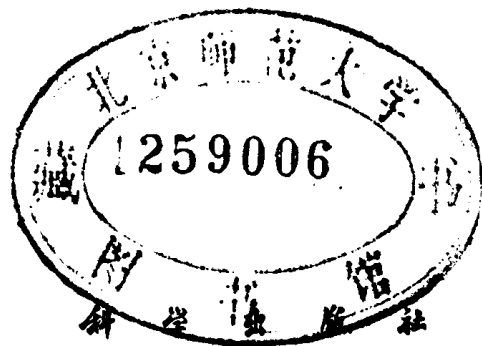


诺贝尔奖获得者演讲集

物理学(第二卷)

宋玉升 郑锡璠 译
惠和兴 赵同水

501/163/06



1984

内 容 简 介

本卷包括1922至1941年诺贝尔物理学奖获得者在授奖会上的演讲。每一年除获奖者本人的演讲外，还有瑞典皇家科学院诺贝尔物理学奖委员会的代表在授奖会上的致词(主要介绍获奖工作的意义)，以及获奖者的传略。

本书可供物理学研究工作者、物理学史工作者和大、中学物理教师参阅。

NOBEL LECTURES

Physics, Vol. II

Elsevier, 1965

诺贝尔奖获得者演讲集

物理学(第二卷)

宋玉升 郑锡珪 惠和兴 赵同水 译

责任编辑 吴伯泽

科学出版社出版

北京朝阳门内大街137号

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

1984年10月第一版 开本：850×1168 1/32

1984年10月第一次印刷 印张：12 3/8

印数：0001—8,950 字数：319,000

统一书号：13031·2670

本社书号：3674·13—3

定价：~~2.50~~元

3.50

目 录

1922 年光荣榜: N. 玻尔	1
阿雷纽斯致词	2
N. 玻尔演讲: 原子结构	6
玻尔传略	37
1923 年光荣榜: R. A. 密立根	41
高斯特兰致词	42
从实验观点看电子和光量子 R. A. 密立根	45
密立根传略	57
1924 年光荣榜: K. M. G. 塞格巴恩	61
高斯特兰致词	62
M. 塞格巴恩演讲: X 射线谱和原子结构	69
塞格巴恩传略	77
1925 年光荣榜: J. 夫兰克和 G. 赫兹	81
奥西恩致词	82
J. 夫兰克演讲: 自由电子的动能通过碰撞转化为原子 的激发能	84
夫兰克传略	93
G. 赫兹演讲: 用玻尔原子理论分析电子碰撞实验的 结果	96
G. 赫兹传略	111
1926 年光荣榜: J. B. 佩兰	113
奥西恩致词	114
J. 佩兰演讲: 物质的不连续结构	116
佩兰传略	140
1927 年光荣榜: A. H. 康普顿和 C. T. R. 威尔孙	143

塞格巴恩致词	144
A. H. 康普顿演讲: X 射线是光学的一个分支	148
康普顿传略	164
C. T. R 威尔孙演讲: 观察离子和致电离粒子径迹的 云室方法	167
威尔孙传略	186
1928 年光荣榜: O. W. 理查孙	189
奥西恩致词	190
O. W. 理查孙演讲: 热离子现象及其遵循的规律	193
理查孙传略	204
1929 年光荣榜: L. 德布罗意	207
奥西恩致词	208
L. 德布罗意演讲: 电子的波动性	211
德布罗意传略	222
1930 年光荣榜: C. V. 喇曼	225
普雷叶致词	226
C. V. 喇曼演讲: 光的分子散射	230
喇曼传略	238
1931 年(该年未曾颁奖)	241
1932, 1933 年光荣榜: W. 海森伯, E. 薛定谔和 P. A. M. 狄拉克	243
普雷叶致词	244
W. 海森伯演讲: 量子力学的发展	250
海森伯传略	260
E. 薛定谔演讲: 波动力学的基本思想	263
薛定谔传略	274
P. A. M. 狄拉克演讲: 电子和正电子理论	276
狄拉克传略	281
1934 年(该年未曾颁奖)	283
1935 年光荣榜: J. 查德威克	285

普雷叶致词	286
J. 查德威克演讲: 中子及其性质	291
查德威克传略	300
1936 年光荣榜: V. F. 赫斯和 C. D. 安德森	303
普雷叶致词	304
V. F. 赫斯演讲: 物理学中尚未解决的问题——研究 宇宙射线的紧迫任务	310
赫斯传略	313
C. D. 安德森演讲: 正电子的产生及其性质	315
安德森传略	326
1937 年光荣榜: C. J. 戴维森和 G. P. 汤姆逊	327
普雷叶致词	328
C. 戴维森演讲: 电子波的发现	333
戴维森传略	340
G. 汤姆逊演讲: 电子波	342
汤姆逊传略	349
1938 年光荣榜: E. 费米	351
普雷叶致词	352
E. 费米演讲: 用中子轰击原子核产生人工放射性	357
费米传略	364
1939 年光荣榜: E. O. 劳伦斯	367
塞格巴恩对劳伦斯工作的介绍	368
E. O. 劳伦斯演讲: 回旋加速器的发展	371
劳伦斯传略	385
1940 年(该年未曾颁奖)	387
1941 年(该年未曾颁奖)	387

1922 年 物 理 学 奖

N. 玻 尔

(因研究原子结构及原子辐射获奖)

瑞典皇家科学院诺贝尔物理学奖委员会主席

阿雷纽斯教授致词

陛下、殿下、女士们、先生们：

自从基尔霍夫 (G. Kirchhoff) 和本生 (R. Bunsen) 提出光谱分析以来 (1860 年)，这个极为重要的研究方法已取得了丰硕成果。开始的时候是收集资料，人们研究了地球上物体的光谱和来自天体的光谱，成果是辉煌的。此后，研究转入了第二阶段，即试图找出光谱结构的规律性。开始时自然是想把发光气体的不同谱线与固体振荡的不同频率相比拟。在此情况下发光气体中的振荡体应当是气体中的原子和分子。但是，沿着这条线索进展不大，需要寻找其他办法，即通过计算来建立气体所能发出的各种振荡之间的联系。氢是最简单的气体。1885 年瑞士的巴耳末 (J. Balmer) 提出关于氢光谱线的简单关系式。此后，许多科学家在这方面进行了研究。例如凯泽 (H. Kayser)、朗格 (C. Runge)、里兹 (W. Ritz) 和德斯朗兹 (H. Deslandres)，特别是我们的同胞里德伯 (J. Rydberg)，他在其他化学元素的光谱中也发现了类似的规律，里德伯用与巴耳末公式相类似的公式成功地表述了这些元素的光振动。公式中有一个极为重要的常数，叫里德伯常数，这是一个基本普适常数。

假如我们知道了原子结构，那么对于建立氢原子的光振动概念将是一个良好的开端。卢瑟福 (E. Rutherford) 曾经深入地探索过原子的奥秘，建立了“原子模型”。按照他的观点，氢原子是由一个积极小的带有单位正电荷的核和一个带有负电并在核周围有运动轨道的电子组成的。核与电子之间存在着电相互作用，而且遵循两物体之间的万有引力规律。电子轨道应当是椭圆形或圆

形的，核处在椭圆的一个焦点上或在圆形轨道的中心。如果把核比作太阳，电子就是一颗行星。因此，按照麦克斯韦（J. Maxwell）的经典理论，电子的轨道运动将产生光辐射，因而引起能量损耗，于是电子的旋转周期要缩短，轨道就越来越小，电子最后将落到核上。这样，电子轨迹将是一条螺线。致使振动周期不断缩短的光辐射对应着一个连续光谱，这种光谱当然是发光固体或发光液体的特点，但决不是发光气体的。因此说，如果不是原子模型错了，那就是麦克斯韦的经典理论在这里不适用。如果是在十年以前，人们会毫不犹豫地两者之间作出抉择，无非是宣布原子模型有谬误。但是，在 1913 年，当玻尔（N. Bohr）着手研究这个问题的时候，柏林的大物理学家普朗克（M. Planck）提出了他的辐射定律。这个定律只有按照与以前的全部概念都矛盾的假设才能解释，就是说，热能是以“量子”的形式辐射，即以一个个“小份”的形式辐射，犹如物质是由许多小单元——原子——组成的那样。普朗克利用这个假设完全根据经验，成功地计算了假想的绝对黑体辐射的能量分布。后来（在 1905 年和 1907 年）爱因斯坦（A. Einstein）发展了量子理论，并推导出固体比热随温度下降而减小的定律和光电效应定律。爱因斯坦由于这些成就而荣获了诺贝尔奖金。

在此情况下，玻尔在进行选择时就不必犹豫了。他认为，麦克斯韦理论在这里是不太适用，并非卢瑟福的原子模型不正确。当电子围绕带正电的核在轨道上旋转时（假设电子轨道是圆形的），电子并不发光，只有当电子从一个轨道跳跃到另一轨道时才发光。这样辐射出的能量就是一个量子。按照普朗克的理论，能量子是光振动数与普朗克常数（用 h 表示）之乘积，用它来计算与轨道跃迁对应的振动数。巴耳末发现的氢光谱的规律要求不同轨道的半径正比于整数的平方（如 1, 4, 9, 等等）。关于这个问题，玻尔在其第一篇论文中根据已知量即氢原子量、普朗克常数和单位电荷，成功地计算出了里德伯常数，计算值与观测值只差百分之一。最近的测量又缩小了这个误差。

玻尔的工作立刻引起了科学界的极大注意。可以预见到，玻尔将在很大程度上解决他面临的问题。索末菲 (A. Sommerfeld) 指出，氢谱线的精细结构，即用高分辨率分光仪可观察到的分成数条极为靠近的谱线，可以根据玻尔的理论作如下解释：如果我们不考虑最里层的电子轨道，即所谓的“静轨道”，那么，电子运动的各稳定轨道不仅可能是圆的，也可能是椭圆的，其长轴等于相应圆轨道的直径。当电子从一椭圆轨道跃迁到另一轨道时，能量的变化及其相应的谱线波长不同于从一圆形轨道跃迁到另一轨道时的数值，因而有两条不同的谱线，它们靠得很近。但是，我们观察到的谱线数少于理论预言的数目。

这样一来，困难又出现了。但是，玻尔引进了对应原理，克服了这个困难。对应原理开辟了新的具有重大意义的前景。这个原理在一定程度上使新的理论与经典理论的关系更密切了。根据对应原理，某些跃迁是不可能的。这个原理对于确定比氢原子重的原子中电子的可能轨道是非常重要的。氦原子核的电荷是氢原子的两倍，在中性状态时它的周围有两个电子。氦是除氢以外最轻的原子。它有两种不同形态，一种叫仲氦，比较稳定；另一种叫正氦。最初曾认为它们是两种不同的物质。对应原理表明，在仲氦的静轨道上有两个电子沿着彼此成 60° 角的圆形轨道旋转，而正氦的两个电子的轨道是在同一平面上，一个是圆形的，另一个是椭圆形的。原子量大于氦的锂，在中性状态时有三个电子。按照对应原理，最里层的两个电子的轨道与仲氦完全一样，另一个电子的轨道是椭圆形的，而且比里层的轨道大得多。

最重要的是，玻尔用对应原理能够确定其它原子中的各电子轨道状态。原子的化学性质取决于最外层电子的轨道状态，原子的化学键也部分地取决于这些轨道状态。

我们对于这项伟大工作的未来发展寄予了最美好的期望。

玻尔教授，您成功地解决了光谱学家们提出的问题。在解决这些问题中，您用了完全不同于麦克斯韦经典理论基础的概念。您的伟大成就表明您找到了通向真理的正确道路。您建立的原理

取得了辉煌成就，未来的研究工作也将取得丰硕成果。我们衷心祝愿您在未来的岁月里，在您开辟的研究领域中为科学的发展作出更大贡献。

原子结构

N. 玻尔 (1922.12.11)

女士们，先生们：

由于我在原子结构方面所做的工作，今天瑞典皇家科学院授予我今年的诺贝尔物理学奖，我感到非常荣幸。因此，我有义务将这一工作的结果向大家作一叙述。我认为，回顾一下最近几年在这一物理学领域中所取得的进展是符合诺贝尔奖基金会的传统的。

原子的一般图象

我们不仅确信原子的存在，而且也相信我们已完全知道单个原子的结构。这个事实可以说明原子理论当前的状况。在这里我不可能全面地讲述这一成果的发展过程，而只想回顾一下上个世纪末电子的发现。这个发现直接证明了自从法拉第 (M. Faraday) 发现电解定律和白则里 (J. Berzelius) 提出电化学理论以来发展起来的关于原子的概念。电子的发现，在阿雷纽斯的电离理论中也取得了巨大胜利。电子的发现和对它的性质的阐明是许多科学家的研究成果，特别要提到的是勒纳 (P. E. A. Lenard) 和 J. J. 汤姆逊 (J. J. Thomson)。J. J. 汤姆逊以电子论为基础，对发展原子结构的观念作了天才的努力，对我们的研究课题有着非常重要的贡献。然而，一直到发现原子核之后，我们对原子结构的认识才达到了目前的状况。原子核的发现要归功于卢瑟福，他对上个世纪末发现的放射性物质进行的研究，极大地丰富了物理学和化学的内容。

按照我们现在的概念，元素的原子是由一个带正电的原子核和一些电子构成的。原子核集中了原子的绝大部分质量，所有的

电子都具有相同的负电荷和质量,它们在核的周围运动,离原子核的距离比原子核或电子本身的线度大得多。我们可以立刻想到,这个图象非常类似于一个行星系,如我们的太阳系。支配着太阳系运动的规律之所以简单,是与运动物体比它的轨道小得多这一点密切相关的。与此相似,原子结构中的这种关系使我们可以根据元素的特性来解释自然现象的基本性质。大家很清楚,这些特性可以分成明显不同的两类:

第一,物质的普通的物理特性和化学特性。例如物质的聚集状态,颜色,化学反应等。这些特性取决于电子系统的运动和在各种外部作用影响下电子运动改变的方式。由于原子核的质量比电子大,而核本身又比电子轨道小得多,所以电子的运动与核的质量无太大关系,只是近似地决定于核的总电荷。具体地说,核的内部结构、电荷和质量在核内各粒子之间的分布方式,对于核周围电子的运动几乎没有影响。第二,原子核的结构决定着物质的第二类特性:物质的放射性。我们发现,在放射过程中核发生了分裂,从而有正、负粒子(即所谓的 α 和 β 粒子)以高速放射出来。

我们的原子结构概念直接说明了,这两类特性之间不存在任何依赖关系。下面的事实可清楚地说明这一点。存在着这样一类物质,尽管它们的原子量不同,放射性完全不同,但它们普通的物理和化学性质非常相似。索迪(F. Soddy)和其他科学家在研究放射性元素的化学性质时,首先证实了这类物质的存在,这类物质叫同位素。近几年来不仅在放射性物质中找到了同位素,而且在普通稳定元素中也能找到,这是毋需我多加说明的。大家都知道,阿斯顿(F. W. Aston)的研究表明,大多数原来被认为是简单的稳定元素,实际上都是由原子量不同的同位素混合而成的。

尽管卢瑟福用 α 粒子轰击原子核使之分裂的实验提供了研究原子核的方法,但对于原子核的内部结构,我们仍然了解得很少。这些实验确实可说是开辟了自然哲学的新纪元,因为它第一次实现了把一种元素变为另一种元素的人工转变。下面我们只讲元素的普通物理化学性质,以及根据上述概念对这些性质所作的解释。

众所周知,元素可以按普通的物理化学性质排列成“自然周期系”,它清楚地表示出不同元素间的特殊关系。当元素的排列顺序是按原子量的顺序时,它们的化学性质和物理性质表现出明显的周期性,这是门捷列夫和迈耶尔(L. Meyer)首先发现的规律。元素周期表的一种表示方法如图1所示。在这里元素不是按通常的方法排列,而是按J. J. 汤姆逊第一次排列的形式稍加修改后而成的。J. J. 汤姆逊在这方面对科学作出了重大贡献。周期表中的元素均以通用的化学符号表示,纵行叫作周期,各行中具有相同化学性质和物理性质的元素以线相连。画有方框的某些元素,其意思在后面再作说明。这些元素的性质与它前面各周期的周期性有明显的差别。

在原子结构理论的发展中,“自然周期系”的性质得到了极简

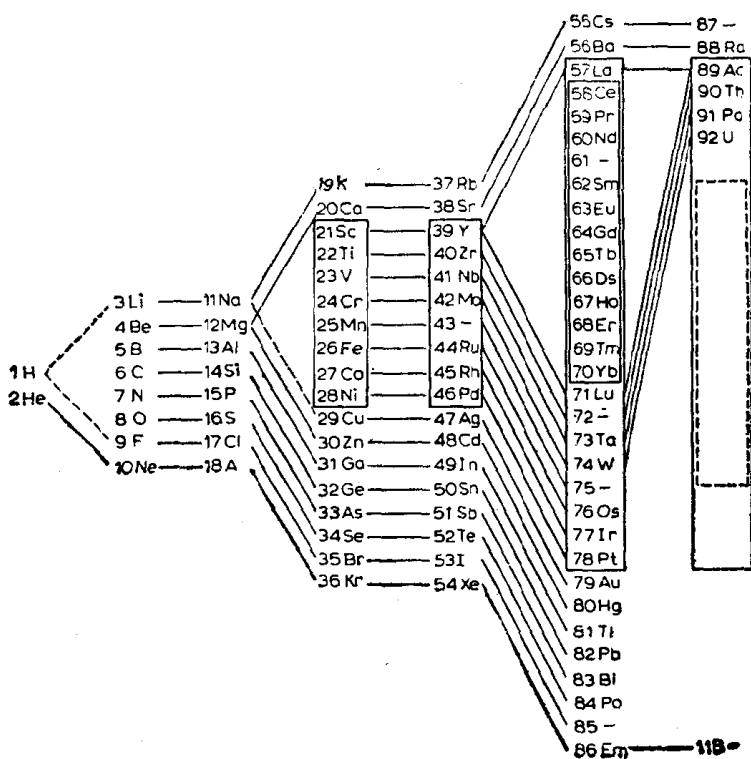


图 1

单的解释。我们可以假设，周期表中元素的序数，即所谓的原子序数，恰好等于中性原子中绕原子核运转的电子数。范登布洛克 (Van den Broek) 曾以一种不完整的形式第一次描述过这一规律。J. J. 汤姆逊在研究原子的电子数时，以及卢瑟福在测量原子核的电荷时，也都曾预言过这一规律。下面将要讲到，这个规律后来得到了各方面的有力支持，特别是莫塞莱 (H. Moseley) 对元素的 X 射线谱所作的著名研究。我还可以指出，原子序数和原子核电荷之间存在的简单关系如何解释了元素放出 α 或 β 粒子后化学性质变化所遵循的规律，这个规律在所谓的放射性位移律中得到了简明的阐述。

原子的稳定性和电动力学理论

每当我们想找出元素的性质与原子结构之间的密切关系，我们总是遇到很大的困难。虽然一个原子和一个行星系统很相似，但是它们之间却表现出本质的差别。

尽管在行星系统中物体的运动遵循着万有引力定律，但不完全是由该定律单独决定的，此外还与行星系统过去的历史有密切的关系。因此，一年的长度并不只是由太阳和地球的质量决定的，还取决于太阳系形成期间存在过的条件。我们对这些条件了解得很少。假如某一天有一个庞大的外来物体穿越我们的太阳系，那么可以预料到，从这一天起，一年的长度会同其他效应一道，变得与现在的量值不同。

原子的情况却完全不同。原子具有确定的和不变的性质，这就决定了原子状态不可能因外界的作用而产生持久的改变。一旦外界作用消失，组成原子的粒子就会用一种完全由它们自己的电荷和质量决定的方式安排它们的运动。关于这一点，最令人信服的证据就是光谱，即在一定情况下物质的辐射特性，现在能用很高的精确度来进行研究。大家知道，在许多情况下已能用高于百万分之一的精确度测量物质的谱线波长。在相同的外界条件下，测得的波长总是相同的（在容许的误差范围内），而且与该物质的

历史完全无关。正是由于这种情况，光谱分析才有重大意义。光谱分析对于化学家来说是寻找新元素的有力工具，它还表明，在最遥远的天体上也存在着与地球上的元素性质完全相同的元素。

根据我们的原子结构图象，假如我们只用一般的力学规律，就不可能阐明原子具有的稳定性，而这种稳定性却是解释元素性质所必需的。

即使我们考虑了麦克斯韦在上世纪前半叶根据奥斯忒(H. C. Oersted)和法拉第的伟大发现建立的著名的电动力学规律，情况亦无法改观。麦克斯韦理论不仅能阐明已经知道的电磁现象的全部细节，而且还预言了由赫兹发现的电磁波。电磁波现在已在无线电报中得到了广泛的应用。

当洛伦兹(H. A. Lorentz)和拉莫尔(J. Larmor)把麦克斯韦理论发展成为与电的原子论概念相一致的形式之后，看起来此理论似乎能够作为阐明元素性质的基础。我只需讲一个事实：当塞曼(P. Zeeman)发现辐射物质放入磁场时谱线发生了特殊变化之后不久，洛伦兹就对这一现象的主要特征作了一个自然而简单的解释。洛伦兹认为，我们观察到的谱线是电子在平衡位置附近作简谐振动而发出的，这与无线电报中由天线的电振荡发出电磁波完全相同。洛伦兹还指出，塞曼所观察到的谱线变化完全对应于在磁场作用下电子振动发生的变化。

但是，根据洛伦兹的理论不可能对元素的光谱作更多的解释，不能解释巴耳末、里德伯和里兹建立的、对于计算谱线波长极为精确的普遍形式的定律。即使我们知道了原子组成的细节，困难仍然存在。事实上，只要我们局限于经典电动力学理论，就不可能理解为什么出现锐线的光谱。甚至可以说，经典电动力学理论同具有前述结构的原子的假设是格格不入的，因为在经典理论中，电子的运动要求原子不断地辐射能量，直到电子落到核上为止。

量子理论的起源

引入所谓量子论的概念有可能克服电动力学理论的各种困

难。量子论完全不同于以前解释自然现象的概念。量子论是普朗克 1900 年在研究热辐射定律时创立的。热辐射定律与物质的个别性质无关,所以它能检验经典物理学定律对原子过程的适用性。

普朗克研究了若干系统之间的辐射平衡,所作的考虑与洛伦兹建立塞曼效应理论时的考虑相同,但是普朗克不仅能够说明经典物理学无法解释的热辐射现象,而且还表明,如果提出与经典理论有明显矛盾的假设,即振动电子的能量不能连续变化,系统的能量永远等于所谓的能量子的整数倍,那就可以与实验得到的规律完全一致。量子的大小与粒子的振动频率成正比,按照经典理论,这个频率是所发出辐射的频率。比例系数是一个新的普适常数,就像光速、电子的电荷和质量一样固定不变。这个常数后来被命名为普朗克常数。

普朗克的非凡成果起初在自然科学中是完全孤立的,数年后由于爱因斯坦对这一课题作出了重大贡献,才使它有了各种应用。首先爱因斯坦指出,可以通过晶体比热的研究来理解限制振动能量大小的条件,因为在这里我们遇到的问题是在晶体点阵中整个原子在平衡位置附近的振动,而不是单个电子的振动。爱因斯坦能够证明实验与普朗克理论一致。后来又有一些科学家的工作非常圆满地证明了这个一致性。此外,爱因斯坦还指出了普朗克理论的另一重要结果,即辐射能量只能以所谓“辐射量子”的形式由振动粒子发射或吸收,每个量子的大小等于普朗克常数与频率的乘积。

为了对这一结果作出解释,爱因斯坦系统地阐述了“光量子假说”。按照这个假说,与麦克斯韦的电磁理论相反,辐射能量不象电磁波那样传播,而是以实在的“光原子”辐射,其能量等于一个辐射量子的能量。爱因斯坦用这个概念建立了著名的光电效应理论。光电效应现象根本不能用经典理论来解释,要用完全不同的观点解释。近几年爱因斯坦理论的预言得到了精确的实验证明,或许可以说,普朗克常数是通过光电效应的测量而得到精确测定的。虽然光量子假说很有启发性,但它与所谓的干涉现象完全