

"综合课程教育"系列试用教材

综合理科教育

ZONGHE LIKE JIAOYU

• 理论篇

© 杨 华 王玉翠 主编



GUANGXI NORMAL UNIVERSITY PRESS

广西师范大学出版社

责任编辑：王翠玉

主编：王翠玉

综合理科教育

ZONGHE LIKE JIAOYU

● 理论篇

主 编 杨 华 王翠玉

副主编 覃以威 刘贤贤 黄 凯

编者（以姓氏笔画为序）

王汉俊 王翠玉 刘贤贤

阳文红 林建强 钟葵玲

黄 凯 覃以威 潘 莉



GUANGXI NORMAL UNIVERSITY PRESS

广西师范大学出版社

· 桂林 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

综合理科教育·理论篇 / 杨华, 王玉翠主编. —桂林:
广西师范大学出版社, 2003. 3

(综合课程教育系列丛书)

ISBN 7-5633-3858-6

I. 综… II. ①杨… ②王… III. 理科 (教育) —
教学研究—小学—师资培训—教材 IV. G623.62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 010262 号

广西师范大学出版社出版发行

(广西桂林市育才路 15 号 邮政编码: 541004)
网址: <http://www.bbtpress.com.cn>

出版人: 萧启明

全国新华书店经销

广西师范大学出版社印刷厂印刷

(广西桂林市临桂县金山路 168 号 邮政编码: 541100)

开本: 890 mm × 1 240 mm 1/32

印张: 12.5 字数: 348 千字

2003 年 3 月第 1 版 2003 年 3 月第 1 次印刷

印数: 0 001 ~ 1 200 定价: 17.50 元

如发现印装质量问题, 影响阅读, 请与印刷厂联系调换。

出版说明

在中共中央、国务院《关于深化教育改革 全面推进素质教育的决定》的推动下,全国基础教育课程改革迅速发展,注重学科间的知识综合教学和综合运用已成为各地中小学课程改革的重要部分。这给中小学师资教育与继续教育提出了新的要求——必须使师范院校培养的人才具备胜任课程综合教学的能力。为使我区小学师资的培养符合小学课程综合化教学发展的要求,进一步推进素质教育,我社组织区内外教改前沿的师范院校教师,编写了这套“综合课程教育”系列试用教材。

首次出版的该系列试用教材有:《综合理科教育·实践篇》、《综合理科教育·理论篇》、《综合数学教育·实践篇》和《综合数学教育·理论篇》,共4种。这些教材以新课程标准为依据,以提高师范院校理科学生综合思维能力和综合教学技能为目的进行编写,体现了综合思维的新理念,拓展了小学《自然》、《科学》和《数学》课程的传统教学领域。

教材在体系与内容上体现了以下三大特色:

1. 体现创新原则 创新教育应成为小学理科教学重要的教学理念,学习不仅是熟记和掌握概念、法则、公式的过程,更应该是培养探索精神和思考能力的过程。这些都应通过教材体系、内容与教学过程来体现。在编写本系列教材时,作者注意从学生亲历的学习过程入手,引导学生在具体的生活实践中体会科学思想、科学观念和教学思想、教学观念,突破了以往教材编写的传统观念。

2. 强调探究性学习 要使探究成为理科课程学习的主要方式,就必须在学科的基础知识和基本技能的教学中,培养学生解决问题的能力、交流的能力以及思维推理的能力。本系列教材以教学案例设计和能力训练设计的方式,引导学生根据具体的情境提出自己的想法,对同一个问题进行多样思维,给予多样解答。

3. 增强综合能力训练 本系列教材在进行学生能力训练培养的过程中,不但注重基础知识和基本实验技能的训练,还重点注意到学生解决问题的能力、交流的能力和思维推理的能力等综合能力的培养。通过教学课例设计、实验设计、创新教学法设计等教学模块,帮助学生发展多种形式的综合思维能力。

4. 强调实践能力的培养 本系列教材从提高学生认识理科各学科与生活的联系所在入手,了解、认识数学原理与科学原理在解决实际问题中的价值,强调实践能力的培养。其中的“实践篇”重点介绍了实践方法与技能,包括教学设计与实践设计两部分,重在设计方法、过程和目标的介绍,以此提高学生综合运用学科原理的能力与学科技能。

我们组织编写本系列教材是对编写“理科综合教育”类教材的一种尝试,也是对实施“综合课程教育”的探索。我们希望这种探索能对我区小学师范综合课程教育的改革有所帮助、有所促进,同时也希望试用该教材的学校和师生能提出宝贵的修订意见,与我们共同探讨理科综合课程教育的改革。

我们在借鉴、继承、探索中编写了本套教材,不妥之处在所难免,恳请读者批评指正。

前 言

本套书供小学教育专业专科生、中等师范学生以及小学在职自然(科学)教师进修高等师范专科小学教育专业使用。

本套书的编写力求从我国社会发展对小学教育的客观要求和小学自然(科学)教师的需要出发,体现时代的先进性和创新性,知识体系的科学性、新颖性、交叉性和渗透性,师范教育的专业性和综合性,理论与实践的应用性和针对性;体现综合理科教育改革的新理念,拓展小学《科学》课程内容的新领域,以实用性、新颖性为原则,以小学《自然》、《科学》新课本、新标准为依据,以培养理科综合思维能力、理科综合教学技能为目的,构建理科综合教育课程新体系。

本套书分理论篇和实践篇(两册)。

理论篇分物理学、化学、生命科学、地球、宇宙与空间科学四个部分。在各专业知识体例安排上,强调重点知识、新知识、新方法、学科交叉知识、渗透知识(生活、实践)。注意与中等师范及高等师范专科阶段知识结构的衔接。在综合知识方面,针对小学教师既有明确的学科定向,也能兼教其他学科的需要,加强基础,拓宽知识面。编者在编写时尽可能把最新的研究成果吸收并渗透到教材中去,并有意识地将理科各科间的相关内容以综合主题的形式有机地加以整合,使学生得以全面发展。在教材的编排体例上,根据小学教育专业专科生、中等师范学生以及小学在职教师的特点,每章安排了内容提要、课外阅读资料、课外小活动、本章小结以及开放性思考题等,便于教师和学生进修与自学。

实践篇分理论概述和实践案例两部分,实践案例又分为教学设计案例与实践活动案例两类。在知识体例安排上,强调理论联系实际,理论指导实践以及创新教育和探究性学习的原则,努力将当前小学科学

教育的新观念落实到教学活动中,让创新教育成为小学科学教学的重要教学理念,让科学探究成为小学科学学习的主要方式。教学活动内容贴近小学生的日常生活,教学活动设计强调学生的主动参与,注重培养小学生的想像力和创造力,充分反映现代社会小学生自身发展的需要以及素质教育的要求,体现时代的特征和当前我国小学科学课程改革的方向,注重各学科领域知识的相互融合以及内容、方法的多元化,淡化学科分离,教学活动设计均以探究性学习和综合性活动为主线,分学科进行设计,可供小学《科学》教师在教学中选择使用。

本套书的编者汇集了长期从事高等师范、小教大专、中师、中学学科教学以及小学科学活动辅导的一线教师,具有较强的专业理论知识和丰富的科学教学活动实践经验,教学活动设计具有较好的示范性、一定的先导性和很强的可操作性。

理论篇由杨华、王玉翠主编。参加编写的人员及分工(以姓氏笔画为序):王汉俊(广西师范大学初等教育学院),化学,第三章的第一节、第二节;王玉翠(广西师范大学初等教育学院),生命科学,第一章、第二章;刘贤贤(桂林高等师范专科学校),化学,第一章,第二章的第一节、第二节,第三章的第三节、第四节;阳文红(桂林市逸仙中学),地球、宇宙与空间科学,第三章、第四章;林建强(柳州师范学校),物理学,第五章、第六章、第七章;钟葵玲(柳州地区民族师范学校),生命科学,第三章、第四章、第五章、第六章;黄凯(桂林市逸仙中学),地球、宇宙与空间科学,第一章、第二章;覃以威(广西师范大学物理系),物理学,第一章、第二章、第三章、第四章;潘莉(桂林市逸仙中学),化学,第二章的第三节。

由于小学教育专业理科综合教材的编写是一项全新的工作,不当之处在所难免,希望广大读者和专家给予批评、指正。

编者

2003年1月

(27)	.....	章二第
(28)	.....	章三第
	.....	章正第
(44)	.....	章一第
(52)	.....	章二第
(53)	.....	章三第
(57)	.....	章四第
	.....	章六第

(58)	.....	章一第
(59)	.....	章二第
	.....	章三第
	.....	章十第

M U L U

(60)	.....	章一第
(61)	.....	章二第
(62)	.....	章三第

第一部分 物理学

第一章 物质

第一节 物质结构.....	(1)
第二节 物质的特性.....	(8)
第三节 物质的利用.....	(10)

第二章 运动与力

第一节 运动的描述.....	(17)
第二节 力.....	(19)
第三节 简单机械.....	(25)

第三章 声和光

第一节 声音的产生与传播.....	(32)
第二节 噪声.....	(36)
第三节 光的产生和传播.....	(38)
第四节 简单光学仪器.....	(41)
第五节 光学与高新技术.....	(44)

第四章 电和磁

第一节 我们身边的电.....	(50)
-----------------	------

第二节	神奇的磁	(57)
第三节	电磁波	(59)
第五章 热学		
第一节	温度	(64)
第二节	热量	(65)
第三节	我们身边的热现象	(67)
第四节	低温技术	(71)
第六章 能		
第一节	形形色色的能	(76)
第二节	能量转化与守恒	(79)
第三节	新能源	(80)
第七章 信息技术		
第一节	信息与信息社会	(89)
第二节	信息的储存	(91)
第三节	信息的传播	(95)

第二部分 化学

第一章 化学与生活		
第一节	化学与食物	(102)
第二节	化学与纤维	(110)
第三节	化学与能源利用	(117)
第二章 化学与环境		
第一节	水体与水体污染的化学因素	(123)
第二节	土壤与污染	(138)
第三节	大气与污染	(148)
第三章 化学与高新技术		
第一节	化学与能源高新技术	(157)
第二节	化学与新材料技术	(161)
第三节	化学与生物工程高新技术	(172)
第四节	化学与信息高新技术	(175)

(852) 第三部分 生命科学

第一章 生命与生命科学概述	
第一节 什么是生命	(181)
第二节 生命科学概述	(184)
第二章 生物的多样性	
第一节 原核生物界	(190)
第二节 原生生物界	(195)
第三节 植物界	(195)
第四节 动物界	(203)
第五节 真菌界	(214)
第六节 病毒界	(216)
第三章 生命的物质基础和结构基础	
第一节 生命的物质基础	(222)
第二节 生命的结构基础——细胞	(224)
第三节 细胞的增殖	(227)
第四节 细胞分化	(230)
第五节 细胞的衰老与死亡	(231)
第六节 细胞工程	(233)
第四章 遗传信息的传递	
第一节 DNA 是主要的遗传物质	(242)
第二节 基因的本质	(243)
第三节 基因工程	(248)
第四节 遗传病	(250)
第五节 人类基因组计划	(252)
第五章 生物与环境	
第一节 生物与环境的关系	(260)
第二节 生态系统	(262)
第三节 生态平衡	(266)
第四节 环境和环境保护	(267)
第六章 健康与生活	
第一节 健康的概念	(276)

第二节 健康人与营养	(278)
------------	-------

第四部分 地球、宇宙与空间科学

第一章 宇宙环境

第一节 人类认识的宇宙	(285)
第二节 太阳和太阳系	(286)
第三节 月球和地月系	(297)
第四节 人类对宇宙的新探索	(302)
第五节 地球运动的基本形式——自转和公转	(306)
第六节 地球运动的地理意义	(309)

第二章 大气环境

第一节 大气的组成和结构	(319)
第二节 大气的热状况	(321)
第三节 大气的运动	(327)
第四节 大气的水分	(337)
第五节 天气和天气预报	(343)
第六节 气候	(347)
第七节 人类活动与气候	(350)

第三章 水环境

第一节 水循环	(358)
第二节 海洋水	(359)
第三节 陆地水	(361)
第四节 水资源的利用和保护	(366)

第四章 陆地环境

第一节 地球的内部圈层	(369)
第二节 岩石与矿物	(371)
第三节 地质灾害及其防御	(377)
第四节 人类活动与地表形态	(385)

第一部分 物理学

第一章 物 质

内容提要 本章主要介绍物质的结构、物质的基本特性、物质的利用以及物质利用与保护资源环境的关系。

第一节 物质结构

一、物质是什么

世界是物质的,我们生活在物质的海洋中。脚下的大地,天上的白云,高山河流,花草树木,房屋汽车……面前的书桌,书桌上的课本,身上的衣服……这些都是看得见、摸得着的物质。还有许多我们肉眼看不到的物质,如我们可以感觉得到的遍布我们周围的空气,借助显微镜等仪器才能看到的细菌,等等。

世界上的物质种类繁多,各种物质千差万别,形状各异,性质迥然不同。有的沉重,有的轻柔,有的坚硬,有的松软,有的透明,有的香,有的臭,有的甜,有的苦……而且同一种物质在不同的环境条件下还会发生变化,如水会变成冰,变成水蒸气等。

物质对我们来说是再熟悉不过的了,但你是否想过这样的问题,这五光十色的世界万物是由什么构成的呢?物质的最小结构单元是什么呢?从古到今,人类都在不断地思考、探索着这个问题。

二、原子和分子

早在2 000多年前,我国就有了“五行”说,我们的祖先认为世间万物都是由“金、木、水、火、土”五种物质构成的。而古希腊的哲学家亚里士多德等人则认为物质是由四种元素——土、火、气、水构成的。比“五行”、“四素”说更进一步,古希腊的哲学家德谟克里特提出了朴素的原子学说,他认为物质不是无限可分的,而是有一种最小的单元,他把这种最小的单元称为“原子”(原子在希腊语中是不可分割的意思)。德谟克里特认为,原子是非常微小、坚硬、不可入、不可分的粒子,而正是这微小的原子构成了物质,物质之所以不同,是由于构成物质的原子在数目、形状和排列上有所不同。德谟克里特的朴素的原子学说,只是一种大胆的猜测,因当时科学技术条件的局限,无法得到科学实验的验证,所以一直没有被人们接受。

真正对物质结构进行科学的研究和解释的是近两三百年来事情。300年前,英国的化学家玻意耳提出了化学元素的概念,18世纪末,英国化学家道尔顿做了大量的大气研究之后提出了新的原子学说,紧接着意大利的化学家阿伏伽德罗与他的学生卡尼查罗为了解释盖·吕萨克气体反应实验而提出了分子学说。

今天,原子和分子的存在早已被证实,大量的实验和事实也都证明了新原子学说和分子学说是正确的,即:物质都是由分子构成的,分子是保持物质化学性质的最小微粒。而分子是由原子构成的,在化学反应中原子的种类和数量不变,原子是不能用化学方法分割的最小微粒。

一、原子和分子的大小

原子和分子是非常微小的,不但肉眼看不见,就是用最高档的光学显微镜也无法看到它们的真面目。科学家们用一种巧妙的方法可以粗略地测定分子的大小。先测出一滴油滴的体积,然后把油滴滴到水面上散开,形成单分子油膜并测出油膜的面积,由此可计算出油膜的厚度。把油分子看成球形,单分子油膜的厚度就可以被认为等于油分子的直径。测量的结果是,分子的直径的数量级为 10^{-10} m。

现在,使用放大 200 万倍以上的离子显微镜或者使用扫描隧道显微镜可以看到一些原子,并测出原子的直径的数量级为 10^{-10} m。由原子构成的分子也是很小的,除了一些有机质的大分子外,一般分子直径的数量级都是 10^{-10} m,如氢分子的直径约为 2.3×10^{-10} m,水分子的直径约为 4×10^{-10} m。

(二) 原子和分子的质量

在 18 世纪末到 19 世纪初,欧洲的化学家们在原子—分子学说的指引下,用各种各样的方法测定了各种原子和分子的原子量和分子量,但原子量和分子量都是相对的质量,如通常把氢的原子量定为 1,然后测出氧的原子量为 16,碳的原子量为 12 等。

开始人们是通过计算来了解分子和原子的绝对质量的,要测算分子和原子的质量,不能不提到一个非常著名的常数——阿伏伽德罗常数。阿伏伽德罗在研究了各种气体反应实验后,提出了一个大胆的假定:在同温同压下,同体积的任何气体都有相同数量的分子。无数的实验证明阿伏伽德罗的假定是正确的。为了纪念阿伏伽德罗这位伟大的化学家,人们把一摩尔物质所具有的分子数称为阿伏伽德罗常数。早期的科学家们用各种各样的方法粗略地测定了这个常数的值,约为 $6 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$,1986 年科学家用 X 射线法精确测得的阿伏伽德罗常数的值为 $6.022\,136\,7 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ 。一般计算中常取 $6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ 。阿伏伽德罗常数是一个十分巨大的数字,也就是说某一具体物质的分子数目是非常惊人的,如把 1 g 酒精倒入容积为 100 亿 m^3 的水库中,酒精分子均匀分布在水中以后,每 1 cm^3 水中酒精分子数仍有 100 万个之多。

根据阿伏伽德罗常数,不难求得分子的质量。例如,人们测出 1 mol 水的质量为 0.018 kg ,则水分子的质量为:

$$m_{\text{水}} = \frac{0.018 \text{ kg} \cdot \text{mol}^{-1}}{6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}} = 3.0 \times 10^{-25} \text{ kg}$$

用同样的方法可求出氧分子的质量是 $5.3 \times 10^{-26} \text{ kg}$,氢分子的质量是 $3.35 \times 10^{-27} \text{ kg}$ 。由此可求出氢原子的质量是 $1.675 \times 10^{-27} \text{ kg}$,氧原子的质量是 $2.65 \times 10^{-26} \text{ kg}$,等等。

(三) 原子的结构

在发现电子之前,人们认为原子是一个实心的、坚硬的、不可分割

的小球。1895年,英国的物理学家、时任著名的剑桥大学卡文迪许实验室主任的汤姆生在研究阴极射线管的射线实验时,发现了一种带负电的微小粒子,他测算出这种微粒的质量仅为氢原子质量的 $1/1800$ 。汤姆生意识到这绝非原子,而是从原子中跑出来的比原子小得多的微粒,他把这种小粒子称为“电子”。他换用不同材料做射线管的阴极,把不同的微量气体放入管内,实验结果还是一样的。这说明,电子来自原子,且为各种原子所共有,即电子是原子的组成部分。这样原子不可分割的说法被打破,神秘的原子大门被打开了。

1. 葡萄干面包模型 原子的大门被打开后,新的问题又摆在了人们的面前,原子是不是由电子组成的?原子中除了电子外还有其他东西吗?电子是怎样呆在原子中的呢?为解释这些问题,汤姆生提出了一个原子模型:原子中充满带正电荷的物质,而带负电的电子均匀镶嵌在这些物质中,原子中正电荷与电子的总电量相等,原子呈中性,而电子在其平衡位置附近振动。这就是所谓的葡萄干面包模型,原子就像一块葡萄干面包,电子分布在正电荷物质中,就像葡萄干镶嵌在一块面包中一样。(图 1-1-1)

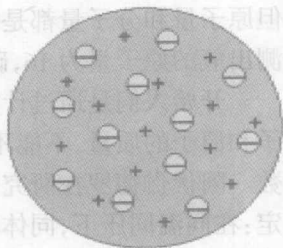


图 1-1-1

2. 太阳系模型 1911年汤姆生的学生卢瑟福为了探索原子内部的奥秘,设计了一个“炮轰”原子的实验。整个实验装置置于抽成真空的容器中,在一个小铅盒里放少量的放射性元素钋(钋能够放射出一种称为 α 粒子的微粒,它的质量约为氢原子质量的4倍,具有每秒2万km的高速度,具有极高的动能)。钋发射的 α 粒子从小孔高速射出,射到一块很薄的金箔上, α 粒子穿过金箔后可以用盖革-米勒计数管检测。实验结果发现,绝大多数 α 粒子穿越金箔后仍按原方向前进,但少数 α 粒子却发生了大角度偏转,有的偏转角超过了 90° ,有的甚至被反弹回去,这种现象叫做 α 粒子的散射。实验结果使卢瑟福百思不得其解。按汤姆生的原子模型, α 粒子穿越原子后偏离原来方向的角度应是很小的,因为电子的质量不到 α 粒子的 $1/7000$, α 粒子碰到它,运动方向是不会发生显著改变的。显然, α 粒子在原子中碰上了质量比自己大的东西。这些东西是什么呢?卢瑟福反复做了多次实验,结果都一样。

他整整考虑了几个星期后,认为答案只有一个,就是汤姆生的原子模型是错误的。卢瑟福把实验结果和自己的想法告诉了汤姆生,并提出了自己的原子模型:原子内部空间很大,原子中心有一个很小的核,叫做原子核,原子全部的正电荷以及几乎全部质量都集中在原子核里,带负电的电子与原子核保持一定距离,并环绕原子核做圆周运动,原子核好像太阳,而绕核旋转的电子就像绕太阳旋转的行星。这个模型被称为太阳系模型。(图 1-1-2)

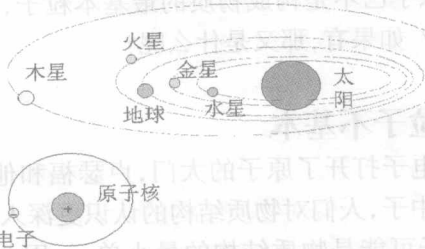


图 1-1-2

3. 玻尔的原子模型 卢瑟福的原子模型很好地解释了 α 粒子的散射现象,但却遭到了当时物理学界的一片责难,因为它与经典电磁理论相矛盾。按经典电磁理论,若电子在原子内做圆周运动,且是加速运动,理应辐射出电磁波,这样电子的能量将会减少,其绕核运动的半径将越来越小,最后电子将会落到原子核上。由此得出原子将是不稳定的。但实际情况却是原子是稳定的、长寿的。正当卢瑟福的原子模型遭到冷遇时,一位从丹麦来到卢瑟福门下进修的年轻人玻尔,勇敢地站了出来。他在卢瑟福的模型的基础上,引入了刚诞生的量子学说,提出了新的原子模型。玻尔原子模型理论的要点是:

- (1) 集中原子质量 99% 以上的原子核位于原子的正中,原子中的电子绕原子核在特定轨道上做高速圆周运动,此时电子处于基态,它加速运动而不辐射能量。电子的轨道运行能量是不连续的,像台阶一样一级接着一级,由低到高。
- (2) 电子受激时,可以从某一轨道跃迁到另一轨道运动,这时原子以电磁波的形式向外辐射能量,其大小正好等于两个轨道的能级的差值,即决定于两个轨道的半径。由于轨道是不连续的,所以辐射的能量也是不连续的。

玻尔理论不但使原子的有核模型得到了承认,而且成功地解开了困惑当时物理学界的氢光谱之谜(当时人们发现氢原子光谱是不连续的线光谱,经典的物理学无法解释,而根据玻尔理论,原来氢原子中的电子在原子中的不同轨道中跃迁,即发出了不连续的线光谱)。玻尔理论的成功,轰动了世界,1922年他获得了诺贝尔物理学奖。

随着高能物理的兴起和发展,人们不但打开了原子的神秘大门,而且深入到了原子核内部,认识了质子、中子,紧接着又发现了正电子、中微子、介子……原子已不是构成物质的最基本粒子,那么,到底有没有最基本的粒子呢?如果有,那又是什么呢?

三、基本粒子不基本

汤姆生发现电子打开了原子的大门,卢瑟福和他的学生轰击原子核发现了质子和中子,人们对物质结构的认识更深入了一步,人们认为电子、质子和中子可能是物质结构的最小单元,因此称它们为基本粒子。随着高能加速器的出现,到了20世纪中叶,人们在实验中发现了大量的粒子,目前为止已有几百种。大批粒子的发现说明基本粒子并不基本,但科学家们还在不断地思考与探索,希望从这些形形色色的粒子中找出构造世界物质大厦的基本粒子。1949年,美籍华人物理学家杨振宁和美籍意大利物理学家费米合作提出了费米-杨模型,认为质子、中子和它们的反粒子是基本粒子,其他粒子都是由它们构造出来的。1955年,日本物理学家坂田昌一提出新的理论,认为质子、中子和超子三种粒子是基本粒子,即坂田模型。此外,还有其他各种各样的基本粒子模型。然而,这些模型在解释具体的物理现象时都遇到了各种各样的困难。为此,美国物理学家盖尔曼引入了一种新的粒子——夸克。“夸克”本意为神话中一种神鸟的叫声,盖尔曼用这个象声词命名新粒子,使其充满了神秘的色彩。盖尔曼认为夸克是构成一切基本粒子的更基本的粒子。在外国科学家提出夸克模型的同时,我国的物理学家提出了一种模型——层子模型。“层子”本意为下一层次粒子。层子模型与夸克模型在许多方面是一致的,目前通常把它们称为夸克-层子模型。夸克-层子模型均属于理论假设,但它们对一些粒子的分析研究得出的结论和预言,大体上与实验事实相符合,因此科学家们普遍认为夸