

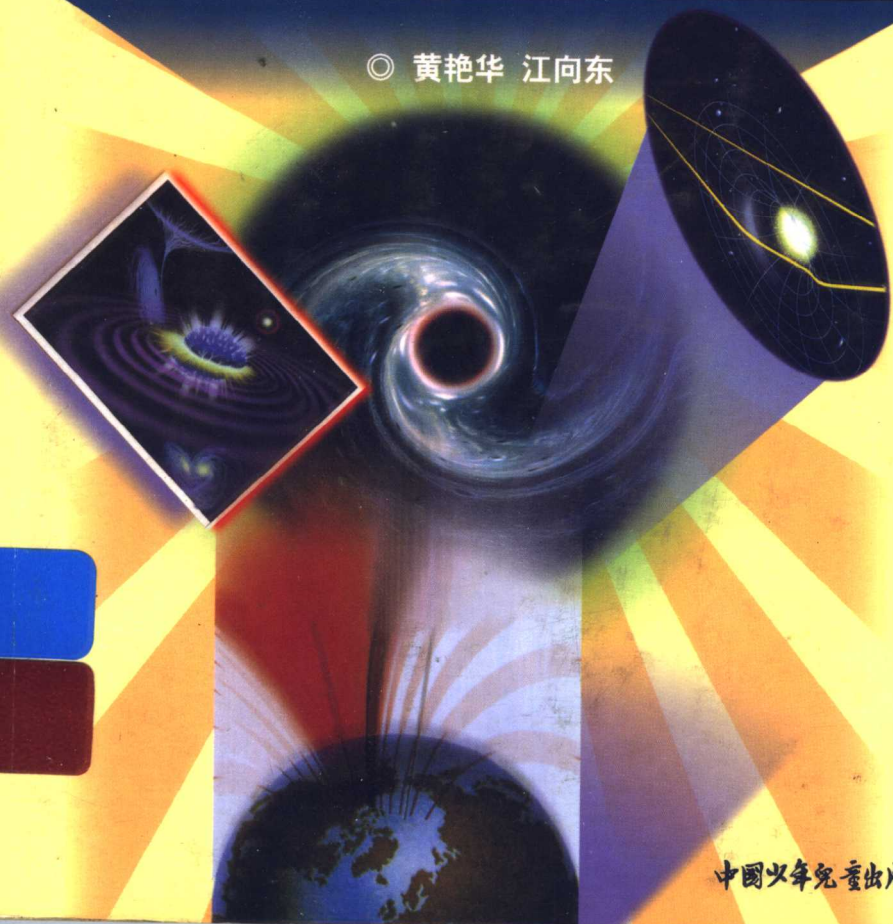
看不见的
世界



CHANGZHONG MENG

场中迷梦

◎ 黄艳华 江向东

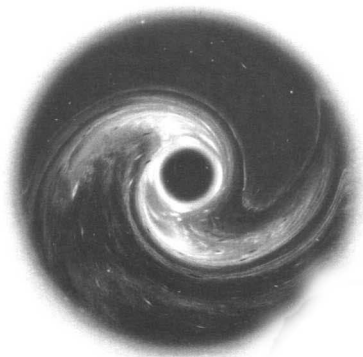


中国少年儿童出版社

看不见的
世界

梦中迷场

◎ 黄艳华 江向东



中国少年儿童出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

场中迷梦/黄艳华, 江向东编著. —北京: 中国少年儿童出版社, 2000. 6

(看不见的世界/陈海燕主编)

ISBN 7-5007-5319-5

I. 场… II. ①黄… ②江… III. 场(力学) - 青少年读物 IV. 0412.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2000) 第 09835 号

看不见的世界

场中迷梦

黄艳华 江向东

*

中国少年儿童出版社 出版发行

社址: 北京东四 12 条 21 号 邮编: 100708

中国青年出版社印刷厂印刷 新华书店经销

*

850×1168 1/32 3.875 印张 4 插页

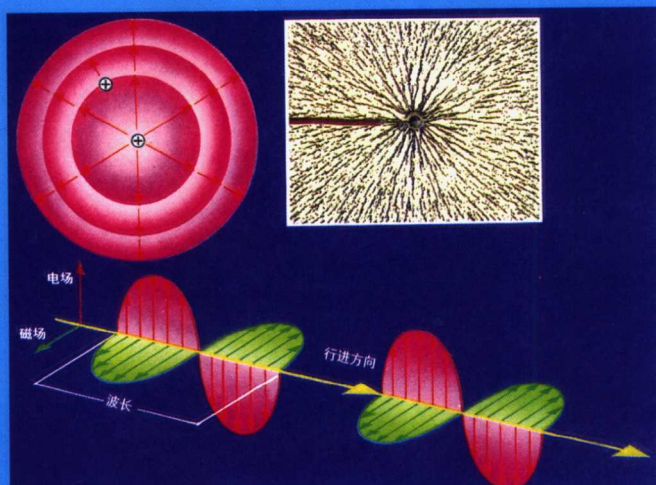
2000 年 6 月北京第 1 版 2000 年 6 月北京第 1 次印刷

印数: 31,000 册 定价: 8.50 元

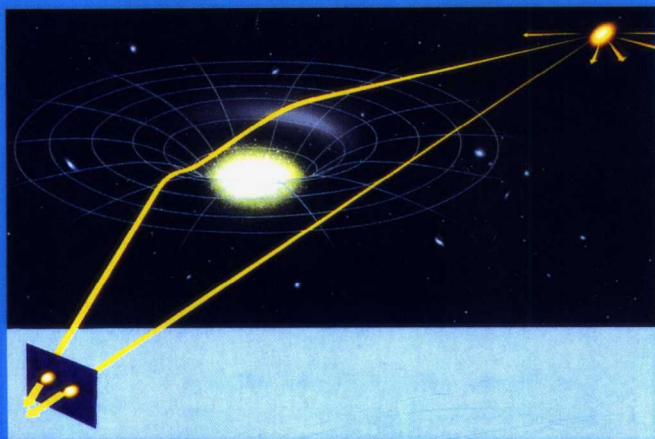
ISBN 7-5007-5319-5/G·4111

本社 24 小时销售咨询热线: (010) 84037667

凡有印装问题, 可向本社出版科调换



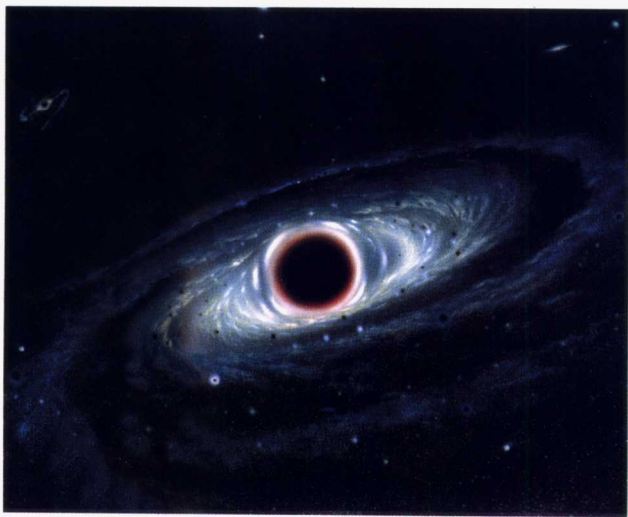
●上图:正电荷产生的电场 下图:电磁波是这样传播的



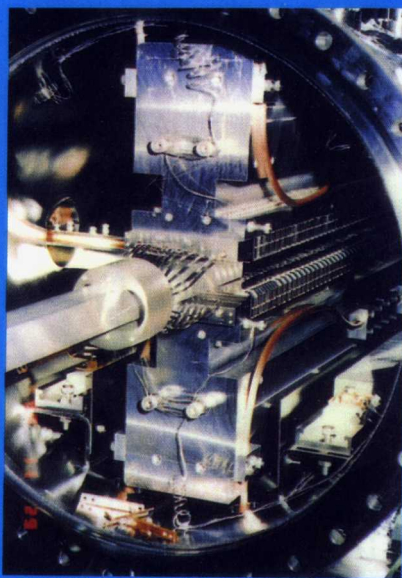
●太阳产生的引力场具有玻璃透镜的本事,它可以改变光的传播方向。



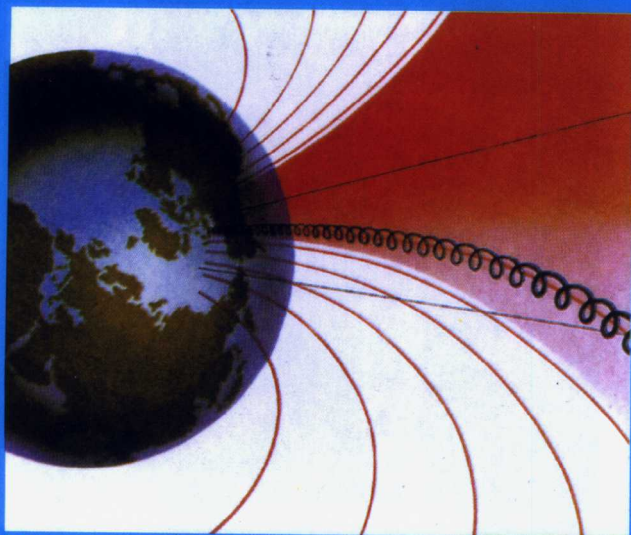
● 模拟引力场中的引力波



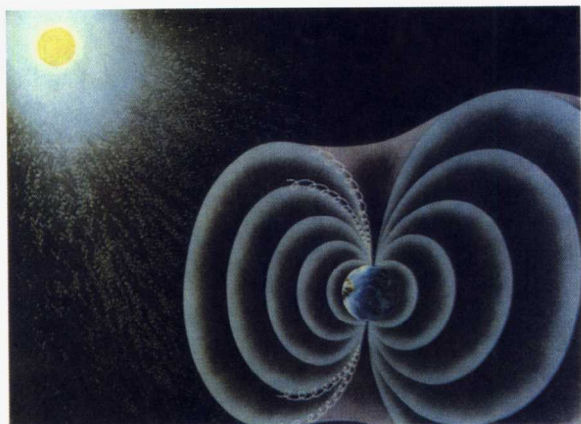
● 黑洞



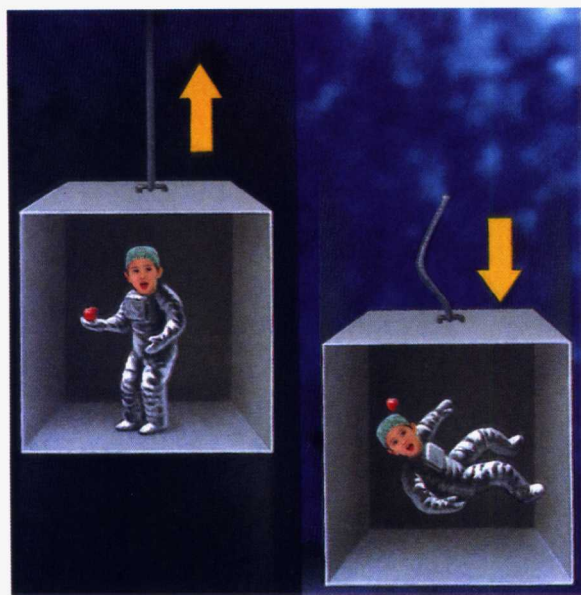
●日本KEK 超高真空永磁振荡器



●进入地球磁场的宇宙线变成了螺线形



● 地球磁场



● 超重与失重

主 编 的 话

没有眼睛,世界会变得黑暗狭小;有了双眼,世界就显得广阔多彩。然而视力是有限的,远望不分高山之木,近看难辨毫末之微。看不见的那个世界无穷广大、无限丰富、无比神秘。

看不见并不等于不可知。动员所有的感官,运用科学的仪器,再加上聪慧的大脑,便可以把各种直接、间接的信息组合起来,描绘出世界的真面目。

科学家和科普作家们将要带领我们神游看不见的世界——进入炽热的地幔,进入黑暗的深海,进入生命的内核,进入细微的粒子,进入神奇的时空。让我们去认识那些肉眼观察不到,甚至难以感知,却又真实存在的自然现象。

这套丛书分专题编写,每一本都是科普专著,较系统地介绍了相关学科知识,尽可能反映了最新科学成果,重在启迪科学思维,而且读来通俗有趣。

值得一提的是,本丛书进行了重要尝试,即把深奥的理论科普化。例如,介绍了量子理论、场论和相对论的时空观。21世纪的青少年,应当有机会接触人类智慧的最高成就,逐步超越就事论事的经验世界,迈入更高的科学境界。

请读者注意

这是一本奥妙无穷的书。

凡用黑体字标出的段落,都有点深奥。如果你觉得自己现在还不够聪明,可以先跳过这些段落,暂时不去追究它,接读下文,也不会影响对本书主要内容的理解。

当你觉得自己足够聪明的时候,再重读此书。那些遗漏的段落就会向你微笑,你将真正发现其中的秘密。

有一天,你会体会到,你所理解的世界,跟许多人不一样了。

特 别 声 明

为了形象直观地向青少年展示变幻莫测的“看不见的世界”，本书参考引用了一些图片资料。这些资料来源较广，头绪甚多，原始作者难以一一查找。在此，我们先向这些作者表示衷心感谢，并请与我们联系。如有可靠材料证明您是原始作者，我们将按有关规定，支付合理报酬。



目

录

▲物理学中的场	1
▲科学上的拓荒者	7
▲天空立法者——开普勒	13
▲万有引力定律的发现	18
▲电磁现象的早期研究	23
▲捕捉雷电的人	29
▲库仑的发现	36
▲电流和青蛙腿	40
▲讲台上的重大发现	46
▲电学中的“牛顿”	52
▲法拉第和电磁感应	58
▲从电力到电场	66
▲无处不在的磁场	71
▲麦克斯韦电磁场	77
▲虚无缥缈的“以太”	81
▲狭义相对论的两个基本原理	85
▲引力场真把光线拉弯了	91





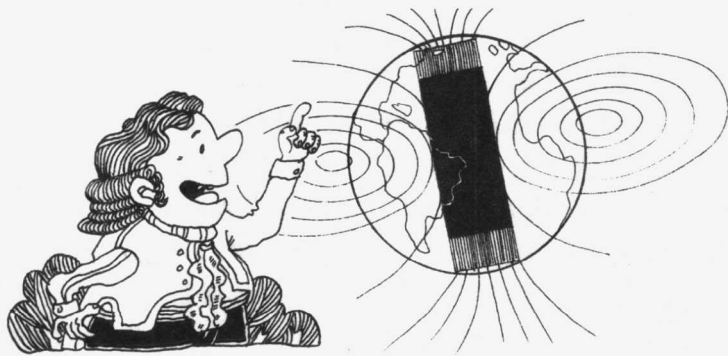
▲超重和失重	96
▲看不见的星——黑洞	101
▲从对称性看规范场	107
▲杨-密尔斯规范场	113





物理学中的场

在日常生活中，人们把适应某种需要的比较大的地方叫做场。比如，做体操的地方叫做操场，放牧的地方叫做牧场，作战的地方叫做战场，考试的地方叫做考场，诸如此类不胜枚举。这些场地都是看得见的，显然不属于“看不见的世界”。我们在这本书里将要领略的是物理学中的场，一种看不见的、与日常观念相比有很大的变化和引伸的“场”。在这里，“场”不再是简单地指某种场地，而是指物质存在的一种基本形态。它们像实物一样具有能量、动量甚至还具有质量，并且能够传递实物之间的相互作用。物理学中的场有电场、磁场、引力场、规范场等等，名堂很多，都是物质存





在的一种形态。

物理场的概念是自然科学中的一个基本概念。虽然场的概念出现只有 160 来年,但它的孕育期却比这长得多。随着几千年来尤其是最近几百年来人类认识的深化,场的概念才得以产生并不断发展着。它是人类认知过程中的最卓越和最深刻的物理思想的产物。

任何一门科学在其发展过程中的任何时候都会遇到两种问题。一种是“是什么”的问题,另一种则是“为什么”的问题。前一种问题只要回答物体的表现形式怎么样就行了,而后一种则要追究其内在原因,显然深入了一步。例如问“惯性是什么?”可以这样回答:“惯性是物体不愿意改变自身运动状态的一种性质。”若再问“为什么有惯性?”这就涉及到惯性的起源问题,物理学中的马赫原理就是为回答这样的问题而提出来的。马赫原理说:宇宙间一切物质的惯性完全取决于整个宇宙空间中物质和能量的分布。也就是说,一个物体的惯性大小和质量大小都取决于宇宙中其他所有物质的分布情况和对它的吸引作用。看到这里,谁都会觉得问题变复杂了。本来是问一个物体的惯性问题,现在却要考虑整个宇宙中的无数物质怎么样。事实上,宇宙中任何一个物体的存在,都能在其周围空间引起某种实在的变化,或赋予周围空间一种实在的物理属性(例如惯性),使得所有出现在这一空间的其他物体,都能感受到一种吸引作用。于是,人们便把具有这种作用属性的空间范围,叫做这个物体所产生的引力场。不难想象,许多物体所产生的引力场就是它们各自产生的引力场的叠加。这时,如果问某个物体在某处的受力情况,就只要考虑该处引力场对





它的综合作用。

正如引力是自然界中一种基本的力一样，引力场也是自然界中的一种基本的场。它是在伽利略、开普勒和牛顿对引力的科学研究的基础上发展起来的。我们将在随后的几篇文章中看到这几位物理学先驱者的伟大贡献。牛顿力学能够回答很多“是什么”的问题，却很难回答“为什么”的问题。物体之间是相互吸引的，这是万有引力定律给出的答案。这种相互吸引是如何实现的呢？按照我们在日常生活中的经验，物体之间发生力的相互作用，它们是要互相接触的，比如，马拉车、手推门……物体之间不接触而又产生力的相互作用，这种观念在那时是很难为人接受的。包括牛顿在内的不少人，对这种超距作用的理论都持怀疑态度。在人们还没有认识到场概念之前，便认为有某种中间物质或者说媒介，充满物体之间的空间并且起传递力的作用。这种媒介被称为以太。牛顿在给友人的一封信中明确地阐述了他的以太观念：“如果假定引力是物质的一种根本的和固有的属性，因此一个物体能够在虚空中的任何距离上作用于另一个物体，而不经任何东西就传递作用和力，在我看来，是那么荒诞不经，以致对于一个通晓哲理的人来说是不可思议的。引力应当是由自始至终按照一定的规律起作用的媒介引起的。但是，这种媒介究竟是物质的还是非物质的呢？我让读者去判定。”牛顿设想的以太和其他人设想的以太大致相似，它们都是极其稀薄的东西，能够无限延伸，在物体周围和物体里面都存在，而且还能流动。

可能有人会问，既然牛顿有媒介物质的想法，为什么他建立的引力理论却是超距作用的呢？简单讲，之所以如此，





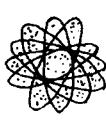
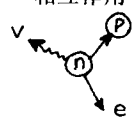
是因为实验的限制。因为当时不论引进哪种媒介，都没有任何实验依据。而从 17 世纪开始，物理学已开始从哲学说教变成一门定量的实验科学。促进这种伟大转变的，是这样 3 个人：英国哲学家培根、法国科学家笛卡尔和意大利物理学家伽利略。培根因提出“知识就是力量”的口号而闻名遐迩，并且，马克思评价他为“英国唯物主义和整个现代实验科学的真正始祖”。笛卡尔是解析几何的创始人，强调科学的目的在于征服自然，他得到恩格斯的评价是“数学中的转折点是笛卡尔的变数”。伽利略是物理学的奠基人，他从大量精确的实验着手，以严格的实验证明来代替纯粹的思辨，连牛顿都称颂他为“科学上的拓荒者”。在这 3 位先驱者的倡导下，人类从而有了一种科学地认识世界的新原则：首先是对自然界做实验，然后是做出用以解释自然现象的科学假设，最后则给出能赖以建立理论的一般原理。对一般原理，还得用实验来检验，每一步都要检验，特别是对理论做检验。这样，理论是否正确的判断依据不再是它在逻辑上的正确性，也不再是看它漂亮不漂亮，而是看它的解释和预言同实验事实是否相符。若与实验不符那就是错的。实验是理论的至高无上的裁判。

因为有实验这样一个冷酷无情的裁判存在，所以任何一种理论或者假说的提出，都是非常谨慎的。像各式各样的以太假说，虽然给物质之间的相互作用提供了可能有媒介物质的启示，但等到实验技术能检验它们时，便一个个地被否定了。场的概念之所以首次在电磁学中出现并很快为人所接受，是因为麦克斯韦电磁场理论预言的电磁波很快就被赫兹的实验所证实。否则，有关场的理论就不可能发





展得如此之快。我们在后面要讲到规范场（电磁场就是一种规范场），尤其是杨-密尔斯规范场。所谓规范，字面意思是约定俗成或明文规定的标准，在物理学中也含有同样的意思。杨振宁和密尔斯早在 1954 年就提出了不同于电磁规范场的规范场理论，而直到 20 世纪 70 年代才引起人们普遍的重视。其主要原因也在于该理论需要经受实验的检验。在电弱统一理论所预言的 3 种新的规范粒子于 1983 年被实验发现后，规范场理论便被视为描述所有相互作用的最佳理论。除了电磁场理论这一普通规范场理论之外，统一描述电磁力和弱力的电弱统一理论、描述强力的量子色动力学理论、将电弱统一理论和强力理论组合在一起的标准模型理论、统一描述电磁力、弱力和强力的大统一理论、引进了费米-玻色对称性的超对称理论，等等，都是杨-密

四种自然力	强力	电弱力		引力
		电磁力	弱力	
传播子	胶子	光子	W 和 Z 玻色子	引力子
作用范围	原子核 裂变和聚变 质子和中子的夸克结构 	原子和分子 化学反应 光波 电子学 	中子衰变 β 辐射 u 和 t 衰变 中微子相互作用 	太阳系 银河系 弯曲时空 黑洞 

