



公众科学系列

激动人心 的年代

——通向原子时代之路

[德] 阿尔明·赫尔曼 著
Armin Hermann

◎肖润喜 黄世新 译

◎杨建邺 校

他们不仅体验了
世界历史，

而且还亲自构造了历史

$$\Delta E = \Delta mc^2$$

The Route Into The Atomic Age

9
育出版社

53-039

The Route Into The Atomic Age

1905年，爱因斯坦发表狭义相对论，几个月后，又从他的著名公式 $E=mc^2$ 推出普遍的质能等值性：

1938年12月19日，奥托·哈恩在日记中记下了“令人鼓舞的实验”：原子被劈开了！

1945年8月6日，美国在日本广岛投下一颗原子弹，它的爆炸能量相当于2000个10吨的炸弹。世界为之震惊。

第一次世界大战的末期，爱因斯坦曾在祝贺普朗克60寿辰的信中把科学界描绘为一座“寂静的庙堂”。但在二战时期，这个比喻根本不再适用。物理学家不仅体验了世界历史，而且还亲自构造了历史。科学的进步如此深刻地影响人类的进程，远远超出了人们的想象……

The Route Into The Atomic Age

ISBN 7-5392-3563-2



9 787539 235639 >

ISBN 7-5392-3563-2/Z · 102

定价：22.00元

53-639
53-C39

53-639

53-C39

激动人心 8 的年代

——通向原子时代之路

[德] 阿尔明·赫尔曼 著

Armin Hermann

◎肖润喜 黄世新 译

◎杨建邺 校



10996411



The Route Into The Atomic Age

江西教育出版社

04

图书在版编目(CIP)数据

激动人心的年代:通向原子时代之路/(德)赫尔曼著;杨建邺,肖润喜,黄世新译。—南昌:江西教育出版社,2001.1

(三思文库·公众科学系列)

ISBN 7-5392-3563-2

I. 激… II. ①赫…②杨…③肖…④黄… III. 物理学史—德国 IV. 04-095.16

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 78169 号

书 名:激动人心的年代:通向原子时代之路

著 者:[德]阿尔明·赫尔曼 译 者:杨建邺等

责任编辑:黄明雨 特约编辑:崔家岭

责任印制:万闰宝

出版发行:江西教育出版社(南昌市老贡院 8 号/330003)

印 刷 者:南昌市红星印刷厂

开 本:787mm×1092mm 1/16

印 张:15 字 数:170 千字 图 片:141 幅

版 次:2001 年 2 月第 1 版 2001 年 2 月第 1 次印刷

标准书号:ISBN 7-5392-3563-2/Z·102

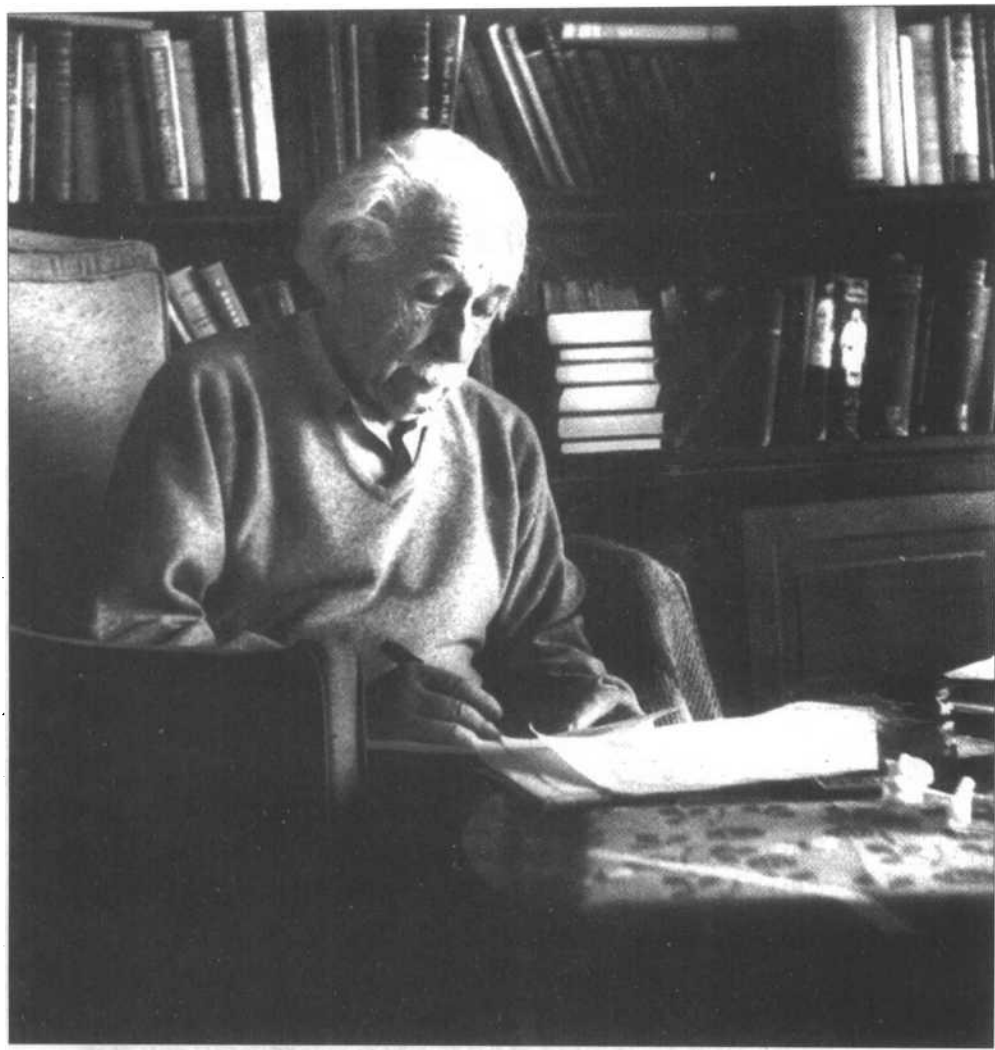
定 价:22.00 元

(本书如有印装质量问题,可向我社出版科调换)



△ 奥托·哈恩和丽丝·迈特纳 1913 年于柏林威廉皇帝化学研究所。





△ 爱因斯坦在普林斯顿他的书房里，时间大约为1950年。

◁ 马克斯·冯·劳厄(右)与沃尔夫冈·泡利于1956年在林道(Lindau)诺贝尔奖获得者会议上。十年以前，“物理学之王”爱因斯坦表示放弃“王位”，指定泡利为继任人。



序言

一百年以前：1879 年前后物理学的状况

7 1874 年，16 岁的普朗克通过了最后的预科考试后，他向慕尼黑大学物理系一位学生指导员询问物理学主干的发展前景时，这位指导员反对他进入物理系。其理由是物理学中最重要的东西都已发掘出来，余下的工作只是修修补补而已。持这种观点的大有人在，决不只是菲利浦·冯·约里(Philipp von Jolly)一人。如，柏林的物理学家、生理学家埃米尔·杜·玻依斯-雷蒙德(Emil Du Bois-Reymond)认为“能量守恒定律”是物理学发展的顶峰和最后的结论。

1879 年 6 月，普朗克在慕尼黑大学获得博士学位，同年，迈特纳(Lise Meitner)、哈恩(Otto Hahn)、爱因斯坦(Albert Einstein)、马克斯·冯·劳厄(Max von Laue)在这年诞生。当时物理学中的世界观与现在的观念比较起来，简直太简单、太肤浅。物质，被认为是集中于所谓的“质点”上，或在有限空间内的连续分布，并且它被当做是无机自然界的最基础的东西。物理学家的任务就是去发现它的运动规律。



两百年前，牛顿已经发现有重物体的运动规律。现在的问题是要发现带电物质的运动规律。韦伯(Wilhelm Weber)发现了一种可能性，使他可以追随牛顿引力定律的风格、形式，但被麦克斯韦的新电动力学远远抛在后面。当时具有极大权威的亥姆霍兹(Hermann von Helmholtz)，被称作“德国物理学帝国首相”，鼓励他的学生和同事们用实验来检验麦克斯韦的新理论。结果他的学生亨利·赫兹(Henry Hertz)首次完美地证实了这一理论。

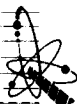
麦克斯韦电磁理论预言光是电磁波，如果真的是这样，那么在电磁实验中应可以产生这种波。赫兹当时用的实验装置现在被称为“共振电路”，他发现这种电路可以辐射出速度极快的电磁振荡。1886年11月13日，他成功地把初级线圈上的电磁振荡传送到1.5米远的“共振电路”中的次级线圈上。他制造出了第一台电波的发射和接收的装置。

麦克斯韦用数学从他的方程组推导出电磁波以光速传播，赫兹用实验证实了这不是幻想，而是真实的物理事实。赫兹很快证实他的波能发生反射、折射和干涉、偏振；总而言之，具有光的一切基本性质。这就澄清了光的“物理本质”，即：光是一种在以太中传播的电磁振荡。

赫兹认为他发现的波不可能有实用价值。但在不久以后的世纪交替之前，由于新兴电讯技术的发展，为无线电报和无线电的发展打下了基础，故19世纪又被同时代的人称为“电的时代”(age of electricity)。

麦克斯韦方程组被吸收到机械的世界观里以后，电磁现象被看做是“电磁以太”的伸缩和急速转动的涡旋状态。麦克斯韦把磁场想象为一连串的涡旋，每个涡旋绕以场线为轴线的旋转方向都是相同的。为了在整个系统中传递这种转动，相邻的两个涡旋间嵌入了一个较小的、旋转的“惰轮”(idle wheel)。

1891年，慕尼黑大学的玻耳兹曼(Ludwig Boltzmann)制作了一套机械模型来展示两个通电线圈的相互感应。“现在的问题似乎比麦克斯韦理论要复杂得多，”玻耳兹曼在慕尼黑大学的后继人索末菲(Arnold Sommerfeld)说，“我们需要的不仅是解释，而是要完成一个有用的操作，就像试验汽车不同的机械性能，使其与汽车设计相一致。”



对“电动力学”的机械论解释不能令人满意。到 19 世纪末，物理学家习惯地认为电荷，以及由此而产生的“电场”和“磁场”，是自然界中一种新的实体。至此，经典力学仅是物理学中的一个部分；电动力学作为一个同样有效思想体系，与经典力学是等价的。许多自然现象都包含极其奇妙的对称规律，让人们感到迷惑。因此，玻耳兹曼在讲麦克斯韦理论时，常引用《浮士德》（第 8 部）中的一段：

写出这些话的只能是上帝，
其中隐匿着多少秘密！
它向我展示了自然之力，
使我心中充溢着宁静的欢愉。

这种热情影响了学生，丽丝·迈特纳由此被吸引进理论物理世界。

爱因斯坦曾经说：“学生时代最吸引我的就是麦克斯韦理论。”但他没有停留在感知水平，而是看得更深、更远。他想的是电动力学规律和力学规律都起作用的物理过程：牛顿用粒子处理问题，麦克斯韦用场处理问题，因此麦克斯韦理论也称为场论。电力或磁力的作用区域我们称之为电场或磁场。与牛顿理论相反的是，能量在场内是连续分布的。麦克斯韦理论最重要的贡献是使人们认识到场——例如，当电流发生变化时产生磁场——不能瞬间形成，而是以一定的速度（小于或等于光速）形成的。

由于牛顿的力学理论是基于超距作用思想，而麦克斯韦的电动力学理论是以场或局域作用(local action)为基础，所以这两个理论是站在决然对立的立场上。世纪更迭时期，这个矛盾越来越明显。

“大家知道，”爱因斯坦在 1905 年《论动体的电动力学》一文的开头写道，“当麦克斯韦的电动力学用于运动物体时产生了并非现象本身固有的不对称性。”通过简单的“思想实验”，爱因斯坦说明，需要修正的不是麦克斯韦的电动力学，而是牛顿的经典力学。结果，在 1905 年他创立了狭义相对论(special theory of relativity)。

广义相对论(general theory of relativity)是第二次，也是最后一次对力学的修正。引力也被采纳了场论的形式，被提高到与麦克斯韦



电动力学相同的认识论水平。

爱因斯坦把牛顿的经典力学与麦克斯韦理论作比较后发现，前者需要修正，同时，他又认为麦克斯韦理论并不是衡量所有事物的标准。尽管麦克斯韦理论是他的理论的出发点和模型，但爱因斯坦并不认为它是神圣不可侵犯的。

1910年，普朗克仍停留在光的波动理论成就上，认为它是“物理学或广义地讲自然科学中最值得骄傲的胜利”，并想毫无条件地保留“真空中的麦克斯韦方程组”。爱因斯坦则不然，早在1905年的第一篇论量子理论的文章中他就提出，任何理论，包括麦克斯韦理论在内，只在一定范围内有效，不管某些现象的证明如何让人难忘，但每个理论都有其局限性。

爱因斯坦说，对于干涉现象，可能经常会用到麦克斯韦的波动理论；但“涉及到光的产生和转换的诸现象”，却必须考虑光的粒子结构。



△ 爱因斯坦1930年的美国之行：“到了纽约，比我最好的打算还要糟，成群的记者……加上一群摄影者，他们像一群饿狼向我扑来。”



△ 1930年在纽约，爱因斯坦被记者包围，他机智幽默的回答倍受记者们的青睐。



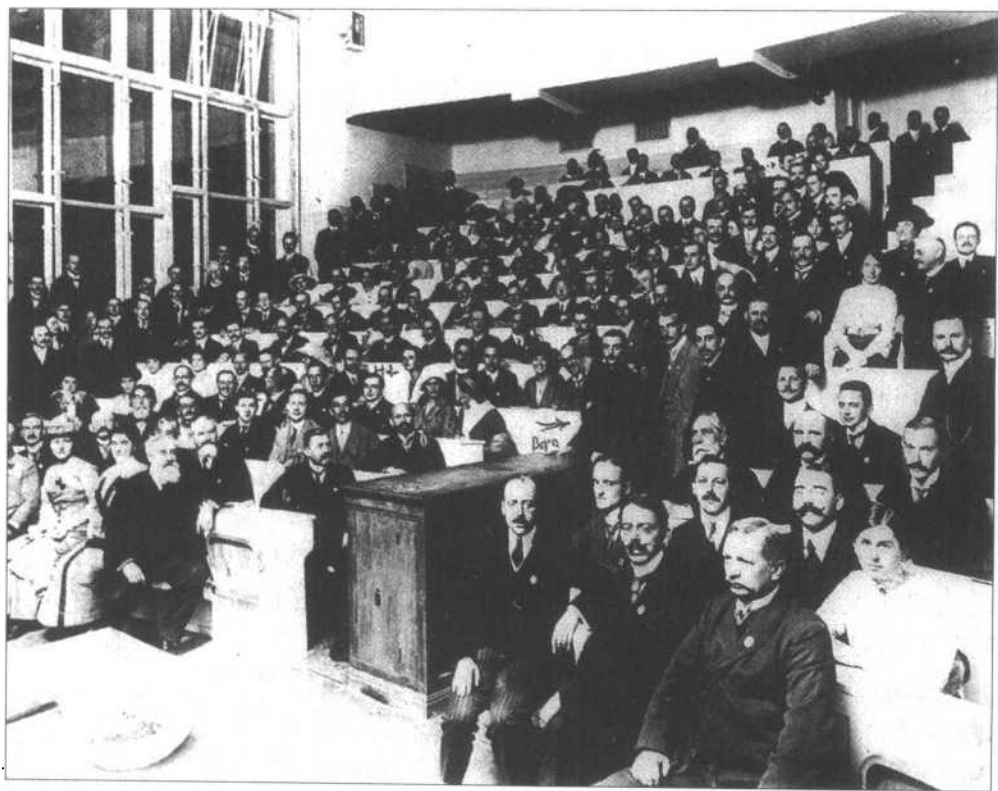
正如爱因斯坦1905年所讲,电子是“电动力学中的怪物”,因为一定的电量聚于如此小的空间,而且各电荷元之间的库仑斥力非常之强,它却还能保持稳定。这一事实至今仍然未能作出清楚的解释。

早在1909年爱因斯坦就得出结论:这两个不能由麦克斯韦理论解释的现象必定是相关的。与此同时,他想在寻找辐射的量子结构的同时,解释电子的存在;由此,他寻求现在称为电子和光量子的统一场论(unified theory)。解决这一问题的关键出现了一个惊人的事实:它与普朗克的作用量子常数 h 有关。1899年普朗克发现的这一自然常数具有作用的“量纲”,单位是“尔格-秒”。但 e^2/c ,电子电量的平方除以光速,也是一种物理的作用。这两个常数仅只有数值的不同。爱因斯坦认为,这必须予以解释。“从它们之间的关系来看,我认为……”他写道,“对含基本量子 e 的理论的修正,也可以看成是包含辐射的量子结构的结果。”

现在我们认识到,电荷的基本量子 e 与普朗克的基本作用量子 h ,是两个无关的自然常数。现在还需要一种关于基本粒子的新理论,从中可导出 e^2/hc 这一纯数。

爱因斯坦在1909年3月《物理杂志》的一篇论文中,想促使维恩(Wilhelm Wien)表明态度。当时,维恩正在为《数学百科全书》写一篇关于辐射的专题论文,其中他写着:“目前我还不赞同爱因斯坦的观点……即能量元的大小与电学中的基本量子的线度有关……能量元,如果真的有物理意义的话,也许仅从原子的普遍性质即可推导出来。”

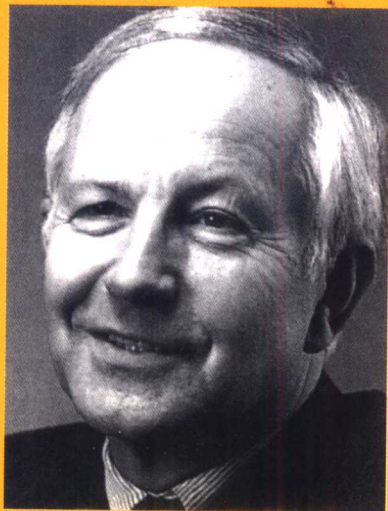
索末菲在1911年布鲁塞尔第一届索尔维会议上也持相反的态度:“ h 常数不能用分子的量纲来解释,相反,分子的存在倒是可以看做是基本作用量子的一个函数和结果。”两年后,玻尔实现了这一目标,他认识到:普朗克的作用量子 h 是理解原子的关键。根据玻尔的原子模型,每个原子都由一个“核”和电子“壳”构成。尽管已从原子实验中知道许多重要信息,特别是采用阴极射线和阳极射线后,人们才能对实验数据加以系统的整理。“1890年一定曾经是一个激动人心的年代,”韦斯科夫(Victor F. Weisskopf)总结这一时期时讲,“自那时起,为所有后来的重大发现都作好了准备,但人们对原子的物理本质还没有一个真正的想法……尽管如此,一场最伟大的智力革命正在孕育之中。”



△ 1909年在奥地利萨尔茨堡召开的德国自然科学家和医生会议，这次会议没有照片。这张照片是1913年维也纳会议的数学和物理小组。劳厄站在窗边，左前；哈恩坐在第五排，位于他的妻子爱迪丝和一位戴大草帽妇女之间；玻恩站在中间的通道上。

劳厄回忆说：“年轻时我就想干物理这一行，还想体验世界历史。”他成功了，他的发现正如爱因斯坦所讲，“是物理学发现中最优美的发现之一”。他的同龄人迈特纳、哈恩和爱因斯坦的发现也一样漂亮。物理学跳出了原有的范围，激动人心的实验以未曾预料的方式向外扩展，同时，科学也找到了新思想体系赖以建立的坚实的基石。

1918年4月，即第一次世界大战的最后岁月，爱因斯坦在祝贺普朗克60寿辰的信中把科学界描绘为一座“寂静的庙堂”。但在二战时期，这个比喻根本不再适用。物理学家不仅体验了世界历史，而且还亲自构造了历史。在人类第一颗原子弹爆炸后人类跨过原子时代的门槛时，奥本海默(Jacob Robert Oppenheimer)说：“物理学家从没被如此重用过，但同时，也从没有像现在这样无能为力。”



本书作者阿尔明·赫尔曼博士是德国著名的自然科学和技术史教授，现在在德国斯图加特大学自然科学和技术史研究所任教。他的著作除本书外，还有《量子论初期史》、《普朗克和海森伯传记》、《物理学史百科全书A-Z》、《从伽利略到海森伯》、《爱因斯坦传》和《沃尔夫冈·泡利书信集》等。

三思文库

总体策划/周榕芳
具体运作/三思工作室



目 录

iv / 序言：一百年以前：1879 年前后物理学的状况
1 / 第一章 1909 年萨尔茨堡会议：物理学革命
7 / 第二章 狭义相对论：时空变换
16 / 第三章 爱因斯坦的量子观：自然发生跳跃
25 / 第四章 劳厄图：X 射线干涉的发现
33 / 第五章 柏林——科学之都：德国物理学的黄金时代
39 / 第六章 哈恩和迈特纳：德国放射性研究的奠基人
50 / 第七章 威廉皇帝学会的成立：“大科学”的开始
56 / 第八章 广义相对论：宇宙的和谐
75 / 第九章 20 年代：量子论的完善
93 / 第十章 黑暗时期：科学中心的转移
104 / 第十一章 大规模的移民运动：第三帝国时期的物理学与政治
121 / 第十二章 通向原子时代之门：物理学进入了世界历史
146 / 第十三章 重建：普朗克学会的成立
154 / 第十四章 爱因斯坦和德国：战胜过去
165 / 第十五章 核能的政治问题：人类的希望和受到的威胁
177 / 附录 1：大事年表
216 / 附录 2：人名索引
224 / 译后记



第一章

1909年萨尔茨堡会议：物理学革命

1909年9月中旬，大约1300人（科学家和他们的家眷）集聚萨尔茨堡，参加每年一度的德国自然科学家和医生协会年会。该协会成立于1822年，每年在不同的城市举行年会，如今成了富有成果的传统会议。像协会从开始活动就出现过的顾虑一样，在这次会议召集之前年轻的物理学家觉得召集医生和生物学家很棘手。倘若最著名的病理学家阿索夫（Ludwig Aschoff）博士要作关于胆结石、阑尾炎的报告，该怎么办？

物理学界的老前辈们如普朗克、维恩以及索末菲告诉年轻的同事们说，全德自然科学家和医生联合会议不仅具有90年珍贵的传统，而且这一会议本身也表明人们已经认识到自然科学的发展，会给人类创造一个更美好、更健康 and 更愉快的生活。每年一度来自讲德语的国家和奥匈帝国的科学家们的聚会，表明他们有共同的信念：德国人有足够的资格推动人类的进步。

萨尔茨堡的气氛给与会者以愉快的感受。这可以从出席人的演