

Golden Fleece

上帝

Fleece



粒子

假如宇宙是答案，
究竟什么是问题？

利昂·莱德曼 迪克·泰雷西/著
米绪军 古宏伟 赵建辉 陈宏伟/译
尹传红/校



金羊毛书系

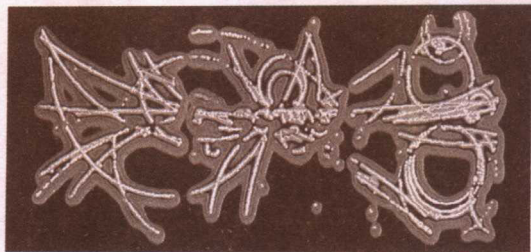
G O L D E N F L E E C E S E R I E S

上海科技教育出版社

O572.2

L026

Fleece



粒子

假如宇宙是答案，
究竟什么是问题？

利昂·莱德曼 迪克·泰雷西/著
米绪军 古宏伟 赵建辉 陈宏伟/译
~~萧俊红~~/校

Qarroz/04



金羊毛书系

G O L D E N F L E E

上海科技教育出版社

**The God Particle:
If the Universe Is the Answer, What Is the Question?**

by

Leon Lederman and Dick Teresi

Copyright © 1993 by Leon Lederman and Dick Teresi
Chinese (Simplified Character) Trade Paperback copyright © 2003 by
Shanghai Scientific & Technological Education Publishing House
by arrangement with Leon Lederman and Dick Teresi

through Arts & Licensing International, Inc.

ALL RIGHTS RESERVED.

上海科技教育出版社业经 Arts & Licensing International, Inc.

协助取得本书中文简体字版权

责任编辑 洪星范 匡志强 装帧设计 桑吉芳

金羊毛书系

上帝粒子

——假如宇宙是答案,究竟什么是问题?

利昂·莱德曼 迪克·泰雷西 著

米绪军 古宏伟 赵建辉 陈宏伟 译

尹传红 校

上海科技教育出版社出版发行

(上海冠生园路 393 号 邮政编码 200235)

网址: <http://www.sste.com>

各地新华书店经销 商务印书馆上海印刷股份有限公司印刷

ISBN 7 - 5428 - 3404 - 5/N·556

图字 09 - 2003 - 540 号

开本 787 × 1092 1/25 印张 18 插页 2 字数 400 000

2003 年 12 月第 1 版 2003 年 12 月第 1 次印刷

印数 1 ~ 5 000 定价: 33.50 元

发 凡

传说在离希腊很远很远的黑海岸边,有个地方叫科尔喀斯,那里有一件稀世之宝——金羊毛。它是国王献给战神阿瑞斯的礼物,战神把它钉在圣林里,并派一条昼夜不眠的火龙看守着,因为神谕告诉他,他的生命跟金羊毛紧紧地联系在一起。很久以来,金羊毛一直被看作稀世珍宝,多少英雄豪杰为了得到它而踏上了艰险的路程,但他们没有一个能成功,很多人甚至连宝物的影子都没看到,就倒在漫长的征途中了。后来,英雄伊阿宋组织了一个远征队,决心去取金羊毛。国王要伊阿宋驯服两头铁角铜蹄、鼻孔喷火的神牛,套上犁具翻垦圣林的土地,并播种一着地就会变成铁甲武士的毒蛇牙齿,然后才能到巨龙看守的地方去取金羊毛。伊阿宋得到国王女儿美狄亚的帮助解决了神牛和武士,又靠着天才歌手俄耳甫斯的七弦琴声催眠了巨龙,终于拿到了那挂在高高橡树顶上的金羊毛。

这个故事就是古希腊神话中脍炙人口的“伊阿宋智取金羊毛”,千百年来,它一直为人们所传诵。从此“金羊毛”就成了至高无上的珍贵物品的代名词,象征着历尽艰险才能获得的财富。而那些能够勇往直前、努力实现自己理想的英雄们,就被称为“金羊毛英雄”,受到人们无限的崇敬。

在现代科学的发展史上,最有资格被称为“金羊毛英雄”的,无疑是那些摘取了最高科学荣誉——诺贝尔奖的人。他们以自己的聪明才智,以自己的顽强毅力,献身于科学事业,最终取得了普通人难以企及

的科学成就,并因而赢得了崇高的荣誉。他们的精神令人敬佩,他们的成就令人叹服,而他们在奋斗过程中所展现出来的科学精神、科学思想、科学方法,无疑更是后人应该认真学习和借鉴的。可以说,这些才是真正堪称无价之宝的“金羊毛”。

“金羊毛书系”正是为了这个目的而策划的一套科普丛书。它荟萃了近半个世纪以来许多诺贝尔奖得主的科普著作,其中既有这些科学大师对自身亲历的重大科学事件的回顾,也有他们对所在领域的最新科学进展的通俗介绍,还有对科学与社会、文化之间的关系的深刻思考。它们充分体现了这些诺贝尔奖得主的独特见地和睿智,是这些科学巨匠们留给我们的宝贵财富,值得我们好好挖掘。

中华民族正在走向伟大复兴之路,“科教兴国”早已成为全社会上下的共识。希望“金羊毛书系”的读者们,能够在接触这些科学大师的同时,领略其中的科学智慧,感悟其中的科学真谛,从而进一步攀登新的科学高峰,去收获属于自己的“金羊毛”。

对本书的评价

莱德曼是继已故的令人深切怀念的理查德·费恩曼 (Richard Feynman) 之后最有魅力的物理学家。

《旧金山观察家报》

一次对 2000 年来人类探索物质本质过程……和未来重大发现机会的生机勃勃的旅行。

《科克斯书评》

有历史,有传记,还有激烈的辩论,一路不忘拾掇神秘的花絮……《上帝粒子》乐就乐在它描述了以实验的方式揭示宇宙奥秘的快乐。

《自然》

颇有收获……莱德曼给我们描绘的是人类——这种在普通的星系里围绕并不突出的恒星旋转的一颗小小星球上自我繁殖的渺小生物——推知自然现象背后基本规律的过程。

《华盛顿邮报》“图书世界”

非常生动的描述……莱德曼这个冷峻的滑稽作家给我们讲了大量的笑话……和让人忍俊不禁的趣闻轶事。

《华尔街日报》

寻找物质终极组元的故事虽然是老生常谈,但从来没有人写得如此妙趣横生。莱德曼这人确实有趣……他叙述自己如何帮助说服里根(Reagan)总统批准建造超级对撞机的那段精彩故事就让这本书物有所值。

《洛杉矶时报》

《上帝粒子》充满了俏皮的字句、机智的旁白、诙谐的典故和逗人的故事,可谓博大精深。这可能是迄今描写物理学的最有趣的一部作品。

《达拉斯早报》

该书向我们表明,这位白发蓬乱的诺贝尔奖得主是一个非常之才,叙述起物理理论和实验来絮絮叨叨而不乏趣味……即使是那些有志于了解宇宙奥秘的技术迷读起来也不无裨益。

《星期天俄克拉何马人报》

诺贝尔奖得主、科学家利昂·莱德曼兼具斯蒂芬·霍金(Stephen Hawking)和加里森·凯勒(Garrison Keiller)之长,从来没有人能像他那样让物理学变得如此富有吸引力。

《达拉斯观察家报》

面对如此严肃的主题,莱德曼却能让你捧腹——这就是《上帝粒子》的精彩之处。

《每日新闻》

晦涩的粒子物理学对任何试图解释它的人来说都是一个挑战。正因为如此,莱德曼机智诙谐之长和他讲故事的才能才备受欢迎。

《芝加哥论坛报》

我喜欢相对论和量子论
因为我对此一窍不通
它们让我觉得宇宙飘浮不定
就像四处游弋的天鹅
从不停止,无法观测
原子这个任性的家伙
似乎想怎么变就怎么变

——D·H·劳伦斯(D.H. Lawrence)

内容提要

究竟什么才是构成宇宙的终极粒子？从古希腊哲学家德谟克利特由闻到烤面包的气味推导出“原子”存在的“思想实验”开始，无数的实验家和理论家为解开这一谜案已经苦苦奋斗了 2000 多年。在本书前几章中，当代最伟大的粒子物理学家之一、1988 年诺贝尔物理学奖得主莱德曼用幽默生动的语言，引领我们穿越历史的长河，对人类探寻宇宙终极粒子的发现之旅作了简要回顾。从中我们将会看到科学前辈们是如何通过一个一个的“尤里卡时刻”，将这一难题一步一步推进到揭开宇宙最后之谜的关键——上帝粒子。

“上帝粒子”是莱德曼对希格斯玻色子的别称。这种粒子是物理学家们从理论上假定存在的一种基本粒子，目前已成为整个粒子物理学界研究的中心，莱德曼更形象地将其称为“指挥着宇宙交响曲的粒子”。通过莱德曼妙趣横生的讲述，我们不但能够清楚地了解到现代物理学家们是如何寻找基本粒子的，读到现代物理学史上的许多趣闻轶事，还能对标准模型、大统一理论、超弦和暗物质等当代物理学前沿问题有更为深刻的理解，其中也包括“为什么所有的物质都有质量”这一更为基本的问题。

作者简介

利 昂·莱德曼,著名粒子物理学家。1922年7月15日生于纽约,1946年进入哥伦比亚大学物理系读研究生,1951年获得博士学位后留校工作,1958年后任该校教授,1979~1989年曾任费米国家加速器实验室主任,并主持设计了超导超级对撞机建造计划。莱德曼长期从事教育工作,曾任美国科学促进会理事会主席。他在粒子物理实验领域成果卓著,并因“中微子束方法及通过发现 μ 中微子验证轻子的二重态结构”而荣获1988年诺贝尔物理学奖。

迪 克·泰雷西,《集萃》(Omni)杂志前任编辑,曾与人合作撰写过《三磅宇宙与激光》(The Three-Pound Universe and Laser)一书。

人物表

“原子”(Atomos or a-tom):德谟克利特(Democritus)构想的理论粒子,既不可见也不可分割,是物质的最小单位。请不要与所谓的化学原子(atom)混淆,化学中的原子只是各元素的最小单位,如氢原子、碳原子、氧原子等。

电子(Electron):1898年发现的第一个“原子”。与所有现代发现的“原子”一样,人们认为电子也具有“零半径”的奇异特性。它是“原子”中轻子家族的成员。

夸克(Quark):一种“原子”。夸克共有6种,其中5种已经被发现,另外一种还在探寻过程中(至1993年)。这6种夸克中每种又有3种色。其中只有2种夸克,即上夸克和下夸克在今天的宇宙中自然存在。

中微子(Neutrino):轻子家族中的另一类“原子”,共有3种类型。中微子不构成物质,但对于某些反应不可缺少。中微子是微型冠军:零电荷、零半径,很可能也是零质量。

μ 子和 τ 子(Muon and Tau):这些轻子是电子的同胞兄弟,但比电子重得多。

光子,引力子, W^+ 、 W^- 、 Z^0 族,胶子(Photon, graviton, the W^+ , W^- , and Z^0 family, and gluons):这些也是粒子,但与夸克和轻子不同的是,它们不是物质粒子。它们分别传输电磁波、引力、弱力和强力。其中只有引力子还没有被探测到。

虚空(The void):即虚无,也是德谟克利特之作。它指“原子”能够

在其中移动的地方。今天,理论家们给虚空里塞进了五花八门的真实粒子和其他碎片。虚空在现代的相应术语是“真空”(vacuum),有时也用“以太”(见下条)。

以太(The aether):牛顿(Isaac Newton)发明的术语,后来又被麦克斯韦(James Clerk Maxwell)翻了出来。它指充满宇宙空间的那种物质。虽然爱因斯坦(Einstein)不相信也不使用以太,但现在这一概念又经历了尼克松式的回归。它事实上就是真空,只不过其中充满了怪异的理论粒子而已。

加速器(Accelerator):用于提高粒子能量的装置。由于 $E = mc^2$, 加速器也使得粒子的重量增加。

实验家(Experimenter):做实验的物理学家。

理论家(Theorist):不做实验的物理学家。

现在向大家介绍……

上帝粒子(The God Particle)

(又名:希格斯粒子、希格斯玻色子、希格斯标量玻色子)

目 录

人物表	xv
-----	----

1. 看不见的足球	1
2. 第一位粒子物理学家	27
·间奏曲 A· 双城记	69
3. 寻找原子:力学	70
4. 仍在寻找原子:化学家和电学家	110
5. 裸原子	147
·间奏曲 B· 跳舞的魔术大师	196
6. 加速器:它们粉碎原子,不是么?	206
·间奏曲 C· 我们怎么在一个周末 破坏了宇称……并发现了上帝?	264
7. “原子”!	283

8. 最后的上帝粒子	352
9. 内空间、外空间和时间前的时间	394
致谢	423
历史注解及参考文献	425

1. 看不见的足球

除了原子和真空是实际存在的,其他一切都只在意念之中。

——阿夫季拉的德谟克利特(Democritus of Abdera)

宇宙的最开始是一片虚空——一个奇特的真空世界——没有空间,没有时间,没有物质,没有光,没有声音。但是在自然法则的作用下,这个神奇的真空世界中潜在的能量正等待释放,就像高耸的悬崖边上摇摇欲坠的巨石一般。

等一等。

在“巨石”落下之前,我要解释一下,其实我真的不明白我在谈论什么。从逻辑上说,一个故事应该从开始讲起。但这是一个关于宇宙的故事,很遗憾,在最开始是没有任何事实依据的。没有,一无所有。我们了解的只是已经到达成熟期的宇宙,而对于最初千万亿分之一秒的时间,也就是在“大爆炸”后非常短的一段时间内的情况我们一无所知。如果你读到或听说了关于宇宙创生时的一些事情,那肯定是虚构的。这一领域属于哲学的范畴。只有上帝才知道宇宙创生时发生了什么(但是他从来没透露过一点)。

好,我们讲到哪儿了? 哦,对了……

就像高耸的悬崖边上摇摇欲坠的巨石一样,虚空中的平衡是非常

敏感的,只要一点点冲动就会发生变化,而这种变化就产生了宇宙。事实上也确实这样发生了,那一片虚空爆炸了,时间和空间就在爆炸之初的炙热中创生。

物质则从这些能量中脱颖而出:一堆密集在一起的粒子在辐射中消失了,重新归于物质。(现在我们至少是在基于一些事实和理论推理来进行研究。)粒子的碰撞产生了新的粒子。在黑洞形成与解体的同时,时间和空间搅在一起翻滚沸腾着。这是多么奇妙的景象啊!

随着宇宙的膨胀、冷却、变得稀薄,粒子开始结合,不同的力也开始出现。质子和中子产生了,接着出现了原子核和原子。然后就是至今仍在膨胀的巨大的尘埃云,它们在某些地方聚集起来,形成了恒星、星系和行星。在一个标准星系的旋臂上,一颗最为普通的行星在围绕着一颗普通的恒星运行。在这个星球上,绵延的大陆和澎湃的海洋经历着自组织的过程,海洋里冒出的一些有机分子开始相互反应,并产生了蛋白质,生命就这样开始了。植物和动物从简单的有机体中进化出来,并最终产生了人类。

人类与其他生物的不同之处,主要在于他们是对自己的周围环境极富好奇心的唯一物种。随着物种变异的出现,一小撮与众不同的人开始在大陆上活动。他们非常傲慢。他们并不满足于欣赏宇宙的灿烂,而总是在问“怎样”:宇宙是怎样产生的?那些宇宙“原料”如何造就了我们这个令人难以置信的多样的世界——恒星、行星、水獭、海洋、珊瑚、阳光以及人类的大脑?这些异类提出过一个可以回答的问题,但只有经历从老师到学生,数百代人几千年的努力和献身才有可能找到问题的答案。这个问题也产生了许多错误百出、令人为难窘迫的答案。幸运的是,这些异类天生就感知不到什么是为难。他们的名字叫物理学家。

现在,在审视过这一探讨了2000多年——这段时间只相当于宇宙时间长河中微不足道的一滴水珠——的问题以后,我们开始瞥见宇宙创生的整个过程了。在望远镜和显微镜中,在天文台和实验室里,甚至在便笺簿上,我们开始觉察到在宇宙产生的第一时刻起支配作用的原始的对称和美的轮廓。我们几乎能够看到这些了。但是这些图景还不

是很清晰,而且我们也感觉到有什么东西在使我们的视野变得更为模糊——有一种黑暗的势力在使宇宙固有的简单本质变得模糊、隐秘和令人困惑。

宇宙是怎样运行的?

这本书致力于探讨一个从古代就困扰着科学发展的问題。物质的终极组成基元是什么?希腊哲学家德谟克利特把物质的最小组成单位称为“原子”(意为“不可分割”)。这个“原子”并不是你在高中科学课上学的那种原子,像氢、氦、锂,一直到铀以及超铀元素。按今天的标准来看(其实也就是按德谟克利特的标准看),那些都是大型的、不完整的和复杂的实体。对于一个物理学家,甚至是化学家来说,这些原子是装着更小的粒子——电子、质子和中子——的真正的废物箱,而质子和中子中又装着更小的粒子。我们需要知道最基本的粒子有哪些,我们需要明白控制这些粒子之间相互作用的力是什么。是德谟克利特所说的“原子”,而不是化学老师说的原子,才是构成物质的关键。

我们今天所看到的周围的物质都是非常复杂的。一共有 100 多种化学原子,这些原子的有用的组合数是可以计算的,但却非常庞大,以数亿亿计。自然界就是利用这些组合即分子来构成行星、恒星、病菌、高山、支票、安定药片、文人以及其他有用的事物。但事情也并非一直这样。在大爆炸宇宙创生之后的最初一段时间里,并没有像今天我们所知的这样复杂的物质。没有原子核,没有原子,除了最基本的粒子以外就没有其他东西了。这是因为在宇宙创生之初的炙热温度下,是无法形成任何复合物体的。假如经过短暂的碰撞形成了这种物体,它也马上就会分解成最原始的状态。此时可能只有一种粒子和一种力——甚至是一种粒子与力的统一体——以及相应的物理定律。在这些原始的实体里蕴藏着复杂世界的种子,人类就是在这个复杂世界中进化出来的,他们可能主要就是为了思考这些问题而生的。你可能会觉得原始宇宙很无趣,可是对于粒子物理学家来说,这才