

XIANDAI

现代科学技术基础知识

江泽民



KEXUE
JISHU
JICHU
ZHISHI

主编 惠永正

上海教育出版社

SHANGHAI
JIAOYU
CHUBANSHE

图
画
本

现代科学技术基础知识

(图画本)

—— 当代自然科学的重大基本问题

惠永正 主 编

2

上海教育出版社

前 言

国家科学技术委员会副主任 惠永正

中共中央总书记江泽民同志建议编写,国务委员兼国家科学技术委员会主任宋健同志担任主编,由数十位各学科的专家共同撰稿的供全国县级以上干部阅读的《现代科学技术基础知识》教材,自1994年3月出版以来,迄今已发行200万册以上。从我们收到的各地区、各部门的反映来看,这本教材的出版发行,对于促进我国广大干部学习现代科技知识,提高科技素质,起到了很大的作用。

与此同时,我们也注意到《现代科学技术基础知识》的内容非常广泛,涉及自然科学的基础研究、应用研究和产业技术等众多领域,而我们的广大干部由于自身业务工作范围和专业知识面所限,再加上所受教育程度也参差不齐,从而在学习这本教材的过程中,有一部分同志存在着一定困难。这是不可避免的。正当这本教材的编委们研究如何进一步解决上述问题之际,上海教育出版社的同志向我们提出编写《现代科学技术基础知识》(图画本)的建议。经研究,我们认为,这是一个切实可行的有益的建议。

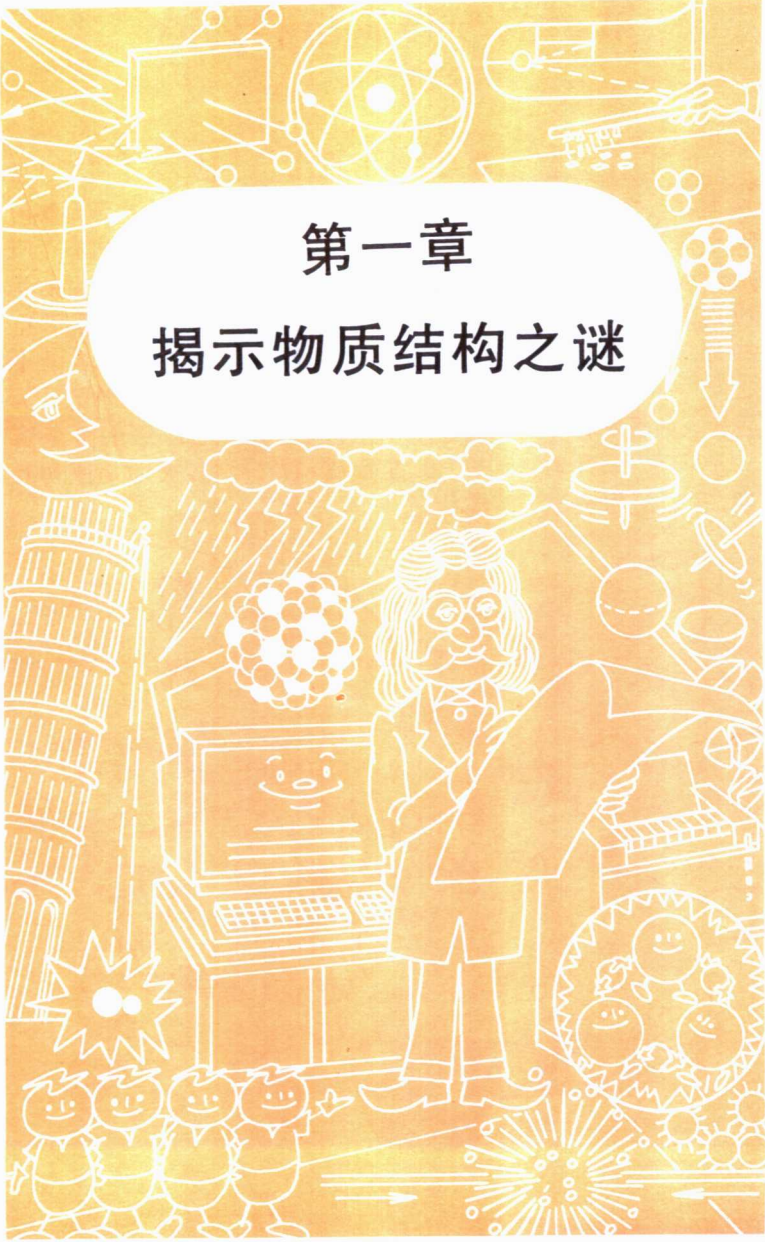
1995年2月,我们开始着手组织曾经参与《现代科学技术基础知识》编写工作的部分作者,对该书的内容进行浓缩改写,并要求在文字上再作一些深入浅出的处理,然后由上海教育出版社的美术设计人员结合改写后的文字设计图画,形成一套(共五分册)图文并茂的《现代科学技术基础知识》(图画本)丛书。

经过作者、美术设计人员和编辑出版人员一年来的努力,这一套图文并茂的《现代科学技术基础知识》(图画本)已经奉献在广大读者面前。我深信,这套丛书不仅有助于我们的广大干部更方便地学习现代科技知识,它也很适合我们的广大中小学生作为课外读物,让孩子们能够尽早地了解现代科学技术的最新进展及其对经济、社会发展的巨大影响,促进他们学科学、爱科学,长大了献身于祖国的科学技术事业。

党中央、国务院要求全党、全国人民坚定不移地实施科教兴国的战略。因此,我们必须把科技和教育摆在经济、社会发展的重要位置,坚持教育为本,提高全民族特别是各级干部的科学文化素质,全面落实科学技术是第一生产力的思想,把经济建设转移到依靠科技进步和提高劳动者素质的轨道上来,加快我国社会主义现代化建设的发展。

目 录

前言	惠永正
第一章 揭示物质结构之谜	1
第二章 宇宙的起源和演化	34
第三章 地球起源、演化与地球系统科学	67
第四章 生命与智力的起源	100
第五章 非线性科学	133



第一章

揭示物质结构之谜

第一节 物质结构之谜

世间万物是怎样来的？假如不是无中生有，那么必定是从某些原初物质创造出来的，这些原初物质是什么？

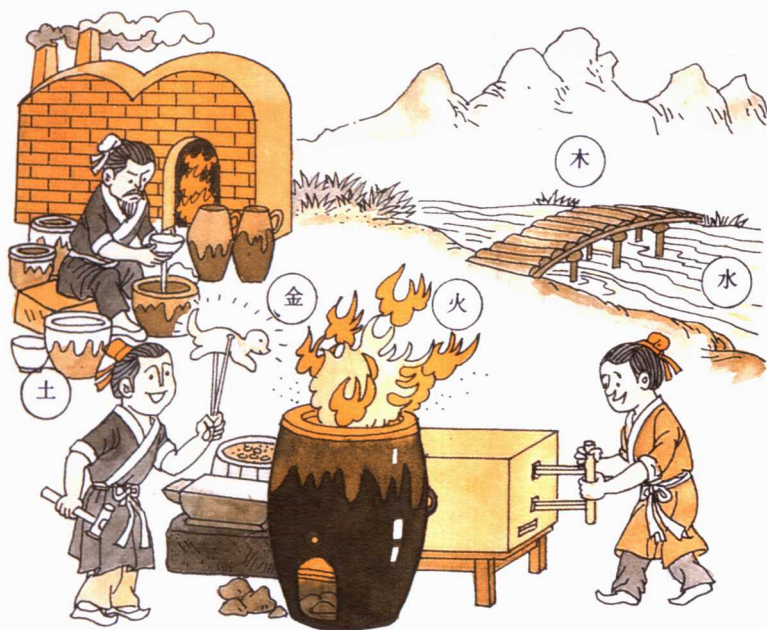
古代人的物质观

早在殷周时期，我们的祖先就

提出了五行说，认为万物都是由金、木、水、火、土这五种原初物质构成的。古代印度人也提出过与此类似的五大说，指的是地、水、火、风、空。

在古希腊，曾盛行过一阵一元

说。有个叫泰勒斯的认为水是万物的本原；后来，有个叫阿那克西米尼的认为万物起源于空气；再后来，又有个叫拉克利特的认为火的变化能生万物，火才是原初物质。



古代五行说

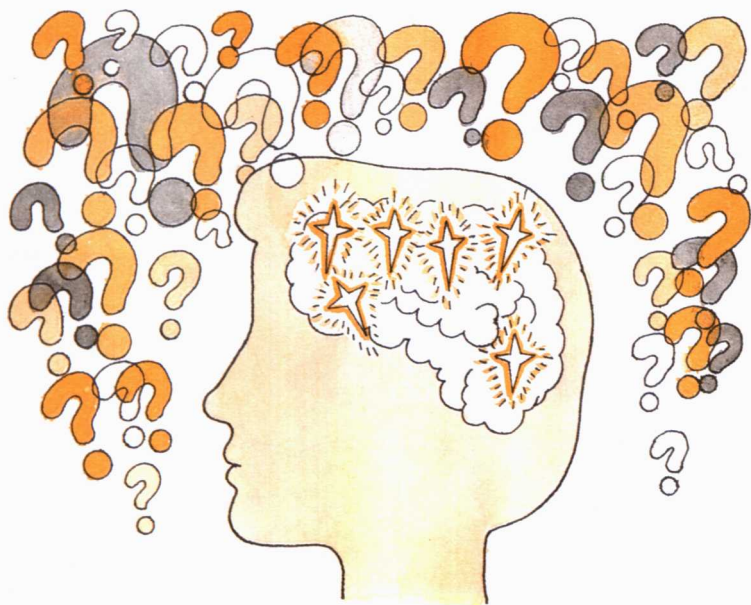
大约在公元前400多年,古希腊的哲学家德谟克利特发展了他的老师留基伯的原子学说,把构成物质的最小基元叫作原子,认为宇宙万物乃至人的灵魂都是由这种不可分割的原子构成的。

与德谟克利特所处的时代相近,中国春秋战国时期

的大学问家墨翟也提出过类似原子的概念。墨翟认为:“端,体之无厚,而最前者也。”“端”是物的起始,把物体分割到“无厚”,也就不能再分,故而“端”是最原初的物质。

关于原子观念的诸多哲学思想和主观臆说,只能当作近代科学研究的

一种背景,而不能视为科学真谛。这些假说的提倡者,没有想到或没有条件用实验来检验它们,也没有用这些假说所能预言的情况来验证假说本身。能够用科学的方法进行检验,并且能经受住这种检验的东西,才是科学的东西。



诸多哲学思想和主观臆说

向科学过渡

用近乎科学的方法来研究物质的结构,始于17世纪。

17世纪以前,人们还不知道空气是由多种气体组成的,甚至不知道空

气与蒸汽的区别。17世纪初,比利时的一个叫海尔蒙特的医生,第一次天才地起用了“气体”这个名词,并首次指出“蒸汽比气体容易凝结”这个事

实。海尔蒙特是个二元论者,他认为世间万物都是由水和空气这两种基元构成的。为证实这种猜想,他做了个非常有趣的柳树实验。



海尔蒙特柳树实验

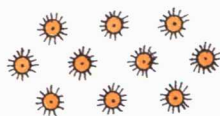
1661年,英国科学家玻意耳提出了化学元素概念,为科学地研究化学奠定了基础。百余年后,人们相继用实验手段发现了氢、氮和氧等元素。

1803年,英国化学家和物理学家道尔顿,将原子从一个抽象的哲学术

比。这种始自化学的原子假说叫做“化学原子论”,也可以说是科学的原子论。

1811年,意大利科学家阿伏加德罗提出分子假说,弥补了道尔顿原子学说中忽视了原子和分子区别的缺陷,两者结合成为原子-分子学说。

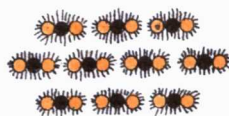
1869年,俄国化学家门捷列夫发现了元素的周期性递变规律,制成了元素周期表,这在



氢



氧化氮



二氧化碳

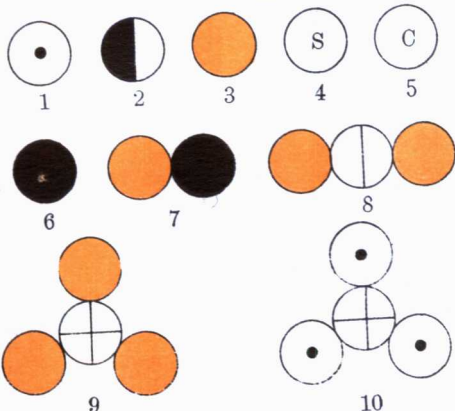
人类认识物质结构的进程中,是一个重大的成就。



道尔顿

语变为化学中的实在客体。

他用原子的观念来阐明化合物的组成及其所服从的定量规律,并通过实验来测量不同元素的原子质量之



1. 氢 2. 氮 3. 氧 4. 银 5. 铜 6. 碳 7. 煤气 8. 碳酸气
9. 硫酸气 10. 酒精

道尔顿发表的部分原子符号

基本粒子的发现

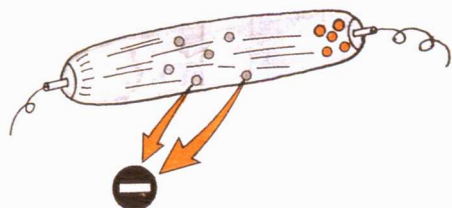
电子是人类认识的第一个基本粒子。它是英国物理学家约瑟夫·约翰·汤姆孙于 1897



约瑟夫·约翰·汤姆孙

年发现的。电子的发现,使道尔顿的化学原子论得到证实。这一发现使人类的智力活动空前地跃进!

电子被发现以后,人们自然想到了原子的结构问题。原子是不带电荷的,而电子带负电荷,显然,原子中必定含有带正电荷的物质。这种带正电荷的物质是什



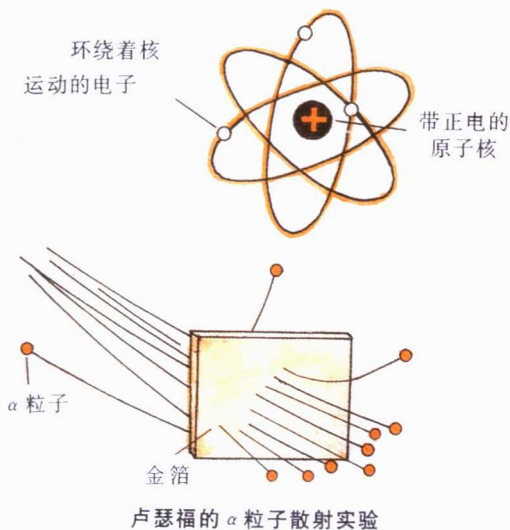
阴极射线管中的电子示意图

么,正负电荷在原子中是怎样分布的呢?

1909 — 1911 年,英国物理学家卢瑟福及其合作者,通过用 α 粒子轰击金箔的实验,认识到原子是由原子核和核外运动的电子构成的,从而

提出了关于原子结构的行星模型。

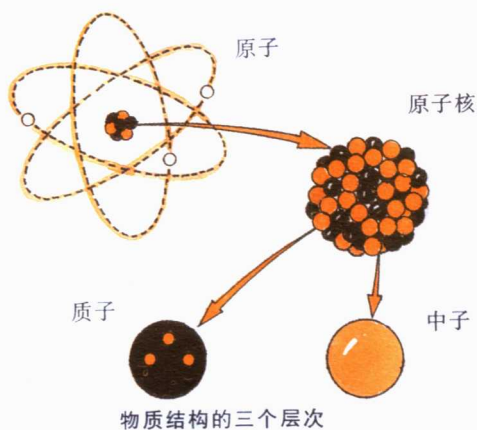
1917 年,卢瑟福又用 α 粒子轰击氮的原子核,击出了组成原子核的另一种基本粒子——质子。这是人类第一次实现的人工核反应过程。



卢瑟福的 α 粒子散射实验

1920年,卢瑟福在英国皇家学会的一次演讲中,为了解释原子核的质量数与电荷数不相等的事实,他猜测原子核中可能存在着与质子的质量差不多的中性粒子。这种猜想被他的学生查德威克于1932年证实。人们称这个中性粒子为中子。同年,德国物理学家海森堡和苏联物理学家伊凡宁科都提出了同样的看法,认为原子核是由质子和中子构成的。

30年代初期,在认识原子核的结构之后,人们便知道物质通常是由电子、质子和中子构成的。此外还知道光子是传递电磁力的媒介子。当时,人们普遍认为这4种粒子是最基本的,即它们不再由更小的基元构成。



发现中子以后,人们在宇宙线中发现了电子的反粒子即正电子。后来又陆续发现了 μ (缪)子、 π (派)介子和一些奇异粒子。

50年代以后,人们在粒子加速器上用人工方法得到了大批新粒子。在60年代初,发现基本粒子队伍中已有100多位成员。



天外来客——宇宙线粒子

第二节 物质结构的现代观念

随着基本粒子数目的增多,物理学家们逐渐意识到,基本粒子并不是基本单元,像质子和中子这样的基本粒子必定是由更小的微粒构成的。从20世纪60年代起,基本粒子的理论便被人们改称为粒子物理学。

粒子物理学是当代人类研究物质微观结构的科学。由于粒子物理实验需要在很高的能量下产生粒子并探测其行为,所以又称作高能物理学。作为物理学的前沿学

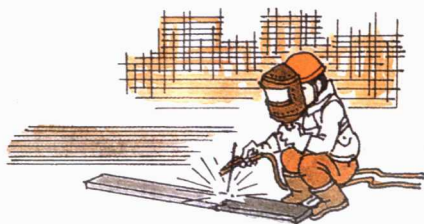


科,它的目标是研究基本自然力和物质基元的性质及其变化规律。

四种基本的自然力

迄今,人们认识到自然界存在着四种基本的作用力,即万有引力、电磁力、弱力和强力。

它们决定了宏观世界的约束形式和微观客体的相互作用规律。引力和电磁力是长程力,在宏观距离上起作用;弱力和强力是短程力,只能在原子核的尺度范围内起作用。



(1) 万有引力

早在17世纪60年代,牛顿就发现了万有引力定律,并用大量事实说明,支配物体落地的地球引力和保持

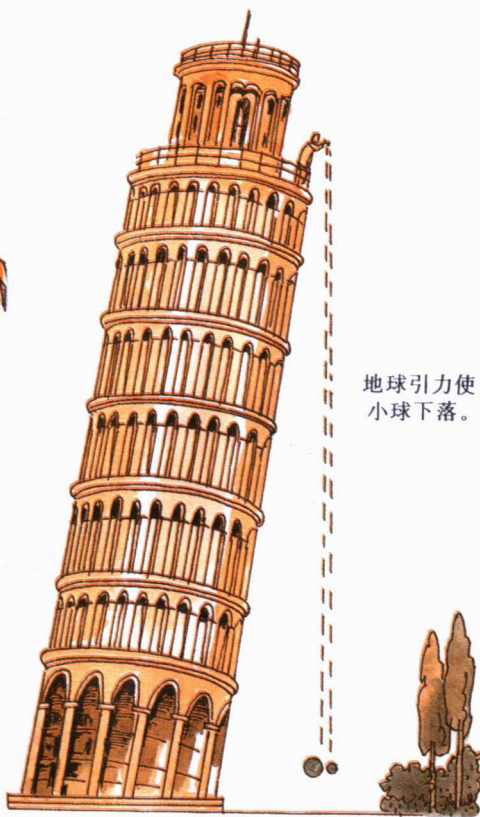
引力虽然主宰着宏观天体的运动,但因微观粒子的质量极其微小而对它们的影响甚微。在目前的实验所能达到的能量标

度上,粒子间的引力作用可以忽略不计。因此,在粒子物理学中,考虑较多的是比引力强得多的其他三种自然力。



牛顿

行星在太阳周围轨道上运行的天体引力是相同的力。所有物体都通过与它们的质量成正比、距离的平方成反比的力相互吸引。这种支配着行星和星系行为的万有引力,决定着日月经天、江河行地的自然状态乃至整个宇宙的基本特征。



地球引力使小球下落。

伽利略研究自由落体的比萨斜塔实验

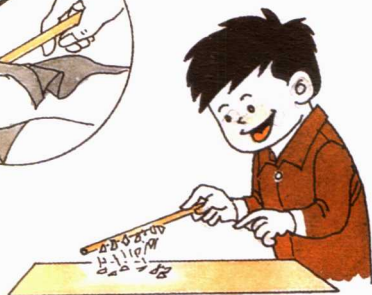
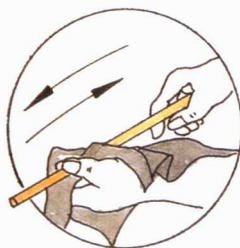
(2)熟悉的电磁力 电磁力为人们所熟悉。电流产生、化学反应、原子和分子的构成、晶体的形成等,都是电磁力起的作用。

建立电磁场理论的是苏格兰卓越物理学家麦克斯韦,他从带电体或



麦克斯韦

磁体彼此孤立的电场和磁场着手,于1861年导出了统一描述电磁现象的方程组,用以解释带电体之间的吸引或排斥现象、磁现象以及光现象。

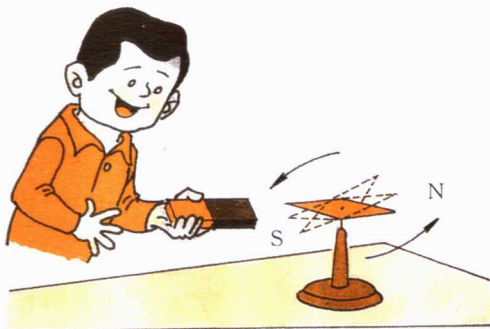


摩擦生电

麦克斯韦还预言了电磁波的存在,不久便被赫兹所证实,而且表明无线电波、可见光和X射线都是电磁波,其中唯有波长的差别。

原子得以构成并保持其稳定性,

全靠电磁力起作用。分子的形成则是靠电磁力的剩余作用。一切化学力都是剩余电磁力,即本质上是电磁力。包括人类在内的所有生物的存在形式,全是由电磁力约束着。



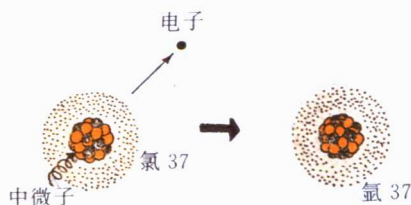
熟悉的磁力

(3) 诡秘的弱力 自从 1896 年放射性现象被发现之后,人们发现某些原子会衰变成另外一些原子,后来才知道是这些原子的原子核不稳定而发生衰变的结果。有时这些衰变过程伴随着 β 射线的产生,因此这种衰变被人们称为 β 衰变。

人们进而认识到 β 射线是电子流。 β 衰变是由一种以前不曾知晓的自然力引起的。实验测得这种力的强度比电磁力弱得多,

于是这种力被称为弱力。

实验上最早观测到的 β 衰变,是由弱力引起的中子的衰变。当初以为这种核的反应是原子核里面的中子衰变成一个质子,同时放出一个电子,从而变成另一种原子核。可是,若真是这样,在这些过程中能量就不守恒。



1931 年,泡利提出了中微子假说。他认为中子衰变成质子时,不仅放出一个电子,还会放出一个质量大约为零的中性微粒子。后来费米给这个粒子起名叫中微子。它果真于 50 年代初在原子反应堆中被发现。

希腊字母	中文读音	希腊字母	中文读音
α	阿尔法	β	贝塔
γ	伽马	κ	卡帕
μ	缪	π	派
τ	陶	Ω	奥米伽



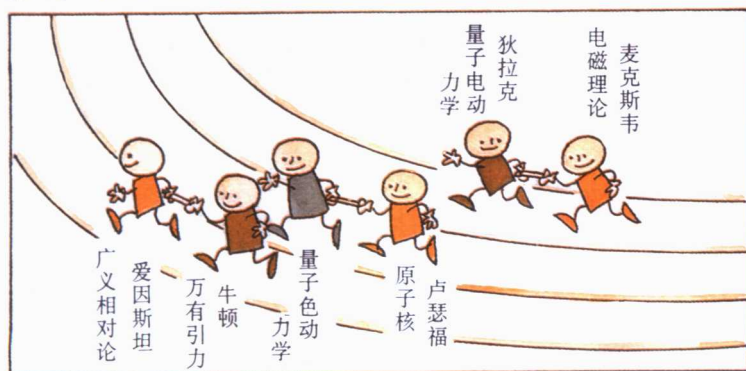
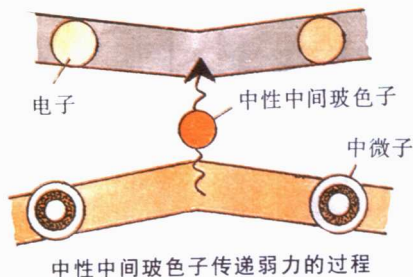
常用希腊字母中文读音表

根据电磁力是由光子来传递的经验,不少物理学家早在 30 年代就已想到,弱力可能是由有静止质量的粒子来传递的。物理学家们设想的中间玻色子,是类似于光子角色的传递弱力的媒介子,因而用英文“弱”字的首字母 W 命名。人们推测 W 粒子的质量必须很大,才能反映出弱力力程极短的特点。

在杨振宁和密尔斯于 1954 年建立的规范理论的框架内,格拉肖于

1961 年把弱力和电磁力当作同一种力来处理,提出了一个弱电统一模型。1967 年和 1968 年,温伯格和萨拉姆先后在格拉肖的理论模型中引入一种非常有用的机制,使这个模型趋于完善。该机制预言了一种叫做希格斯粒子的存在。

1983 年,欧洲核子研究中心的实验发现了弱电统一模型所预言的三种传递弱力的媒介子。迄今,在所有的实验中都没发现过与这一模型不相符的实验证据。因此,弱电统一理论确立起来了,被公认为 20 世纪物理学最辉煌的成就之一。



科学接力赛