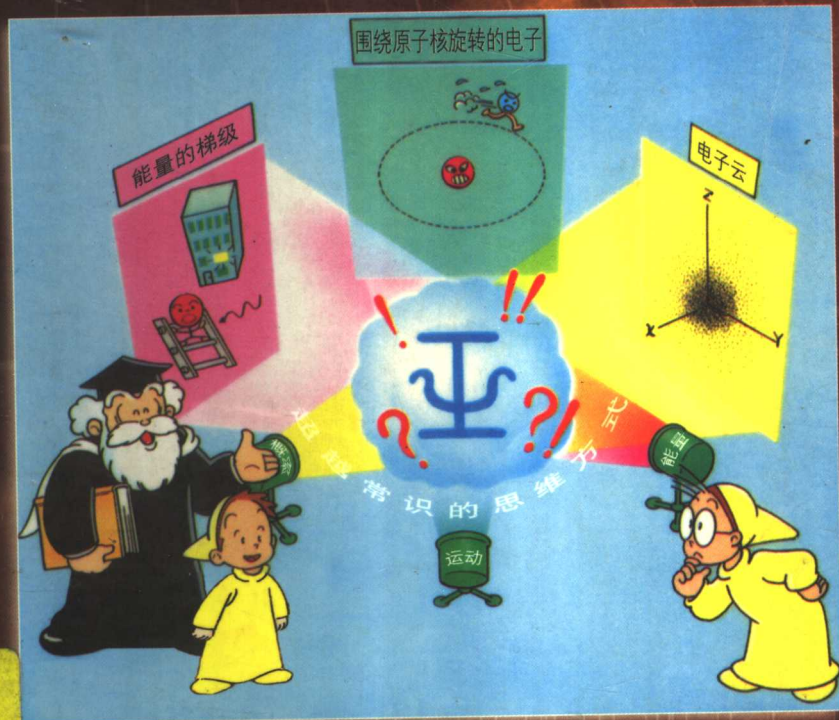


超越常识的天才思维从这里开始

阿童木博士理科学学习漫画

量子世界大探险

监修 (日)野本昭二
著作 (日)吉田 正
翻译 吴文英



华夏出版社

图书在版编目(CIP)数据

阿童木博士量子世界大探险/(日)吉田 正 著;吴文英译.-北京:华夏出版社,2004.1

(阿童木博士理科学习漫画)

ISBN 7-5080-3379-5

I.阿… II.①吉… ②吴… III.量子-青少年读物 IV.0413-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003)第 114743 号

北京市版权局著作权合同登记章 图字:01-2002-2112 号

Manga Atom Hakase no Ryoshi Rikigaku Tanken

Copyright © 1997 by Mutsutake IINO

Chinese translation rights arranged with Toyo Shuppan, Tokyo through Japan UNI Agency, Inc., Tokyo

ISBN 7-5080-3379-5



华夏出版社出版发行

(北京东直门外香河园北里4号 邮编:100028)

新华书店经销

北京市圣瑞伦印刷厂印刷

850×1168 1/32 开本 64.25 印张 1456 千字 20 插页

2004 年 4 月北京第 1 版 2004 年 4 月北京第 1 次印刷

定价:132.00 元(共 11 册)

(单册定价:12.00 元)

本版图书凡印刷装订错误可及时向我社发行部调换

阿童木博士理科学学习漫画

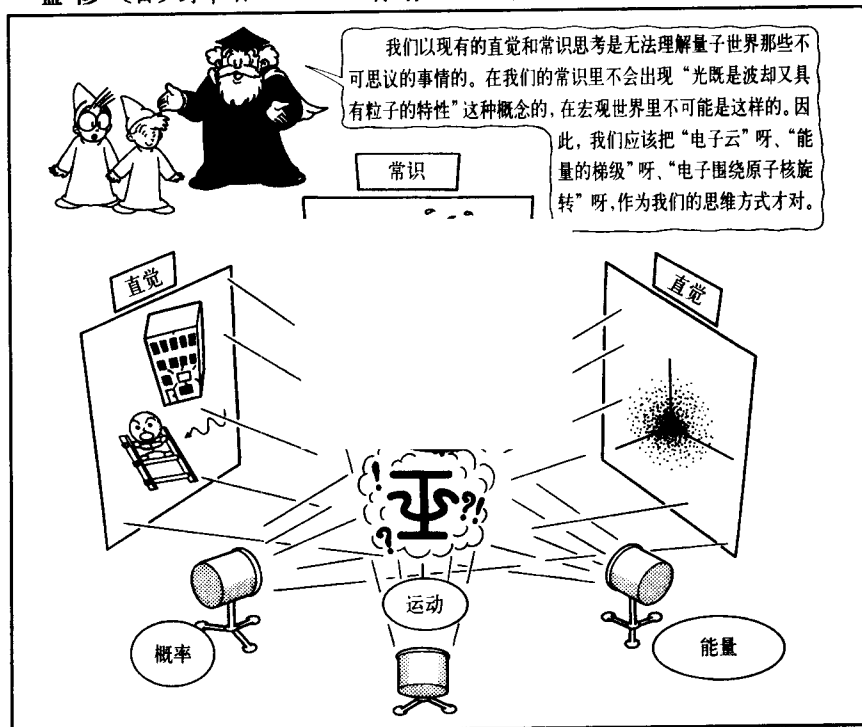
量子世界大探险



监修=〔日〕野本昭二

著作=〔日〕吉田正

翻译=吴文英



原版=東陽出版株式会社

华夏出版社出版发行

监修

原动力炉核燃料开发事业团
大洗工学中心主任
东芝株式会社核能事业部
技术顾问 工学博士

野本昭二



著作

武藏工业大学教授

吉田正



受到苹果从树上掉下来的启发发现了万有引力的牛顿、归纳了电磁学优美定律的麦克斯韦等学者，一起完成了力学、流体力学、光学、热学和电磁学等经典物理学理论。

进入20世纪，爱因斯坦的相对论、普朗克提出的量子学说，以及以玻尔为中心的学者们对原子构造的剖析，共同构成了新的现代物理学基础理论——量子力学。

健太和康太在阿童木博士的带领下周游宇宙，完全理解了相对论。

在眼睛看不到的微观世界里，光、电子一会儿是波，一会儿又是粒子，能量调皮得上窜下跳，尽是些不可思议的东西。

那么，让我们大家一起跟着阿童木博士到量子力学的世界探险吧。我们一定会有许多问题向阿童木博士提问，让他目不暇接。但是，阿童木博士一定能简明易懂地帮助我们找到支配这个未知世界的规律。

在《阿童木博士量子世界大探险》里，我们可以先了解拉开量子力学序幕的天才物理学家的生平和历史，进入正式的探险旅程后，我们要一边思考电磁波、光和电子的真面目是什么，一边联系我们身边的激光、超导等问题，学习量子力学的思维方式。

量子力学与相对论一起构成了现代科学的两大支柱，是20世纪产生的最优秀的科学理论。

对于可以称做电视机、录像机、计算机心脏的半导体来说，如果没有量子力学的话，它的发明连想都不敢想的。在21世纪，量子力学将会成为我们的常识。

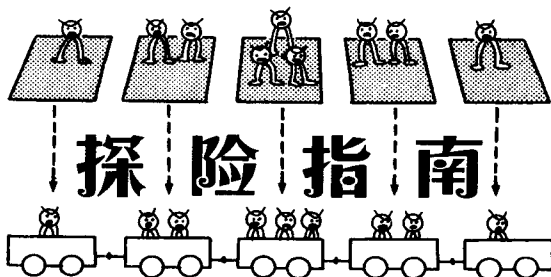
但是，量子力学到底是什么东西呢？这个问题大多数人还比较陌生，好像超越了人们习惯的常识思维方式，人们就有点敬而远之了。

的确，量子力学有一定难度。实际上，如果不通过数学计算的话，就不能完全理解量子力学。

但是，要了解量子力学，除了数学公式以外，能巧妙使用图示和漫画来解释肯定也是一个非常有效并被大家乐意接受的方法，所以就有了这本书。

在量子力学里，有着常识无法接受、非常不可思议的一面。但是只要我们抛弃固有的思维模式，顺其自然地思考下去，我们肯定就能够理解这个不可思议的东西了。

这本书的出发点是大胆地充当一缕照向神秘的量子力学世界的“光线”。你看，正是因为有许多的“不可思议”，所以探险才显得更加有趣了。



探险请柬 ☆ 5

■ 写给阅读此书的小科学家

——数字及其表示方法 ☆ 13

■ 用 10 倍率刻度的尺子看长度 ☆ 15

第一编

电磁波的产生

【1】电力作用的区域——电场 ☆ 18

【2】坐标和矢量 ☆ 20

■ 矢量的表示方法 ☆ 22

■ 矢量的长度思考 ☆ 23

【3】另一个矢量场——磁场 ☆ 24

■ 请读者思考的问题的答案 ☆ 25

【4】电场与磁场的互相诱发 ☆ 26

■ 变化的电场产生磁场 ☆ 27

■ 变化的磁场产生电场 ☆ 29

第二编

光源探秘

【1】各种各样的电磁波 ☆ 34

【2】发送、接收电磁波的天线 ☆ 37

■ 赫兹与兆赫 ☆ 37

【3】微型天线 ☆ 40

【4】原子天线及其他 ☆ 42

■ 其它天线 ☆ 42

【5】光的天线与

原子的内部世界 ☆ 43

【6】量子力学的出发点

——波函数 ☆ 50

【7】波函数和电子云 ☆ 52

■ 波函数 ψ 就像玻璃杯中的水波 ☆ 54

【8】电子“云”的秘密 ☆ 55

■ 什么是概率? ☆ 60

■ 电子出现概率的计算 ☆ 62

【9】原子的天线作用 ☆ 63

■ 电离和等离子体 ☆ 66

■ 巴尔末光 ☆ 68

【10】原子天线里的电子运动 ☆ 69

■ 微型天线(原子)的三大作用 ☆ 62

【11】“氢塔楼”——电子的住所 ☆ 75

■ 轨道和电子 ☆ 76

【12】“氢塔楼”的电子入住情况 ☆ 77

■ “氢塔楼”的房租是能量 ☆ 78

- 【13】喜欢搬家的电子
——“价电子”☆79

第三编

光的变形术

- 【1】原子和分子的光辉
——荧光灯☆82
- 【2】激光的奥秘☆86
- 激光——无限延续的波☆89
- 【3】激光的秘密——反转分布☆91

第四编

光的真相

- 【1】波的性质——衍射和干涉☆97
- 【2】摄像机的奥秘☆100
- 【3】光的干涉——双缝实验☆105
- 【4】光的干涉
——CD光盘与条形码☆107
- 【5】光真的是波吗?☆111
- 【6】光是粒子——光子的出现☆113
- 激光——无限延续的波☆116
- 组成物质的基本粒子与传递粒子☆119
- 【7】追踪光的真面目☆120
- 【8】量子力学对二象性的解释☆128

- 光子出现的概率☆131
- 出现干涉条纹的原因☆131
- 【9】阿勒依的光子实验☆135
- 【10】普通的电子☆142
- 【11】电子的二象性☆143
- 【12】量子力学的胜利
与未解之谜☆145

第五编

巨大的量子世界

- 【1】电子波也是波函数☆152
- 牛顿力学和量子力学的区别☆153
- 波函数与波方程式☆154
- 波函数与“真正的电子”☆158
- 与墙壁发生冲撞的电子☆159
- 【2】电子也不是“隐身粒子”☆162
- 【3】常识世界和非常识世界☆165
- 【4】波群的形成☆169
- 动量☆169
- 【参考知识】“速度”与“快慢”☆170
- 波的叠加☆172
- 【5】不确定关系和不确定性原理☆178
- 【6】真空是空荡荡的吗?☆180
- 【7】模糊不清的世界☆186
- 【8】量子活动支撑着这个世界☆190



探 險 請 柬

在这本书里,通过原子、分子的微观世界,我带着大家去看看支配我们所居住的世界的根本定律和量子力学的世界。

不管怎么说,量子力学和相对论一样,是在现代科学最高深的理论之一。

因此,初次读这本书的读者,可能有些地方不太明白,但也不用耽心。与众不同的量子世界就像个大迷宫,发现了规律也就找到了快乐,这需要耐心和时间。

建议你多看两遍,最后你一定会说,这门学问其实没那么难懂。

记住,永远不要被貌视高深的事物吓倒!



【登场人物介绍】



“现实”中的健太与康太

哥哥健太小学5年级，弟弟康太小学1年级……要好的兄弟俩都很喜欢学习和探索理科知识。

“梦幻”中的健太和康太

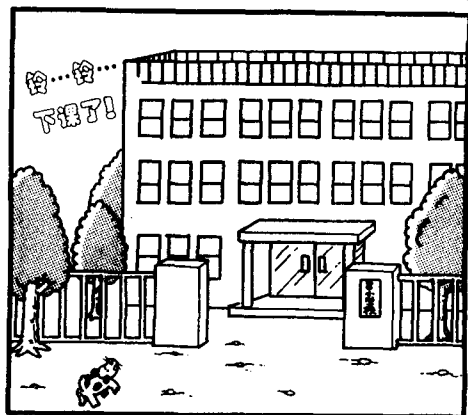
他们探险时就变成了脱离肉体的幻影，就像梦中的人物。他们的本事可大了，能大能小，什么地方都能去，又好奇，又胆大……各位读者与他们一起探险好吗？

阿童木博士

在两人梦中出现的大科学家，是健太、康太两兄弟探险的好向导……他们一起活跃在理科探险的梦幻之中。

……

如果你跟着阿童木博士进行了：《科学大探险》、《时空大探险》(上、中、下)、《电磁世界大探险》、《能量世界大探险》，那么再来量子世界里探险就不会太难了。这里有许多“不可思议”的东西，看你能不能玩得转。走吧！



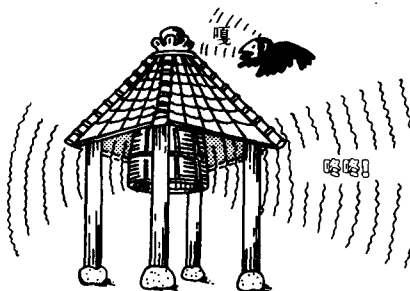
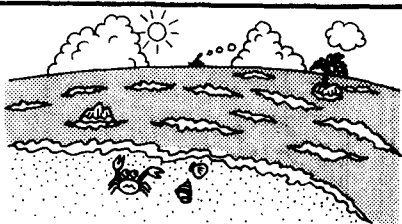


但是康大,海里的波,是由水面上下翻动着、传送的,直到遥远的地方。

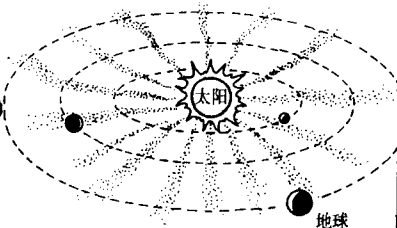
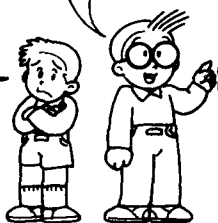
虽然声音也是波,但是它是由空气的疏密转换传送的。以前爸爸教过我们的。

地球与太阳之间是一个空洞洞的、什么也没有的世界,就连能传送波的水和空气也没有。

所以,光子是在没有任何东西的地方也能飞翔的细微粒子。

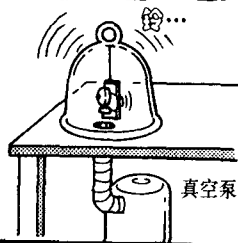


嗯,要是这样的话,我就完全糊涂了。

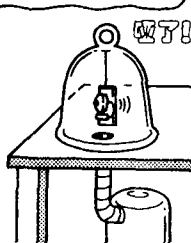


还有呢,以前我看过这样的实验。

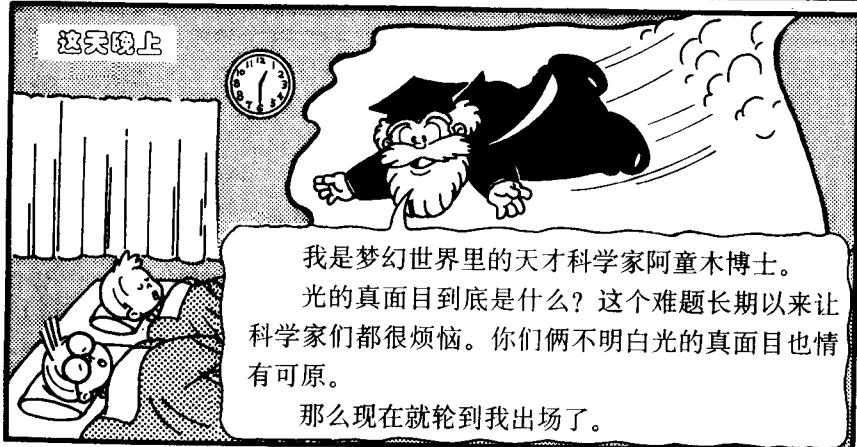
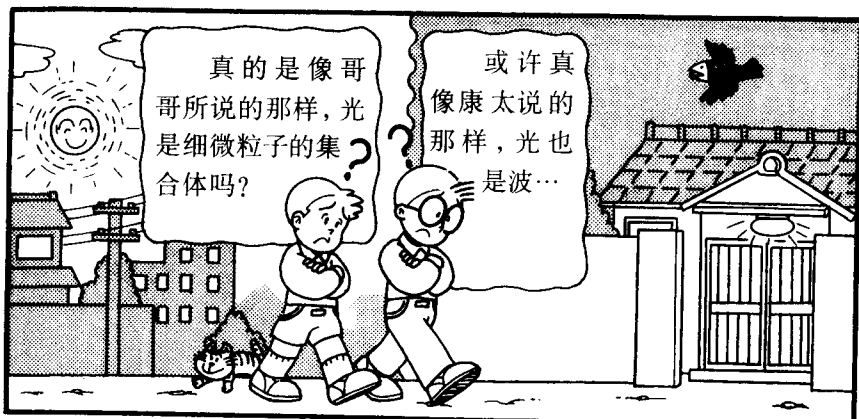
首先,在玻璃罩的中间挂一个铃铛。



接着,从桌子底下的孔,把玻璃罩里的空气抽干净。

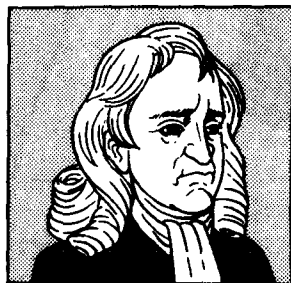
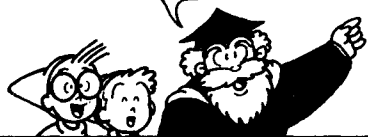


这样,即使铃铛摇动,也听不见铃声了。这证明了在什么也没有的真空中,声音是不会传送的。



光到底是什么？第一次围绕这个问题深刻地进行科学思索的人是伊萨克·牛顿。

也就是那个看见苹果从树上掉下来，最后发现了物体之间有万有引力作用的牛顿。



伊萨克·牛顿
(1642-1727)

牛顿下了这样一个结论：光是由粒子，也就是细微的颗粒组成的。

这就是人们熟悉的“光的粒子学说”。



……但是，荷兰的名叫**惠更斯**的学者随后不久提出了“光的真相是波”。这就是**光的波动学说**。

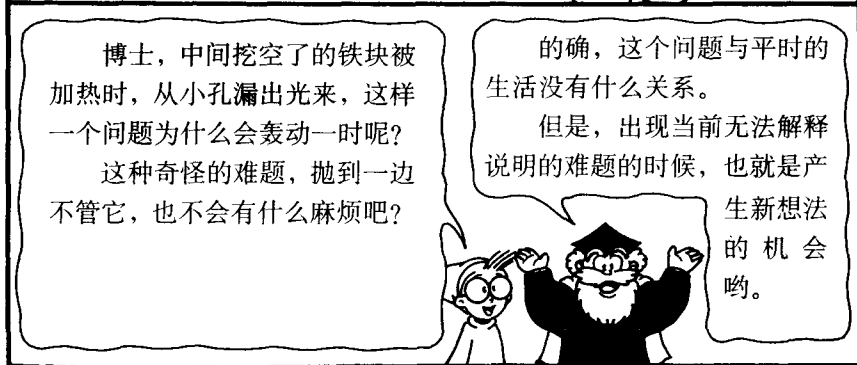
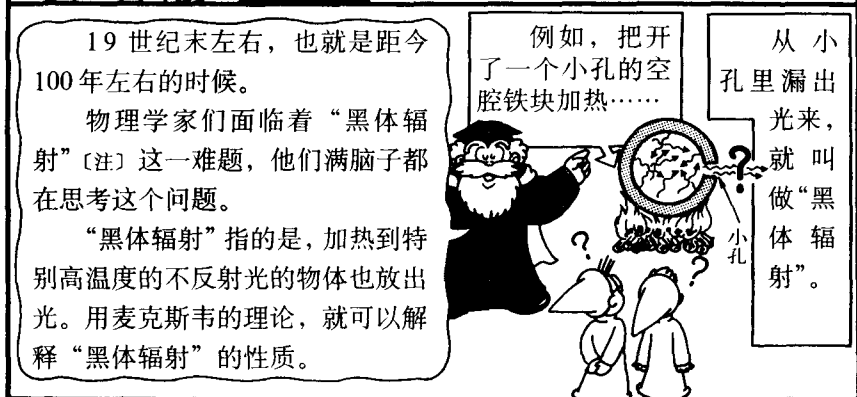
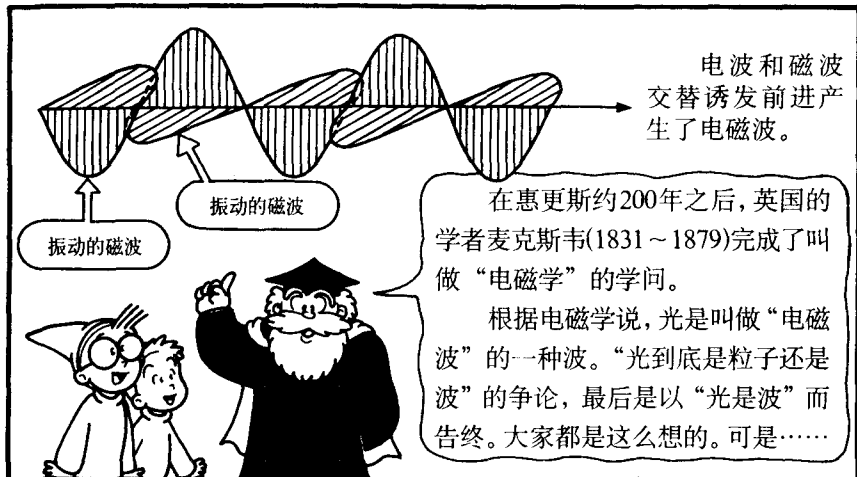
如果从光是波这个角度来考虑的的话，光的反射、折射，还有衍射和干涉等各种各样的性质都能非常清楚地解释了！〔注〕



如果从“光是波”这个原理来考虑的话，光的反射和折射的原因就能清清楚楚地解释了。

克里斯汀·惠更斯
(1629-1695)

【注】光的折射是指光从空气进入水或玻璃里时，光线发生偏折的现象。关于衍射和干涉在后面有更详细的解释。



【注】能在任何温度下全部吸收外来电磁辐射而毫无反射和透射的物体叫黑体,又叫“绝对黑体”。真正的黑体并不存在,它只在理论研究上有重要的意义。实际上,在空腔(温度均匀分布)上开一个小孔就相当于一个黑体。

为了把这个奇怪的难题即“黑体辐射”问题解释清楚，德国的物理学家普朗克发表了全新的学说，弥补当时物理学理论的不足。【注】

那是1900年的事情。这个新学说被称做“光的量子假说”，光是波，同时也是粒子！这就是普朗克提倡的大胆学说。

光既是波，也是粒子，兼有两者的特性。



麦克斯·普朗克
(1858-1947)

但是，为了追赶此学说，又出现了一位学者，他倡导了一个更大胆的学说。这位科学家叫**德布罗意**，他研究我们自身以及整个世界是由什么物质组成的，即研究微观粒子性质。

德布罗意主张像电子、原子这样的微粒都能产生物质波。此主张让当时的人们大吃一惊。

运动着的粒子也有波的性质。



路易·德布罗意
(1892-1987)

博士，一会儿说波是粒子，一会儿说粒子是波，到底什么是什么，我们是越来越不明白了。

光到底是波还是粒子？为了让我们更明白地理解，按理博士应该出现在我们的梦里呀。



哎，别着急。

现在我们要解答的不只是光是波还是粒子的问题，我们先来学学支配这细小的粒子世界的量子力学吧。

【注】关于量子力学产生的历史不再进行深入研究。



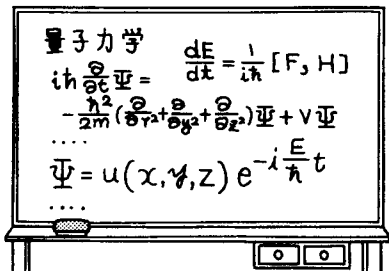
■ 写给阅读此书的小科学家

——数字及其表示方法

这本书主要讲述人类几世纪以来建立起来的最高深也最成功的物理学理论——量子力学。

但是，你不用担心本书的难度，这里只用了简单的算式，你只要知道以下两个约定，就能顺利地往下读了。

量子力学理论以前是用非常难的数学方程式来表示的。



● 大数目和小数目的表示方法

100, 000, 000, 000! 是一个非常大的数吧。这个数是1000亿。还有比它更大更大的数呢。

例如10, 000, 000, 000, 000, 000, 000, 000是1000亿的1000亿倍。

要书写这样的数目，得写那么多0，太麻烦了。

因此，100, 000, 000, 000约定写成 10^{11} 。（这个意思是1的后面有11个0，读做10的11次方。）

相反1000亿分之1，也就是0.00000000001写做 10^{-11} 读做10的负11次方。〔注〕

● 相同数字相乘

在本书中，数目的大小没有知道的必要时，这个数用A或B或者用Ex等符号表示。

还有，相同的数相乘如 $A \times A \times A$ 记做 A^3 ， A^2 也就是 $A \times A$ ，读做A的平方。

【注】 10^{-11} 也就是0.00000000001，小数点的后面不是11个0而是10个0。这个需要注意一下。

那么，这本书要学习的量子力学到底是什么内容，我们首先简单地预习一下。

量子力学与爱因斯坦博士的相对论，是支撑现代物理学的两大支柱。〔注1〕

正是量子力学和相对论这两大理论，成为20世纪人类智慧的结晶，是最优秀的物理学理论。



当然相对论和量子力学有很大的不同。

首先，相对论是研究天体、黑洞、宇宙等巨大的宏观世界的，与此相对，量子力学是研究我们自身以及所有组成物质世界的分子、原子、原子核等粒子的微观世界的。

第二，相对论是由爱因斯坦这个大天才一个人建立起来的；〔注2〕与此相反，量子力学是在**普朗克、玻尔、德布罗意、海森伯、薛定谔**等天才们的共同努力和争论中产生的。



普朗克



玻尔

(1885~1962)



德布罗意

创造量子力学
的天才们。



海森伯

(1901~1976)



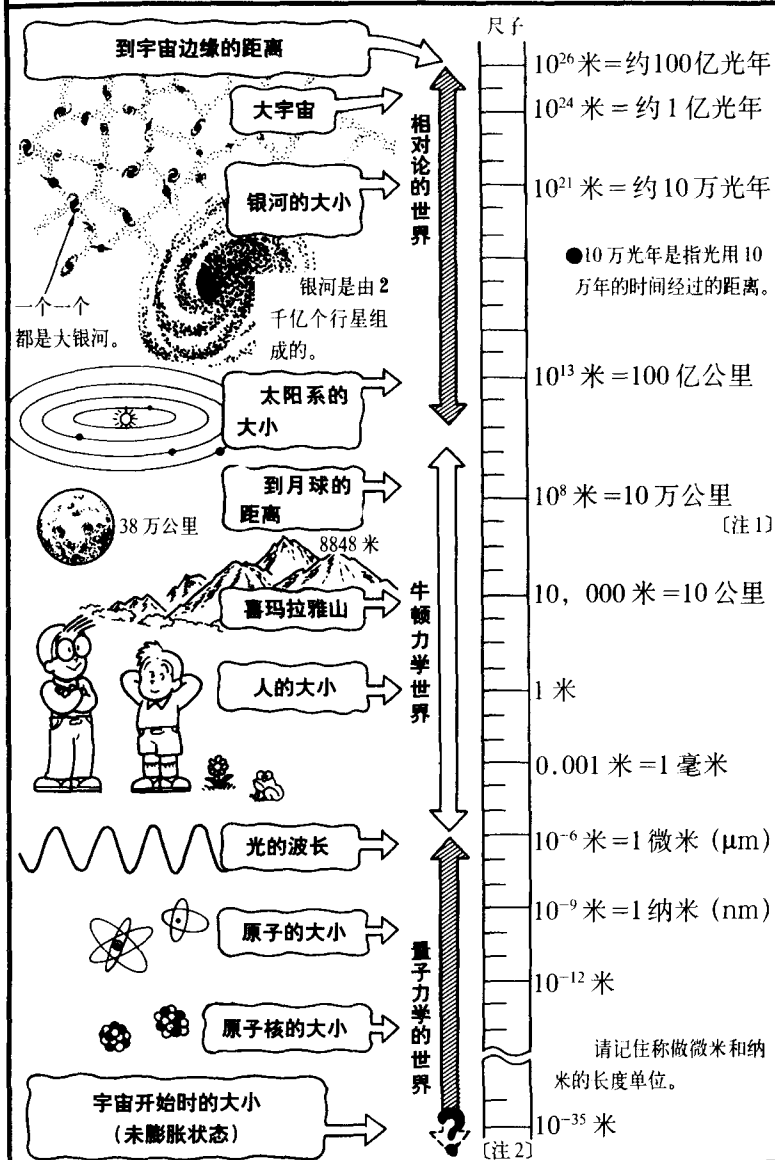
薛定谔

(1887~1961)

〔注1〕如果对相对论感兴趣的话，请一定阅读本社的《阿童木博士时空大探险》上、中、下卷。

〔注2〕特别是“广义相对论”，是爱因斯坦一个人想出来的。

■用10倍率刻度的尺子看长度



【注1】 10^{26} 这样的数字表示方法也有了。请回忆一下2页前的内容。

【注2】一开始人们认为巨大的宇宙是如此之小，学者们利用相对论和量子力学对这个“宇宙”进行研究。