

·赛格雷 著



从X射线 到夸克

——近代物理学家和他们的发现



技术文献出版社

581/P4/26

从X射线到夸克

——近代物理学家和他们的发现

[美] 埃米里奥·赛格雷 著

夏孝勇 杨庆华 庄重九 梁益庆 译 陆福全 校



上海科学技术文献出版社

FROM X-RAYS TO QUARKS
Modern Physicists and Their Discoveries
Emilio Segrè
The United States of America, 1980

从 X 射线到夸克

——近代物理学家和他们的发现

[美] 埃米里奥·赛格雷 著

*

上海科学技术文献出版社出版
(上海市武康路2号)

新华书店上海发行所发行
上海商务印刷厂印刷

*

开本 850×1168 1/32 印张 11.25 字数 307,000

1984年8月第1版 1984年8月第1次印刷

印数: 1—7,300

书号: 13192·61 定价: 1.38 元

《科技新书目》76-211

译 者 的 话

本书系当代著名物理学家、诺贝尔奖获得者、反物质的主要发现人之一——埃米里奥·赛格雷所著。

书中，作者深入浅出地记述了自上一世纪末以来在自然科学上的一系列重大发现和主要的科学活动，并结合事件的发展，给读者介绍了现代物理学（理论与实验）各个领域的创建人或奠基者，诸如卢瑟福、居里夫妇、普朗克、爱因斯坦、玻尔、德布罗意、薛定谔、海森堡、狄拉克、费米、泡利、劳伦斯等一大批杰出人物，在科学上的成就以及他们成功的道路和方法；其中也述及我们中华民族的优秀科学家——李政道、杨振宁、吴健雄、丁肇中等在物理学上所作出的杰出贡献。作者栩栩如生的描述，在我们面前展现出一幅跨时近一个世纪的第一流物理学家们的科学活动、人物性格以及当时的社会背景和风土人情的画面。书中还附有大量珍贵而值得纪念的照片及图表。

作者自述，书中内容为他自 1927 年开始科学生涯以来对那些事件的印象。有些重大活动作者是亲自参与的，他也熟识书中提及的许多科学家，所以本书叙述真切、概念清晰、说理透彻，引人入胜。作者对很多问题的阐述无疑将会给读者以良好的启迪。本书不失为一本关于现代物理学之发生和发展的优秀读物。

鉴于本书具有上述特点，且内容翔实、史料丰富，因而阅读对象极为广泛，包括理工科大学师生、中学理化教师、哲学和科学史工作者，以及对自然科学或科学人物感兴趣的读者。

在本书即将付印出版之际，作者还特意从美国寄来了他为中译本写的前言。我们能有机会将这样一位著名科学家的著作介绍给中国读者感到幸运。但是，由于译者的专业和外语水平有限，译本中错误之处一定很多，敬请广大读者不吝指正。

1984.3

序 言

本书是以我在伯克利加利福尼亚大学、芝加哥大学和罗马的林契国家科学院的讲课内容为基础编写成的。许多听众对我提出了这样的要求：希望我将这些讲稿付印，把它们汇集整理出版。这使我感到很高兴。

讲课原来是针对那些对物理学家及与他们相关的事件有极大兴趣的人们的。当时，我尝试着以对一位在另一个领域里工作的知心朋友交谈那样的方式来讲述这些内容。换句话说，我力图做到不仅要讲主要的发现说清楚，而且也要使人们知道取得这些成就的方法，所走过的道路，以及有关的第一流物理学家本身的事情，他们探索到正确道路之前遭到的挫折，犯过的错误。事件的接续演替和关于他们自身的一些事常常是充满着戏剧性的。

经验也已向我表明：许多年轻的物理学家不光满足于与某项发现联结在一起的重要科学家的名字，还希望知道更多关于他们本身的情况。我希望这本书至少能部分地满足这种正当的好奇心。

我无论如何不妄求这本书成为一部近代物理学史，甚至也不要求它成为一本小小的物理学教科书。说得更恰当一点，它记叙的只是我于1927年开始的科学生涯中对这些事件的印象。自然，我不能使它们没有连贯性，正因为如此，我得从较早的时候讲起。因此，人物的选择和论及的课题是主观的、局限的、带有我个人经验的色彩。

我感激已故的劳拉·费米 (Laura Fermi) 夫人，J. 海尔布伦 (J. Heilbron) 教授以及几位我同时代的人和同事们所提出的批评和建议。我感谢 F. 拉赛蒂 (F. Rasetti) 教授，索尔维协会 (l'Institut Solvay)，欧洲原子核研究委员会 (CERN)，加里福尼

亚理工学院(California Institute of Technology), 劳伦斯伯克利实验室(Lawrence Berkeley Laboratory), 和其他一些人, 感谢他们为本书提供照片和插图。

埃米利奥·赛格雷(Emilio Segrè)

一九八〇年一月

目 录

第一章 引言.....	夏孝勇译	(1)
1895 年的物理学界		(2)
新的眼界		(13)
皮特尔·塞曼.....		(15)
约瑟夫·约翰·汤姆逊		(17)
威尔姆·康拉德·伦琴		(22)
第二章 H. 贝克勒耳, 居里夫妇和放射性的发现		
.....	夏孝勇译	(29)
贝克勒耳的“命中注定的”发现.....		(29)
居里夫妇和一次大飞跃		(33)
第三章 卢瑟福探索新领域: 元素的蜕变.....	夏孝勇译	(51)
卢瑟福的早期经历		(52)
研究放射性		(55)
弟子们和蜕变的发现		(60)
第四章 普朗克, 客观因素促成的变革者: 量子化的概念		
.....	夏孝勇译	(67)
物理学的理论支柱		(67)
一个被围攻的问题: 黑体.....		(73)
马克斯·普朗克.....		(76)
第五章 爱因斯坦——新的看法: 空间、时间、相对论和量子		
.....	杨庆华译	(85)
一名出类拔萃的青年		(85)
相对论		(90)
分子碰撞和光的本质		(95)
从专利局到誉满全球		(97)

世界秩序崩溃, 空间被弯曲.....	(100)
爱因斯坦的后半生和他的隐居	(106)
第六章 欧内斯特爵士和纳尔逊的卢瑟福勋爵	
..... 杨庆华译	(112)
返回英国	(112)
关于 α 粒子的新见解	(114)
原子核	(115)
行星原子	(118)
相同而又不同: 同位素概念.....	(119)
核蜕变	(121)
卡文迪许实验室主任	(123)
第七章 玻尔和原子模型	杨庆华译 (131)
年轻的玻尔和氢原子	(131)
X 射线趋于热门	(145)
量子化原子的确立	(151)
魏玛物理学和哥本哈根物理学, 不相容原理.....	(156)
第八章 量子力学的完成	庄重九译 (165)
路易斯·德布罗意: 物质波	(165)
沃纳·海森堡和沃尔夫冈·泡利: 魔矩阵.....	(170)
保罗·艾德里安·莫里斯·狄拉克: 抽象和数学之美 ...	(175)
欧文·薛定谔.....	(177)
薛定谔方程的意义	(183)
真实性的新看法: 互补性.....	(185)
奥秘被阐明, 怀疑依然存在.....	(190)
第九章 创奇迹的 1932 年: 中子、正电子、氘以及其他发现	
..... 庄重九译	(194)
中子的发现	(197)
氘的发现	(206)
正电子	(208)
新兴的原子核物理学	(214)

第十章 费米和原子能	庄重九译	(221)
在罗马时的一些发现		(224)
原子核裂变的发现		(228)
向原子弹迈出的步子		(231)
超铀元素		(233)
动员起来的物理学		(234)
原子弹的后果		(242)
费米的后期工作		(245)
第十一章 E. O. 劳伦斯和粒子加速器	梁益庆译	(247)
大规模物理学		(247)
第一批加速器		(249)
劳伦斯和回旋加速器		(251)
政策和个性		(257)
不断达到更高能量的竞赛		(260)
第十二章 比原子核更深的层次	梁益庆译	(267)
基本粒子		(268)
日本的新兴科学		(269)
π 介子的发现		(275)
一群新的粒子		(281)
反核子		(285)
宇称的瓦解		(286)
气泡室		(292)
杂乱无章中的规律		(295)
第十三章 老树发新枝	梁益庆译	(301)
量子电动力学		(301)
激光和微波激射器		(306)
原子核物理学		(307)
穆斯堡尔效应		(311)
超导性		(312)
其它宏观量子效应		(314)

物理学的边缘:天体物理学、生物学	(315)
困惑的科学家	(319)
第十四章 结束语	梁益庆译 (323)
发展趋势	(324)
物理学的内部结构	(329)
附录	庄重九译 (333)
1. 斯特芬定律和维恩定律.....	(333)
2. 普朗克对黑体辐射公式的探索.....	(334)
3. 爱因斯坦关于假设光量子存在的启发性论证.....	(335)
4. 布朗运动.....	(336)
5. 爱因斯坦关于黑体能量涨落的理论.....	(337)
6. 爱因斯坦的固体比热说.....	(339)
7. 爱因斯坦的 A 和 B	(339)
8. 汤姆逊寻求离子的 e/m 比的抛物线法	(340)
9. 玻尔的氢原子.....	(341)
10. 量子力学简述	(343)

第一章 引言

“数学”和“物理学”这两个词常常使人想起那些难懂的然而却受到一些怪人们欢迎的概念。在我上学的时候，老师们把科学称为“枯燥”的学科，许多学生也有这样的看法。印出来的数学公式的模样就是不可理解和莫名奇妙的，甚至犹如魔术。即使现在，科学仍经常受到指控，被称为邪恶的不合法活动，而忘却了她已给我们带来的好处。

尽管有这些消极的观点，但科学研究仍然象艺术创作那样具有魅力，带有戏剧性，富于人情味。不过，在科学教学中常常忽视了历史和传记，而这些在文学艺术领域中却往往占有突出地位。这大概是因为科学有累积特征的缘故吧！如果没有牛顿，另外一个人也会发明微积分，发现引力作用。但是，没有莎士比亚就不会有“哈姆雷特”。因此，研究莎士比亚的生平比研究牛顿的生平被认为更有理由一些。

不过，我相信：物理学同样有一个丰富的组成部分，是关于人的。它正是我在这里要叙述的主要部分。我将只谈论物理学，因为我对这个领域有直接的了解。鉴于我熟悉物理学，这或许能够使我讲述一些在科学工作中所需要的灵感，创造性的成就和戏剧性事件。

这些历史侧面，应该不仅仅使物理学家感兴趣。人们经常说，或许也是正确的：十九世纪与廿世纪对科学来说，是一个与历史上艺术的文艺复兴时代同样光辉灿烂而独特的时代。有幸和最近二个世纪的米开朗琪罗* (Michelangelo, 1475~1564) 们或莎士比亚们同时代的人能够回想起的当时的情况，比我们单从书本上了解到的要直接得多，感人得多。虽然这个复兴时代的主要代表者之

* 意大利雕刻家、画家、建筑家兼诗人——译注。

一玛丽·居里(Marie Curie)说过：“在科学上，我们应使自己只与事物打交道而不牵涉到人。”但是，我认为这种见解太难接受了。

在这本书里，我将尝试着刻划出一些本世纪的主要物理学家，指出他们的某些成就，力图作到使外行能够理解。尽管会有一些差距，由于有良好的愿望，这还是可能办到的。我将避免把本书写得象只给专业人员看的那样专。有时，如果读者感到太困难的话，可以跳过几页也不会失去事件的连贯性。

不过，读者还是需要一些物理知识的。虽然我们大家都能看米开朗琪罗的“大卫”，都能阅读“哈姆雷特”(尽管由于我们各自的基础不一样而在欣赏时有极大的差别)，但是，如果没有一些预备知识是不可能理解光量子的两重性或薛定谔方程的。数学公式可使叙述简化。如伽利略指出的那样，数学是物理学的天然语言，虽然伏打和法拉第写下了不朽的物理学著作而没有用正式的数学语言，但他们却以数学的方式思考问题，而由于他们不知道标准数学而使他们更不易为人理解。

我们一定要记住：许多科学成就的取得是由于许许多多工人的贡献，他们准备了科学工作的舞台，做了必要而艰苦的基础工作。就个人而言，他们常常不为人知，被人们遗忘，但是作为一个整体来说，他们是不可缺少的。再有，科学事件是相关的，在时间和空间上或许重迭。如果过分地追求详情细节，这个错综复杂的一一对应的关系会使问题复杂和混淆不清。因此，我是按事件发展的趋势来叙述的，有时也就不考虑严格的年代次序了。

1895 年的物理学界

在1895年左右的两三年间，物理学经历了一个决定性的转折，所以很自然地就从这时开始我们的叙述。当时的几个实验发现揭开了原子世界微观研究的序幕。化学家们知道原子至少有一百年之久了；通过气体分子运动论，物理学家们也已经在很好地运用原子概念，但是，对于原子的组成及其结构仍是一无所知。

在原子结构知识开始展现的西方世界,英国、法国和德国是科学上三个处于领先地位的国家。三个国家有着不同的政治局面和社会形势。英国在维多利亚女王统治下达到了全盛时期。这位于1876年成为印度女皇的英国女王,从1837年开始执政。1887年她的五十周年执政庆典变成了一次国民对她的忠诚和为她的帝国而自豪的示威。新近又得到了二百五十万平方英里的领土,大不列颠名声显赫、独一无二地“统治着海洋”。

法国仍然处于由于1870年至1871年普法战争失败而引起的痛苦之中,那次战争的失败对法国和所有法兰西人的自我形象一直是一个巨大的打击。法国人的沮丧情绪可以从巴斯特和其他法国科学家对这场灾难的反应看出。由于痛苦和根深蒂固的爱国主义受到创伤,他们将法国的失败与过去五十年对科学的忽视联系起来,他们自豪地回忆起在大革命和拿破仑战争时期的国防中科学所扮演的角色。巴斯特希望:通过科学,他或许能够加速法国的复兴。

处于军人统治下正在快速上升的德国,已开始踏上帝国的进程。持续了六十多年的文官与军事当局的长期斗争,不幸以军人获胜而宣告结束。俾斯麦(Bismarck)在1890年被解除职务。德国皇帝威廉第二(Wilhelm II)(1859~1941)作为一个统治者来说是年轻而没有经验的。他自以为非常聪明(事实并非如此),相信自己正在绝妙地统治着德国,正在将她带到一个光辉灿烂的时代。在第一次世界大战开始时,他说:“我领着你们走向光辉灿烂的时代。”对他的看法就写到这里。

1895年,世界上尚没有飞机,实际上也还没有电话,电也很少。坐轮船横穿海洋是可以了,但是,即使是在横渡大西洋的船只开始使用蒸汽后七十五年,轮船上有时还装有辅助帆。通讯的主要形式是邮政,不仅在相隔遥远的地方之间是这样,而且在同一座城里也是如此。例如,巴黎有一个相当快速的气动邮政系统:一个管道网,信件在里面由压缩空气驱动。用汽灯作路灯。

1895年还没有汽车。但两年后,欧内斯特·卢瑟福(Ernest

Rutherford)在伦敦水晶宫参观了展览会,写信给他的母亲说:“我最感兴趣的是汽车,有两辆正在前面的地上试开。”它们能以大约每小时12英里的速度行驶,但是“相当噪,发出格格之声。”然而,即使是在没有汽车的情况下,当拖拉出租马车或货车的马在失去控制狂奔时,交通事故依然发生;几年之后,在1906年,科学界就因为交通事故而失去了她的一位杰出代表*。街上虽然没有烟雾,但是,正如我们用汽油驱动的交通工具必然产生废气一样,那时的交通运输一个不可避免的结果是:街道上充满了粪便的臭气。城市比现在的小,但更美丽,不过往往环境卫生不好。

物理实验室在体制和设备方面与我们现在都大不相同。一般只有一位教授,往往在实验室有他的住处,只有为数不多的几名助手。今天,我们是按加速器的能量,要不然就多半用它的低温设备的冷却能力来评定一个研究所的设备的。虽然,到1895年时空气的液化已达到商品化阶段,但是加速器和近代低温设备仍然是遥远的事。

那时衡量实验室的一个方法是用它所拥有的电池功率为标准而作出结论。作实验需要用电,但是他们不能从馈电线引来电,原因很简单:干线很少。所以他们把电池放在地下室里。一个电池由许多原电池组成,它的数量越多,供电能力就越强。自从1800年伏打(A. Volta)的原始“电堆”发明以来,又新制成了几种电池。它们都是基于同一原理,只是电极的组成和电解液不同而已。许多科学实验室使用本生(Bunsen)电池,这种电池能达到较高的电压(1.95伏),产生强电流。但是,要维持这种电池的工作状态却是一件相当困难的事。电池里有硫酸和硝酸,这些酸腐蚀锌阳极,散发出强烈而令人讨厌的烟气。

在阿道夫·刚诺(Adolphe Ganot)的法文物理教科书里,有处理本生电池的详细说明。这本书出版于1863年。(我十一岁时,正是这本书的意大利文版本把我带进了物理学这一领域。)近来重读该书时,书里那生动的说明给我很深的印象,现将其摘译如

* 指皮埃尔·居里,参见第47页——译注。

下:

“水与硫酸的混合物必须事先准备好……首先把水倒入一个木桶，然后加入体积为十分之一的普通硫酸，使玻美(Baumé)酸度计显示的溶液酸度为10到11。如果没有玻美酸度计，则可以这样判断：当溶液微温时，放一滴在舌头上，如感到受不了，它的酸性就够了。电池必须放在……干燥的木桌上……然后用一个漏斗将硝酸倒入素烧瓷内心容器内，直到离顶部还有二厘米的地方……与碳精电极相配的被截去了顶部的圆锥形部件必须用砂纸仔细地擦干净以确保良好的连结……首先必须仔细观察的是锌板的汞齐化。当电池不处于使用状态时，若听到酸水的嘶嘶声，就需将锌板汞齐化……酸水可能会冒蒸汽甚至沸腾……为了将这些锌板汞齐化……将它们一个接一个地放在盛有酸水和两公斤水银的陶罐内，用铁刷把它们涂在板上……”

这个时期的重要仪器之一是鲁姆阔夫(H. D. Ruhmkorff)感应线圈，用来产生高电位差和长的放电火花(图1.1)。它有两个绕在圆柱形铁芯上的线圈，这两个线圈是互相绝缘的。电池在初

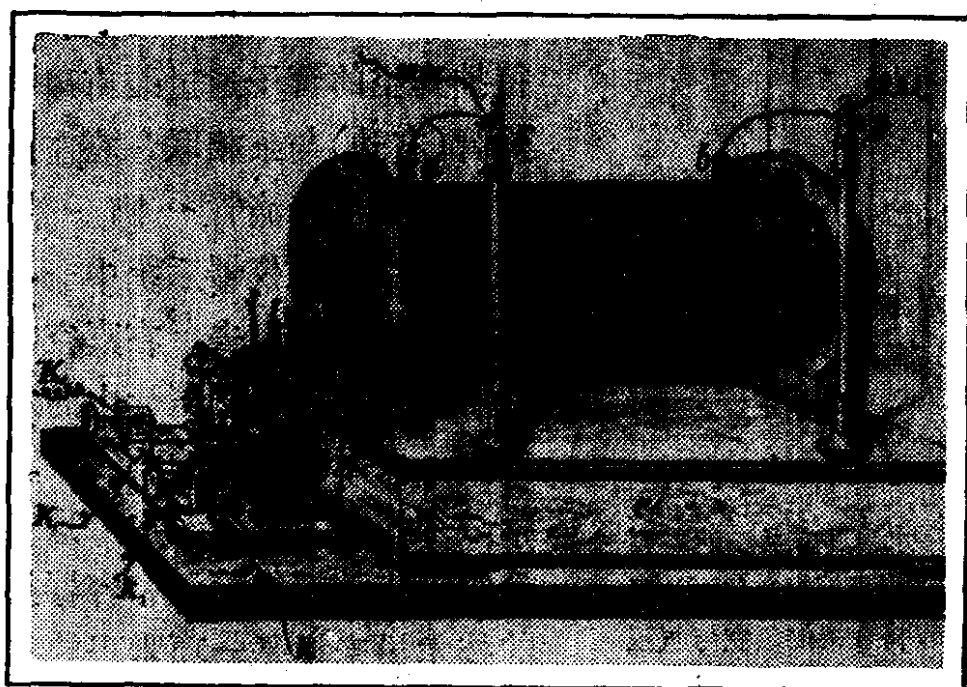


图1.1 鲁姆阔夫感应圈。它是一只变压器，当其初级电流突然中断时，在次级线圈中产生一高电压，从而在空气中放出电火花。该线圈可用来给放电管供电

级线圈中产生一电流，它不断地被一断路器切断。初级电流的变化在次级线圈中感应出一电流，在次级线圈的两端产生一电位差。初级线圈由几匝粗线绕成，次级线圈用数英里长的细线绕了很多匝。当时的一只大鲁姆阔夫感应圈现保存在伦敦皇家学会，次级线圈由有 280 英里长的细线绕成，可产生长达 42 英寸的火花。因此，放电火花的长度，象电池功率一样，也可作为衡量一个实验室级别的标准。

产生真空这一课题，在一百多年的物理学研究工作中占据了主要地位；在原子研究方面取得的所有成就都是与真空技术的进步分不开的。在 1898 年的实验室里，气体放电的实验需要真空(当时是用最原始的真空泵产生的)，这些实验导致了不久以后的 X 射线和电子的发现。

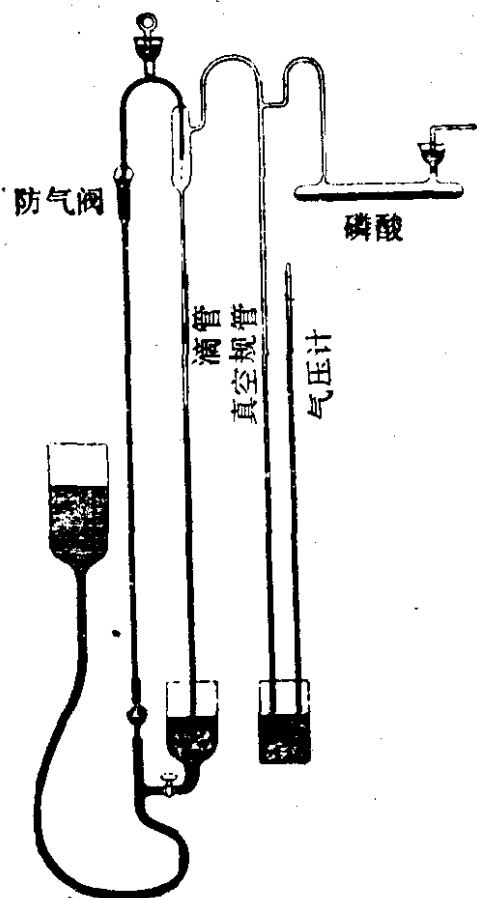


图 1.2 水银真空泵。真空泵通过在滴管里捕捉空气而抽真空。规管将获得的真空与气压计的真空进行比较

图 1.2 画出了威廉·克鲁克斯 (William Crookes) 爵士在他的真空管放电研究中使用的那只真空泵。待抽真空的管子通过装有磷酸的干燥管(右边)与泵相联。在左边容器里的水银沿着滴管一滴一滴地滴下，将空气从仪器系统中一个气泡一个气泡地赶出去。在真空规管中的水银面相对于气压计中的水银面之差，表示出达到的真空度。水银槽必须被举上放下多次，这对于一个负责将教授的管子和容器抽真空的技术员来说是一项紧张的工作任务。对所有这样的泵来说，完美的

真空的标准是气压计。用这类真空泵能得到的真空度比起当今我们称为一个象样的真空度来说，要差一百万倍。

为了较为详细地了解物理学家们在该世纪末做了些什么，让我们来看看当时的第一流杂志之一《物理学年鉴》吧！稍早的时候，这本杂志名为《物理学和化学年鉴》，那是因为物理和化学这两门学科仍然被看作一门科学，这同我们现在的专业化方向相反，这种专业化发展已使物理学的每一门分科里都创办了一种杂志。该《年鉴》所论及的课题是：气体的液化；比热的测量；电磁波，特别是用电磁波再现所有光学现象的种种尝试：反射和折射，衍射，偏振面的旋转等等。热力学有大约四十年的历史了，但还没有完全巩固它的地位。鲁姆阔夫感应圈和类似于图 1.5 和图 1.6 中所画的那种管子是用来研究气体放电的。虽然对气体分子运动论感兴趣的人不多，在这个领域里的某些重要人物也未受到普遍的重视，但它还是生气勃勃地发展着。那时正在耶鲁大学任教的乔赛亚·威拉德·吉布斯 (Josiah Willard Gibbs, 1839~1903) 没有受到大多数科学界人士的注意，只有麦克斯韦 (James Clerk Maxwell) 和其他少数几个人例外。路德维希·玻耳兹曼 (Ludwig Boltzmann, 1844~1908)，统计力学的奠基人之一，在维也纳就抱怨过在讲德语的国家中没有人注意他的工作。那个时期的杂志所论及的其他课题是：物理化学；离子的离解，溶液里离子概念的出现；以及热力学与化学平衡间的关系。而没有人认真地思考去建立一个原子模型。这不光是因为超出了当时的实际可能性，而且还由于那时对原子还没有足够的认识。

当然，化学家们业已知道关于原子的“假设”，但是，并不是所有的人都相信原子是真正存在的。回顾一下，因为化学家们写化学公式，熟悉阿伏伽德罗定律和法拉第电解定律，看来他们应该相信原子的存在。但情况绝不是这样。迟至 1905 年，怀疑主义仍然相当普遍，某些科学家直率地否定物质的粒子理论，其他人虽然认识到原子论在化学中的价值，但认为它远非真正的现实。这些怀疑论者既不狂妄也不是无能之辈。例如，稍早一些时候，牛津大学的化学温弗利特教授本杰明·柯林斯·布罗意 (Benjamin Collins Brodie, 1817~1880) 爵士写了很多文章和书籍以证明原子对化学