. ①我… II. ①薛… III. ①科学实验—普及读物
IV. ①N33-49

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第109917号

内 容 提 要

全息成像、激光传声、磁悬浮……本书让你通过身边的有趣实验完成前沿科技的奇妙体验。这是一本关于物理学的原创科普图书，作者用独特的视角与方式，深入浅出地为你揭秘光、电、磁等物理学领域的专业知识；这是一本面向喜欢动手的科学爱好者的指导手册，让你在轻松完成有趣物理实验与制作项目的同时，探究出“高科技”的奥秘。

如果你是科学爱好者，不要错过这本书，它让你眼界大开；如果你是学生，无论是在读中学，还是大学，不要错过这本书，它告诉你“动手学科学”的方法与思路；如果你是科学工作者或科学老师，不要错过这本书，它专业的解读和翔实的介绍，会为你提供不一样的科学视角。

◆ 著 薛加民
责任编辑 房 桦
责任印制 周昇亮

◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市丰台区成寿寺路11号
邮编 100164 电子邮件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京捷迅佳彩印刷有限公司印刷

◆ 开本：880×1230 1/24
印张：11.67

字数：276千字

2014年8月第2版

印数：4 001—8 000册

2014年8月北京第1次印刷

定价：55.00元

读者服务热线：(010)81055339 印装质量热线：(010)81055316

反盗版热线：(010)81055315

广告经营许可证：京崇工商广字第0021号



目录



透过太阳眼镜，看到半个世界 15

几个关于光的偏振性的实验，所需材料非常简单，有一副偏振片太阳镜就行了。



揭秘神奇的光：激光 31

动手拆开一台氦氖激光器和一只激光笔，我们能够看到神奇的激光是怎样产生的。



沿弧线传播的光 53

把糖溶解在水中能制造出一种“神奇”的溶液，一束激光通过它时不再沿直线传播，而是划出一道美丽的弧线。



探测微波炉泄漏及测量光速 69

自制简单的天线装置和检测电路，以检测微波炉的电磁波泄漏。（如果身边没有微波炉，也可以用它来检测手机的电磁波。）



说磁 87

探索磁性这一神奇的自然现象，验证铝是被磁铁吸引的、铜是被磁铁排斥的、胡萝卜也具有磁性等有趣而且违背常识的现象。



电机总动员 103

几种有趣的直流电动机，通过亲手制作，了解人类的好帮手——电动机的基本原理，让第二次工业革命的浪潮涛声依旧。



逆磁悬浮 119

什么是磁悬浮？什么是逆磁性材料？你将了解如何用简单的逆磁材料以及强磁铁来实现磁悬浮。



永远悬浮的陀螺 137

本章开始于一个非常好玩而且物美价廉的玩具：磁悬浮陀螺。我们将会解密陀螺稳定悬浮的真正原因。



激光传声 155

重返光的缤纷乐园，你将了解到如何通过搭建一个简单的电路，利用激光充当看不见的导线，在两地之间传递声音信息。



Feed the Monkey 167

本章将带领大家制作一件非常有趣的装置，生动地演示力学中一个古老的问题。



做老百姓自己的全息 181

一种非常有趣的制作 3D 照片的方法：全息技术。



五角星引发的物理学 201

由分析五角星涉及的光波的衍射现象入手，你会发现只有 5 个角的星星是不存在的。



大音叉 小音叉 215

各种音叉的有趣故事。通过测量普通音叉在发声时声音强度在空间中的分布，我们可以探索声波的干涉现象，并澄清一个由来已久的误解。



给太阳量体温 229

如何用非常简单的材料自制光谱仪。通过分析太阳的光谱成分，我们可以遥测出太阳的温度。



像“砖家”一样使用照相机 247

本章从业余科学家的角度出发，介绍摄影的基本要素，以解除长期以来只会使用自动模式拍照的广大文艺和科学青年的困惑。



PID控制原理与实践 259

这是一个非常好用的控制方法：PID 控制。理解了它的来龙去脉后，你会发现它其实非常直观易懂。

我们都是 科学家

那些妙趣横生而寓意深远的科学实验
(修订版)

薛加民 / 著

“

科学家和小朋友的差别
仅在于他们玩具的价格

唾手可得的**知识**往往迅速被遗忘
而**亲手**验证过的知识却能**铭刻**于心

”

人民邮电出版社
北京

图书在版编目(CIP)数据

我们都是科学家：那些妙趣横生而寓意深远的科学实验 / 薛加民著. — 2版(修订本). — 北京：人民邮电出版社，2014.8
ISBN 978-7-115-35498-3

I. ①我… II. ①薛… III. ①科学实验—普及读物
IV. ①N33-49

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第109917号

内 容 提 要

全息成像、激光传声、磁悬浮……本书让你通过身边的有趣实验完成前沿科技的奇妙体验。这是一本关于物理学的原创科普图书，作者用独特的视角与方式，深入浅出地为你揭秘光、电、磁等物理学领域的专业知识；这是一本面向喜欢动手的科学爱好者的指导手册，让你在轻松完成有趣物理实验与制作项目的同时，探究出“高科技”的奥秘。

如果你是科学爱好者，不要错过这本书，它让你眼界大开；如果你是学生，无论是在读中学，还是大学，不要错过这本书，它告诉你“动手学科学”的方法与思路；如果你是科学工作者或科学老师，不要错过这本书，它专业的解读和翔实的介绍，会为你提供不一样的科学视角。

-
- ◆ 著 薛加民
责任编辑 房 桦
责任印制 周昇亮
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市丰台区成寿寺路11号
邮编 100164 电子邮件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京捷迅佳彩印刷有限公司印刷
 - ◆ 开本：880×1230 1/24
印张：11.67
字数：276千字 2014年8月第2版
印数：4 001—8 000册 2014年8月北京第1次印刷
-

定价：55.00元

读者服务热线：(010)81055339 印装质量热线：(010)81055316

反盗版热线：(010)81055315

广告经营许可证：京崇工商广字第0021号

修订版前言

当房桦主编告诉我人民邮电出版社计划再版这本书时，我感到非常高兴，看来还真有不少的读者喜欢它。在这里我想对读者朋友说：“让你破费了！”

这本书能够以近乎精美艺术品的形式展现在各位面前，要感谢人民邮电出版社各位编辑的辛勤工作。他们为整理文字内容，设计章节版式，甚至选择书的名字倾注了大量的心血。科学读物从来就不容易让大众产生好感，而这本书如果没有这么的高端大气的形象，估计很难引起各位读者的兴趣吧。

过去的一年里我常常关注各大售书网站，看看读者有没有一些批评建议，也担心卖家会因为这本书卖不出去而亏本。总体来说，大家抱着对写作新手的宽容，对这本书给予了很高的评价。我知道，科学读物总是难敌小说杂志，因为科学的乐趣并不像小说故事或电视电影那样显而易见。它常常隐藏在一扇沉重得让人畏惧的大门之后。然而，当我们推开那扇门，就会进入一个鸟语花香的世界。本书的目的就是希望能够稍微拉开一道门缝，让我们都能窥见这个世界。当然，我并不是希望每个读者都成为职业的科学家，而只是希望更多的人能够欣赏和体会科学之趣。生活中多了一个乐趣的来源，不是很好吗？

修订版的《我们都是科学家》更正了原版中的一些错误，以期更为准确。如果读者有任何意见，请随时在我的实名博客上留言，网址是 <http://blog.sciencenet.cn/u/aeinstein>（或请搜索“科学网薛加民”）。我在这里静候你的声音。

前言

“

科学家和小朋友的差别，仅在于他们玩具的价格

”

亲爱的读者，你想知道激光笔发出的光为什么那么集中，颜色为什么那么单一吗？你想知道磁悬浮列车是怎样运行的吗？你想知道信息是怎么在光缆里传送的吗？你想知道全息照相是怎么回事吗？

有读者会说了，这还不简单，有问题上百度、Google 搜索一下呗！

但是，正如古人所言，“纸上得来终觉浅，绝知此事要躬行。”唾手可得的知识往往迅速被遗忘，而亲手验证过的知识却能铭刻于心，亲手做科学实验，正是本书的宗旨。通过阅读本书，读者将和我一起，通过搜集一些不难得到而且便宜的材料，亲自动手实验来一步一步解答我们心中对于科学的一些疑问，体验一些平日里看起来遥不可及的“高科技”。我们将通过解剖一支激光笔来了解激光产生的原理（你会发现激光并不一定生来就是一束细细的光线！）；我们将通过制作磁悬浮装置来实践极其丰富的物理，电子知识（把做好的装置展示给朋友们看，一定会让他们惊讶！）；我们将用一束激光来传递声音（现代光纤通信的鼻祖）；我们将用两三个部件来亲手制作一张全息相片（真正的 3D 相片在你的双手中诞生）。想了解其他更多有趣而且科学含义深刻的实验，请浏览本书目录。其中每一章都是一个完整的实验，有理论简介、材料选择、制作过程和拓展加深。

市面上有不少关于动手制作的书，但大部分都是关于电子制作的，而关于科技制作的（或网站）则大多属于“小学生科技制作”之类，读起来有点“幼稚”。本书

的读者将以喜欢动手的科学爱好者为主，制作的内容都有比较深刻的科学含义（主要是物理学），很多还能联系到当今科学研究的前沿。虽然如此，每个实验的基本原理和制作过程却是高中知识水平就能理解和实践操作的，如果牵涉到比较复杂的科学，书中都尽量以高中知识为基础加以解释，并提供相关的资料来源供读者进一步学习研究。制作所需要的材料，都是能从网上买得到的、老百姓买得起的东西。

著名的物理学家费曼在他的《别闹了，费曼先生！》（强烈推荐读者阅读）一书中提到了这么一个故事：“师生不求甚解，教科书也是：‘摩擦发光（Triboluminescence）：当晶体被撞击时所发出的光’这样的句子，只是教名词，只是用一些字说出另一些字，一点都没提到大自然——没有提到撞击什么晶体会发光。学生看了，会不会想回家做实验呢？不会，他们根本不知怎么做。可是，如果你写‘在黑暗中拿钳子打在一块糖上，会看到一丝蓝光。其他晶体也有此效果，这叫作摩擦发光。’那么就会有人回家试着做，这是一次与大自然的美妙相遇经验。”由此可见，大师对于“动手实践”的推崇。我在读了费曼的这个故事后，找来了冰糖进行尝试，并未成功。后来搜索查询，得知要用不透明的硬糖来做这个实验，原因不详。于是我买了一袋水果硬糖，放在一个玻璃瓶里，在黑暗里使劲摇晃。果然！能看到撞击下的糖块发出星星点点的蓝色微光！

读者在尝试本书中的实验时，很有可能会一次又一次地遇到我上面提到的情况，一开始遇到些挫折是非常正常的。毕竟书中的实验都比较“高科技”。每个人所能得到的材料略有差别，或者有一些细小的问题文中没有提到。实际上，本书将会着重突出原理和制作的关键，把细节问题和细微设计留给读者自己完成，这样读者就会把本书当作引导，当作“idea”的来源，而不是按部就班地机械重复（大学生朋友们一定记得，自己的实验课本是如何让我们只能按部就班地按几个按钮，抄录一些数据，把一个个有趣的实验活生生地变得索然寡味，把与大自然的美丽邂逅变成老师安排的形式化的“相亲”）。

读者会发现，正是那些大大小小的可以被克服的挫折让实验的过程充满挑战，让成功的喜悦倍加珍贵。相信通过亲手尝试，你能够一次次地“与大自然美妙地相遇”！

薛加民

2013年1月

推荐序

Dear Chinese reader,

The book in your hand is a collection of fun and inspiring amateur science projects. The author, Jiamin, was a PhD student in my group in the physics department of the University of Arizona. I witnessed and sometimes participated in the creation of more than half of the projects in my lab. We played with the diamagnetic levitation (Chapter 7) and levitron (Chapter 8) together. From time to time Jiamin would show me other interesting stuff he made in his spare time, such as the bending laser light in sugar water (Chapter 2) and PID controlled magnetic levitations (Chapter 16) etc. Even the day before he left our lab to work in another city, he was trying to measure the microwave leakage from the microwave oven in our lab (Chapter 4). Fortunately, he didn't break the oven.

Jiamin did all these projects in a lab filled with instruments costing hundreds of thousands of dollars. However, he did not use any of this equipment for these projects. So you can also enjoy the fun experiments at home with a little bit of spare money and lots of spare time, and explore some quite broad and deep science topics. Even a professional scientist can find something new and interesting from reading the book and experimenting with the project ideas.

Time to get your hands dirty and start working on them!

Best wishes,

Brian LeRoy

Tucson, Arizona

1

亲爱的中国读者：

你手中的这本书中汇集了许多妙趣横生而且寓意深远的业余科学项目。书的作者加民曾是我在亚利桑那大学物理系的博士生。我目睹了书中超过半数的项目是怎样诞生的，有时我还会参与其中。我们一起玩过逆磁悬浮（第7章）和磁悬浮陀螺（第8章）。加民还时常会给我看一些他在业余时间做的其他好玩的东西，比如糖水中弯曲的激光（第2章），PID控制下的磁悬浮装置（第16章）等。直到他博士毕业将要离开我们的实验室去别的城市工作的前一天，他还在实验室里尝试测量微波炉的泄漏量（第4章）。幸运的是，他没有弄坏我们的微波炉。

我们的实验室里装满了价值数十万美元的科学仪器，而对于本书中的业余科学实验，加民并没有用到这些昂贵的设备。所以你也可以在自己家中花少许的零钱和大量的闲暇时间享受这些实验带来的乐趣。同时还能探索一些非常广泛和深远的科学领域。即使是一个职业的科学家，他（她）在阅读这本书以及尝试书中的实验时，也会发现新的有趣的东西。

现在，是时候行动起来开始动手实践了！

最良好的祝愿

Brian LeRoy^[1]

图桑，亚利桑那

[1] LeRoy 教授是美国亚利桑那大学（University of Arizona）物理系副教授。

推荐序

2012年我和薛加民博士在美国偶遇，我们都深受一位老科学家的影响，认为作为研究人员，做一些科普工作非常重要，并且应该注重科学上的新发现、新发展和科学思想的传播。当收到他的《我们都是科学家》一书的部分书稿时，我先睹为快，阅读时颇有惊艳之感。我认为这是一部极有特色的好书，因此我愿向爱好科学的读者，特别是喜爱物理学的青年读者们热烈推荐。

科学和技术支撑着现代社会的运转，其重要性自然无须多言。但是对于很多不从事科学研究的人来说，科学更像是一种魔法，需要它、使用它，却并不了解它。所谓科学家，固然是一种职业身份，但其实更根本的区别则在于能否以科学之眼光看世界，以科学之方法探寻事物规律。就此而言，一个人不必非从事职业研究工作，如能掌握科学的方法和一些基本的科学知识，也完全可以称为科学家，或者至少可说是具有科学素养的人。提高国民的科学素养，于国家之文明、发达有极大关系，本书之旨正在于此。

其实，许多基本的科学原理和知识，在中学、大学课程里都有，现代一般受过教育的人都曾学过，但为什么对于许多人来说，它仍然显得那么神秘呢？著名美国物理学家费曼在他那本《别逗了，费曼先生》（*Surely You are Joking, Mr. Feynman*）中有一段关于他20世纪50年代访问巴西并在那里教物理的故事，也许可以说明这个问题。在巴西上了一段时间课以后，费曼在一次会议上直言不讳地抨击了当时巴西的物理教学方式：孩子们从很小的时候就开始学习物理，课程内容很多、很难，

2

学生们学习很勤奋，考试成绩优秀，但课程结束后他们却并不真正理解物理，因为他们仅仅是死背下了一些定义和公式，却完全不知道怎样把他们所学的知识用到实际当中。我想，中国读者看了费曼这段话后，恐怕都会心有戚戚焉——很大程度上，这也是我们中国教育（还不仅仅是物理教育）之弊，也许在很多方面我们还有过之而无不及。

但是，在教育上，指出存在的问题比较容易，找到好的解决方案却很难。在改进教育方面，需要的主要不是“破”，而是“立”，解决的方案不应该是废除理论学习，而是要增加在实际运用方面的训练。但这又是很难的，因为具体应用很难像一般原理那样可以直接写在书上，并且很多教师自己也同样不会实际应用。改革开放后，这一问题也还是没有解决，高分低能、动手能力弱一直是中国学生中普遍存在的问题。

如果说课堂讲授和书本学习有一定局限性，动手的物理实验是否能成为理论与实际之间的桥梁呢？从原则上讲应该是这样，但遗憾的是，就我所见，目前的中学和大学物理实验课程在这方面的作用非常有限。现有课程中的实验内容比较单调、枯燥，大多是验证某个原理或定律。由于安排教学的需要，这些实验都是预先安排好的，所用的实验设备由教师预先采购、安装，学生只能是按照实验手册上给出的方案操作，而很少有自己设计、探索、动脑的余地。近年来，为了方便教学，中学和大学物理教学实验设备越来越“高级”，越来越简单化、自动化，学生从中得到的训练也就越来越不足。做完之后未必能加深理解，更谈不上训练学生将所学知识

运用到实际中去。

本书也许可以在增强读者的动手能力、加深对物理学原理的理解、锻炼实际应用能力方面发挥相当好的作用。和大多数科普书内容不同，本书不是仅仅“坐而论道”，讲一些科学知识或者科学史上的故事，而是把物理学知识和一些读者可以自己做的小实验结合起来。

比如，在本书第3章“沿弧线传播的光”中，就介绍了一个用透明盒子、冰糖、水和激光笔这些简单材料就可以进行的一项有趣的物理实验：让光沿着弧线传播。这一实验虽然简单，读者却有很大的空间自己思考、探索、体会。而且，这一简单实验涉及的物理知识也是多方面的，不仅有光学折射方面的知识，而且还包括统计物理、作用量原理等——这也正是实际运用中经常出现的情况：和教学与课堂练习时分成一个个各自独立的单元不同，在实际运用中往往需要综合运用多方面的知识，而不仅仅是局限于某一个单一的原理或定律。实验当中，一些并不起眼的细节有很大的影响，本书的作者对这些也颇为注意，根据自己做这些实验的体会提醒实验者。本书并非教科书，无须过多顾及教学大纲安排，而可以兴之所至，发挥自如，正可以补传统的物理实验课程之不足，这是其一大优点。

本书在内容上有许多新颖之处，文笔也非常风趣。比如，Andrey Geim 教授 2010 年获得了诺贝尔物理学奖，而有趣的是他此前还因为让青蛙悬浮而获得了哈佛大学的搞笑诺贝尔 (Ig Nobel) 奖。虽然名为搞笑诺贝尔奖，此奖其实颇有深意。本

书第7章对此娓娓道来，与之相联系的第8章，又介绍了磁悬浮陀螺。这些实验不仅有趣，更重要的是，简单的实验现象背后隐藏着深刻的物理学原理，因此做这些实验不仅“动手”，也要“动脑”，启发读者深思，也教会读者如何用数学、物理学的方法分析实验现象。说到这里，我不禁想到，其实在我国，固然动手能力弱的人居多，但也有一些动手能力很强而缺乏理论知识的民间人士，比如有农民自己试制飞机、机器人等的，本书对于他们，也许可有开阔眼界之功。

总之，我觉得本书实为一本不可多得的科普佳作，非常适合大、中学生和科学爱好者阅读，即使是已经身为科学家的专业研究人员，比如我自己，阅读本书也有许多收获。希望读者能在这些有趣的实验中，体味物理规律之奇妙，并能有自己的创新和发现。

陈学雷博士

中国科学院国家天文台

宇宙暗物质暗能量组首席研究员

目录



透过太阳眼镜，看到半个世界 15

几个关于光的偏振性的实验，所需材料非常简单，有一副偏振片太阳镜就行了。



揭秘神奇的光：激光 31

动手拆开一台氦氖激光器和一只激光笔，我们能够看到神奇的激光是怎样产生的。



沿弧线传播的光 53

把糖溶解在水中能制造出一种“神奇”的溶液，一束激光通过它时不再沿直线传播，而是划出一道美丽的弧线。



探测微波炉泄漏及测量光速 69

自制简单的天线装置和检测电路，以检测微波炉的电磁波泄漏。（如果身边没有微波炉，也可以用它来检测手机的电磁波。）



说磁 87

探索磁性这一神奇的自然现象，验证铝是被磁铁吸引的、铜是被磁铁排斥的、胡萝卜也具有磁性等有趣而且违背常识的现象。



电机总动员 103

几种有趣的直流电动机，通过亲手制作，了解人类的好帮手——电动机的基本原理，让第二次工业革命的浪潮涛声依旧。



逆磁悬浮 119

什么是磁悬浮？什么是逆磁性材料？你将了解如何用简单的逆磁材料以及强磁铁来实现磁悬浮。