

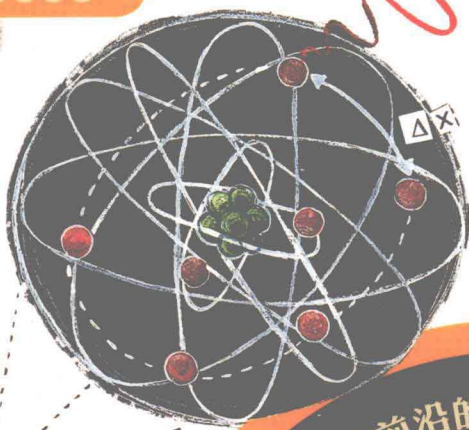
科学家讲的
科学故事

003

韩国最受欢迎的科普读物
销量突破10000000册

$$\Delta x \Delta p \geq \frac{h}{2\pi}$$

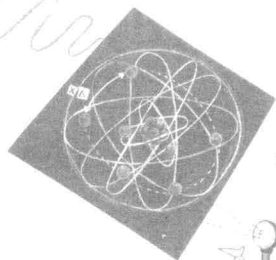
无法准确测
算位置和速度。



最经典的科学、最前沿的技术+最通俗、最权威的解读

费曼讲的不确定性原理的故事

[韩]郑玩相 著 王 辉 译



$$\Delta x \Delta p \geq \frac{h}{2\pi}$$

无法精确测
量位置和速度



费曼讲的不确定性原理的故事

[韩]郑玩相 著 王辉 译

图书在版编目 (CIP) 数据

费曼讲的不确定性原理的故事 / (韩) 郑玩相著 ;
王辉译. -- 昆明 : 云南教育出版社, 2011.1
(科学家讲的科学故事)
ISBN 978-7-5415-5132-1

I. ①费… II. ①郑… ②王… III. ①不确定系统 -
青少年读物 IV. ①N94

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第251828号
著作权合同登记图字: 23-2010-074号

The Scientist tells the story of Science
Copyright © 2008 by JAEUM&MOEUM Co., Ltd
Simplified Chinese translation copyright © 2011 by Yunnan Education
Publishing House
Published by arrangement with JAEUM&MOEUM Co., Ltd, Seoul
through Shanghai All One Culture Diffusion Co., Ltd
All rights reserved

科学家讲的科学故事003

费曼讲的不确定性原理的故事

(韩) 郑玩相 著 王辉 译

策 划: 李安泰

出 版 人: 李安泰

责任编辑: 李灵溪

特约编辑: 赵迪秋

装帧设计: 齐 娜 张萌萌

责任印制: 张 旸 赵宏斌 兰恩威

出 版: 云南出版集团公司 云南教育出版社

社 址: 昆明市环城西路609号

网 站: www.yneph.com

经 销: 全国新华书店

印 刷: 深圳市精彩印务联合印务有限公司

开 本: 680mm × 980mm 1/16

印 张: 9.5

字 数: 100千字

版 次: 2011年1月第1版

印 次: 2011年1月第1次印刷

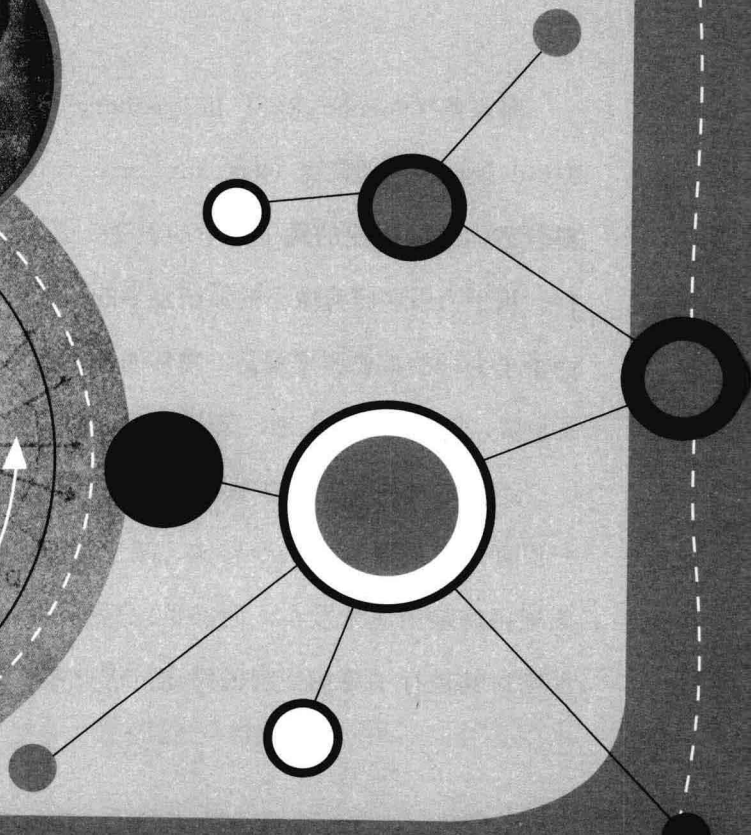
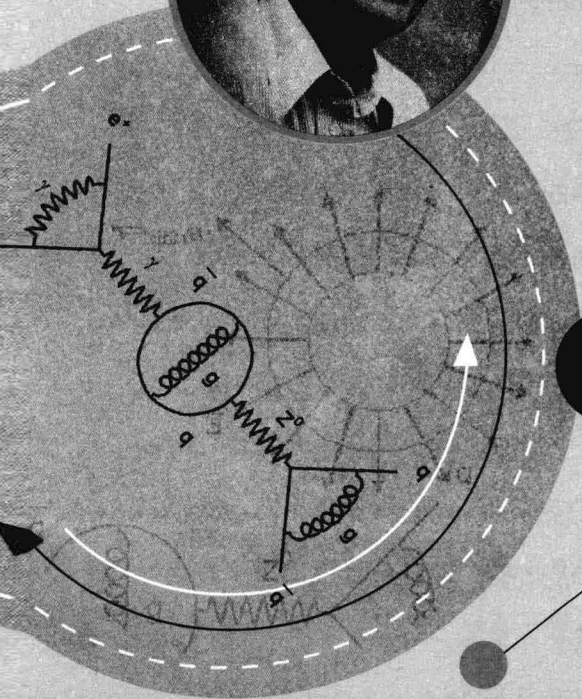
印 数: 1-10000

书 号: ISBN 978-7-5415-5132-1

定 价: 19.80元

版权所有, 翻印必究

写在
前面





| 写在前面 |

为了那些梦想成为费曼的小朋友们发起的 “不确定性原理”科学革命

海森堡 (Werner Karl Heisenberg)、玻尔 (Niels Henrik David Bohr) 及普朗克 (Max Karl Ernst Ludwig Planck) 等天才科学家们共同创建的量子力学的诞生，是20世纪伟大的革命性事件。量子力学在研究微小的原子世界的神秘性中起着决定性作用。而量子力学的重要原理就是：物体的位置和速度无法同时得到准确的测算，即不确定性原理，又名“测不准原理”。

不确定性原理是继牛顿物理学之后的又一重要原理，利用这一原理，人们研制出了半导体、激光等高端科技产品。不确定性原理由海森堡最先发布，而20世纪后期最伟大的物理学家之一费曼则对其进行了更加完善的阐述，因此我们选择了费曼的讲义作

为教材。

本人在韩国科学技术院对量子力学原理有过深入的学习和研究。本书即根据我对不确定性原理的研究和在大学里教授的内容选编而成。

在本书中，费曼教授来到了韩国，为我們的小朋友们进行了为期九天的讲座，让大家通过费曼教授的言传身教，对不确定性原理有一些初步的了解。

郑玩相

目录

1

第一课

什么是电子？ 1

2

第二课

什么是光子？ 13

3

第三课

原子长得什么样？ 21

4

第四课

电子坐火车 33

5

第五课

什么是不确定性原理？ 43

6/ 第六课

电子在哪里? 55

7/ 第七课

谁住在原子核里面呢? 75

8/ 第八课

原子核里面发生了什么事? 85

9/ 第九课

什么是夸克? 101

附录

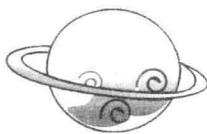
不确定性王国的灰姑娘 111

科学家简介 136

科学年代表 138

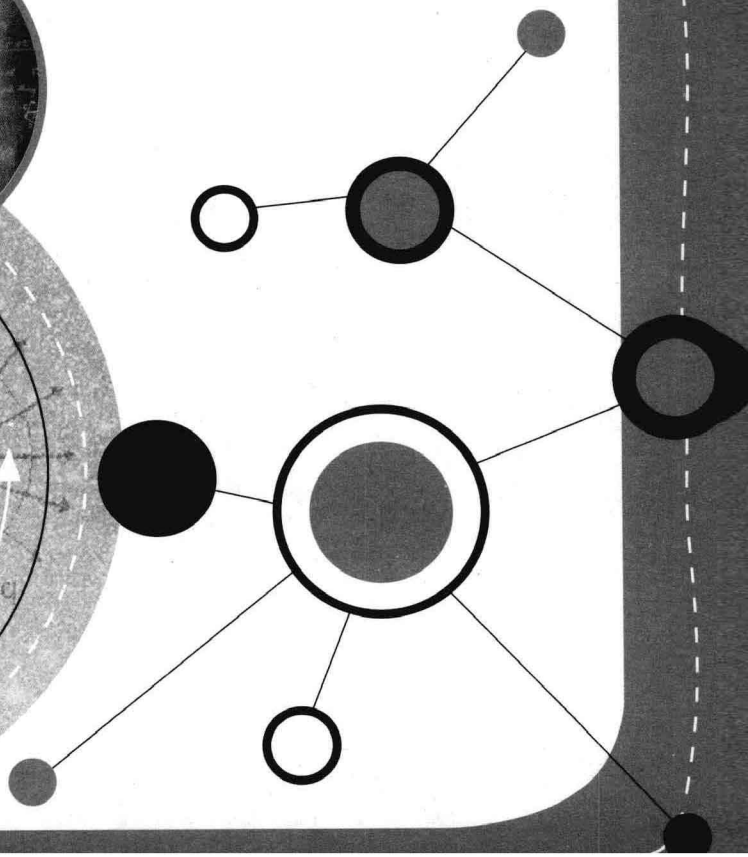
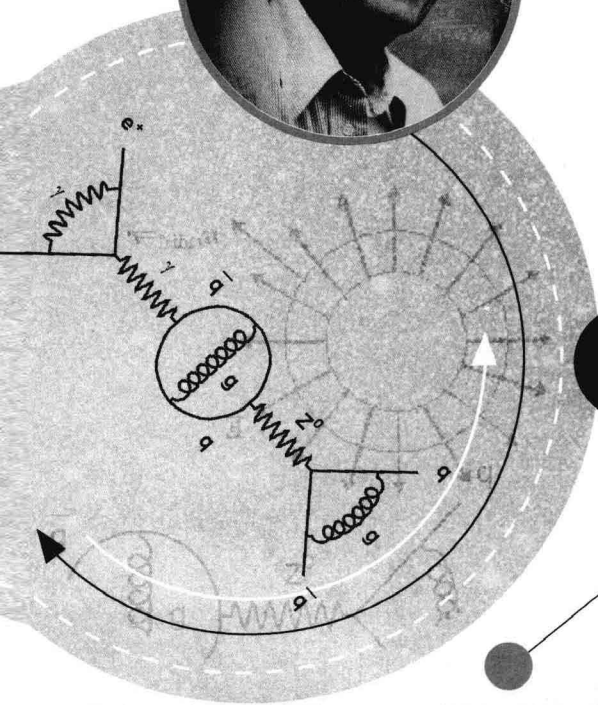
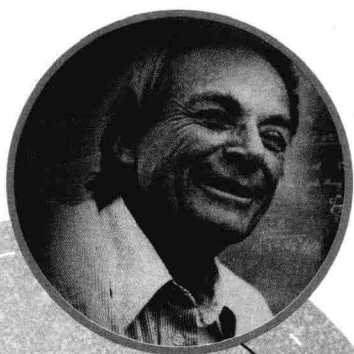
核心内容测试 139

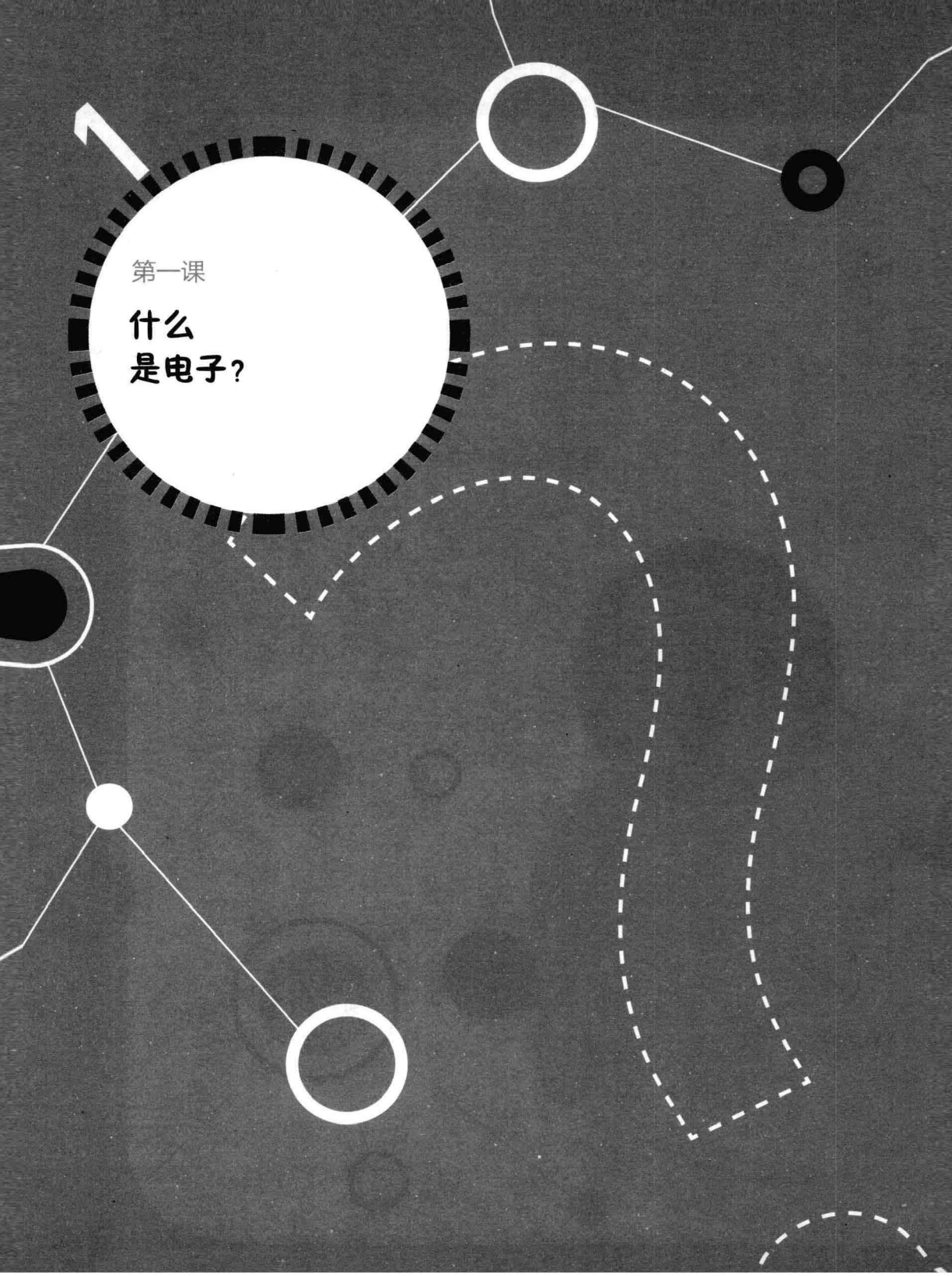
现代科学辞典 140



什么是电子？

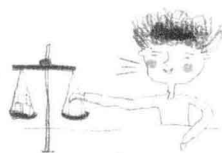
所有物体都是由原子构成的。
原子内部带有负电的电子是怎样发现的呢？



The image features a dark, textured background with several white geometric elements. A large white circle with a thick, dashed black border is positioned in the upper left. Inside this circle, the text '第一课' (Lesson 1) and '什么是电子?' (What is an electron?) is written. A white arrow points towards the top left of this circle. To the right of the large circle is a smaller white circle, and further right is a small black circle. A dashed white line forms a large, irregular loop on the right side of the image. In the bottom left, there is a small white circle connected to a larger white circle. The overall design is minimalist and abstract, possibly representing a network or a scientific concept.

第一课

什么
是电子?



费曼老师的第一节课讲的是关于电子的故事。

今天我们来讲一讲有关电子的故事。

首先，我们来认识一下电子的家——原子。所有的物体都是由原子构成的。比如氧气是由氧原子构成的，铁是由铁原子构成的。原子的种类有一百多种，它们的形态各不相同。

不同的原子其大小和质量是不同的。

那么是不是所有物体都是由一种原子构成的呢？答案是否定





的。纯金是由金原子一种原子构成的，但水就是由氧原子和氢原子两种原子构成的。所以，世界上也存在着由多种原子构成的物质。我们的身体就是由氢、氧、碳、氮等多种原子共同组成的。

原子长得什么样呢？原子是一个球体，由于原子过于微小，我们无法用肉眼看到它的内部构造。

在微小的原子家族中，最小最轻的原子是氢原子。

最小的氢原子，直径只有 10^{-10}m 。

那么 10^{-10}m 是什么意思呢？我们有必要了解一下10的多次方的概念。首先， 10^2 表示两个10相乘的积。

即：

$$10^2 = 10 \times 10 = 100$$

同样， 10^3 表示3个10相乘所得的积。

$$10^3 = 10 \times 10 \times 10 = 1000$$

数学家们用多次方符号来简写带有多个0的天文数字。

那么 10^{-10} 是表示-10个10相乘所得的积吗？当然不是，因为-10个10无法相乘。数学家们发明了下面的表示方法。

例如： $\frac{1}{100}$ ，因为 $100=10^2$ ，所以也可以写做 $\frac{1}{100}=\frac{1}{10^2}$

那么， $0.01=\frac{1}{100}=10^{-2}$

同理， $1000=10^3$

那么， $0.001=\frac{1}{1000}=10^{-3}$

利用这种方法我们就可以将小于1的极小的数字简单地表示出来了，所以氢原子的直径如果用小数来表示就是：

氢原子的直径为0.0000000001m。

如果将1米平均分成100亿段，那么氢原子的直径只有其中的一段，大家说有多小？

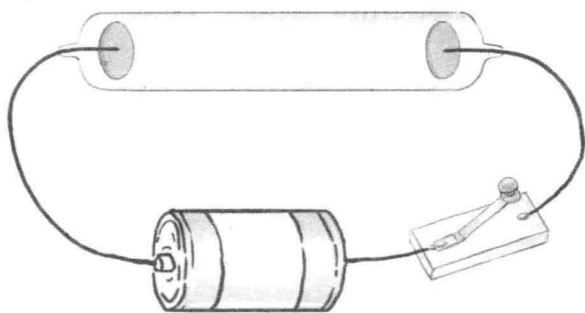




电子的发现

让我们来看一下原子内部有什么东西吧！

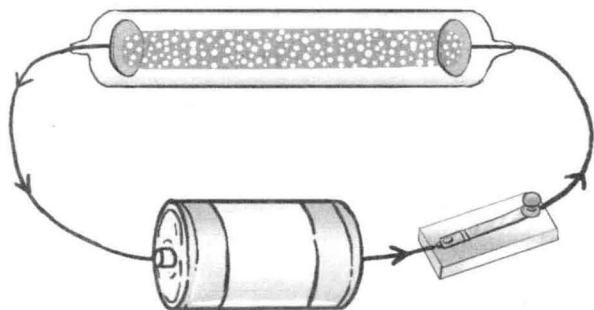
费曼拿出一个玻璃管，玻璃管两端各安装一块金属板，分别用电线连接至一块很大的电池，并用闭合开关控制。



因为我们使用气泵将气体抽出来了，所以现在玻璃管内部是没有空气的。这里使用的电池不是普通的电池，而是特制的高压电池，是非常危险的。

现在闭合开关，会发生什么事呢？

费曼闭合开关的瞬间，从连接电池负极的金属板向连接正极的金属板发射出淡绿色的光线，学生们好奇地看着玻璃管。



现在出现的淡绿色光线是从连接负极的金属板上发出的微小颗粒的流动。但这些颗粒极其微小，它们的距离又很近，所以我们肉眼无法观察到颗粒的移动，看起来就如同连续的光线一样。

我们都玩过水枪吧，水枪会喷射出水线，但其实那也不是连续的水流，而是构成水的颗粒（水分子）的移动轨迹。因为水分子之间的间隔很小，看起来才像连续的水线。由于距离小而产生连体错觉的例子还有很多。





费曼老师拿出一张画有一个漂亮小姑娘的画像。

小姑娘的头发和衣服都是黑色的，但是亮度却不一样。让我们来看看为什么会有这样的现象。使用放大镜观察，就可以发现导致两种黑色不同的原因。

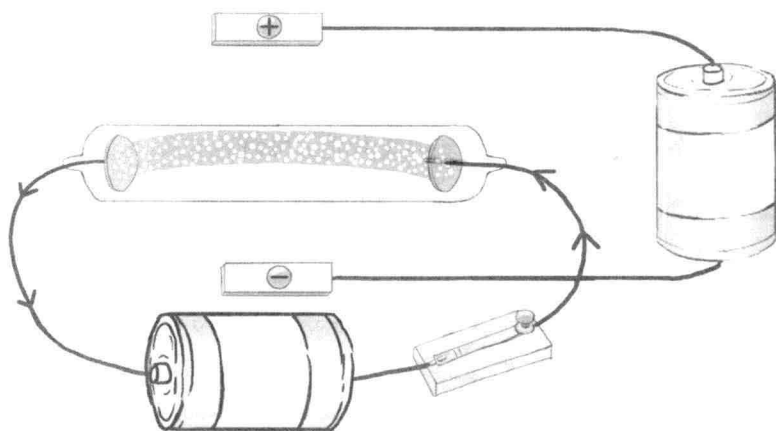
学生们用费曼老师给的放大镜仔细观察小姑娘的衣服，发现被染成浓黑色的部分是由稀疏的正方形图案组成的。



现在我们应该能够理解了吧？我们看到的淡绿色光线并不是连续的光，而是由微小的颗粒组成的。让我们来看看这些颗粒带有哪种电性。

电具有异性相吸的特性，正极与负极互相吸引，而正极与正极、负极与负极则互相排斥。

费曼老师在玻璃管的上下两侧各放置一块金属板，并将两块金属板与电池相连接。



上面的金属板连接至电池正极，因此带有正电；下面的金属板连接电池负极，因此带有负电。大家看到光线出现了向上的弯曲，由此可知组成光线的颗粒是带负电的。这就是电子，它是带负电的最小粒子。因为金属板是由原子构成的，所以电子一定是从金属的原子中出来的。

原子内部存在带负电的电子。

