

974881

K826.1

8326

3

世界著名 科学家传记

物理学家 III

钱临照 许良英 主编

科学出版社

3

世界著名科学家传记

物理学家

III

钱临照 许良英 主编

科学出版社

1994

(京)新登字 092 号

内 容 简 介

《世界著名科学家传记·物理学家》将分五集出版，收入世界最著名的物理学家的传记 100 余篇。这是第三集，收入布拉格、康普顿、法拉第、普朗克等近代物理学家的传记 23 篇。作者在进行深入研究的基础上，对这些科学家的生平、学术活动、主要贡献和代表作，予以全面、具体、准确的记述，并指明参考文献，即通过介绍科学家的学术生涯，向读者提供有关科学史的实用而可靠的资料。读者不但可以从中了解到这些第一流科学家最深刻的研究工作、杰出成就和对科学发展的重大影响，而且还可以看到他们的成长道路、成功经验和思想品格，从而受到深刻启迪。

世界著名科学家传记

物 理 学 家

III

钱临照 许良英 主编

责任编辑：陈菊华

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码：100717

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

*

1994 年 2 月第 一 次印刷 开本：850×1168 1/32

1994 年 2 月第一次印刷 印张：7 1/4

印数：1—2 500 字数：187 000

ISBN 7-03-003675-1/Z·208

定价：9.50 元

前 言

在中国科学院的领导下，科学出版社正在组织我国专家编纂一部大型的科学家传记辞典，计划收入古今中外重要科学家（包括数学家、物理学家、天文学家、化学家、生物学家、医学家、地理学家，以及技术科学家即发明家和工程师等）的传记约 8000 篇，字数估计为 2000 万。辞典将对所收科学家的生平、学术活动、主要贡献和代表作，予以全面、具体、简洁、准确的记述，并附文献目录，即通过介绍科学家的学术生涯，向读者提供有关科学史的实用而可靠的资料，特别是那些第一流科学家的最深入的研究工作和成功经验。其中将以足够的篇幅介绍我国古代和现代科学家的重大成就，以及他们为发展祖国的科学事业，不惧险阻、勇攀高峰的精神，以激励青年一代奋发图强，献身“四化”，这就是编纂这部《科学家传记大辞典》的基本目的。

大辞典总编委会由各科学领域的 60 余位著名学者组成，卢嘉锡同志担任主编，严东生、周光召、吴文俊、王绶琯、涂光炽、吴阶平、苏世生等同志担任副主编。1988 年 8 月，在北京召开了总编委会第一次会议，讨论了大辞典的编纂方针，制定了“编写条例”。各学科的编委会也已相继成立，在总编委会和各学科编委会的领导和组织下，编纂工作已全面展开。科学出版社设立了《科学家传记大辞典》编辑组，负责大辞典的编辑组织工作。

对于外国科学家，各学科编委会已分别确定第一批撰稿的最重要的科学家名单，共约 800 人，并已约请有关专家分头执笔撰稿。在大辞典出版之前，按不同学科，定稿每达 20—30 篇，就以《世界著名科学家传记》文集的形式及时发表。这些传记是在进行深入研究的基础上撰写的，又经过比较严格的审核，因而已具有较高的学术水平和参考价值。发表后广泛听取意见，以便将来收入

2A263/04

大辞典时进行必要的修改。

由于这部大辞典是我国编辑的，因而中国科学家辞条将占重要地位，将下大功夫认真撰写。关于中国古代（19世纪以前）科学家的传记，计划收入200余篇，已委托中国科学院自然科学史研究所的专家组织撰写；中国现代科学家的传记，计划收入500余篇，正在由各学科编委会组织撰写。

编纂这部《科学家传记大辞典》，是我国科学文化方面的一项具有重大意义的基本建设；国家新闻出版署已将其列入国家重点辞书规划。这项工作得到了我国学术界的广泛支持。已有许多学者、专家热情地参加工作。他们认为，我国学术界对于科学史研究的兴趣正在与日俱增，只要充分调动中国科学院、各高等院校、各学术团体的力量，认真进行组织，花费若干年的时间，是完全可以编好这部辞典的。他们还认为，组织编写这部辞典，对于科学史的学术研究也是一个极大的促进。在编写过程中，对于尚未掌握的材料，还不清楚的问题，必须进行深入的研究，以任务促科研，有了成果，自然容易写出好文章。

编纂这样一部大型的辞典，涉及面广，要求质量高，工作量很大。这里，我们热切地希望有更多的、热心这项事业的学者、专家参加工作，承担撰稿和审稿任务。

我们热烈欢迎广大读者对我们的工提出宝贵意见。

《科学家传记大辞典》编辑组

目 录

贝克勒尔家族·····	王克迪 (1)
玻耳兹曼·····	陈秉乾 胡望雨 (9)
玻色·····	刘 兵 (22)
W. H. 布拉格 ·····	王建安 (28)
W. L. 布拉格 ·····	王建安 (42)
克劳修斯·····	陈秉乾 胡望雨 (57)
康普顿·····	邓淑琴 陈熙谋 (68)
法拉第·····	周岳明 (82)
夫兰克·····	戈 革 (102)
夫琅禾费·····	邹延肃 (114)
伽伐尼·····	顾仁林 (119)
胡克·····	邹延肃 (123)
卡皮察·····	刘 兵 (134)
H. 伦敦·····	刘 兵 (144)
洛伦兹·····	唐子健 (150)
江崎玲於奈·····	刘新彦 王克迪 (165)
迈克耳孙·····	卢少湲 阳兆祥 (170)
奈耳·····	王震西 (177)
欧姆·····	尤广建 (183)
普朗克·····	戈 革 (193)
施温格·····	关 洪 (206)
伏打·····	李衡芝 (210)
韦伯·····	丁 文 唐行伦 (218)

贝克勒尔家族

王 克 迪

(中共中央党校)

贝克勒尔家族 (Becquerel Family) 贝克勒尔家族四代人以其杰出的科学活动著名于世，并世袭法国国立自然史博物馆物理学教授之职。其第三代 A.-H. 贝克勒尔因发现天然放射性，获 1903 年诺贝尔物理学奖，在科学史上占重要地位。

贝克勒尔，A.-C. (Becquerel, Antoine-César) 1788 年 3 月 7 日生于法国卢瓦雷省卢万河畔的沙蒂戎；1878 年 1 月 18 日卒于巴黎。电化学。

A.-C. 贝克勒尔出生于皇家沙蒂戎地方副官家庭。1806 年进入综合工科学学校，毕业后在工兵部队服役。1812 年擢升上尉，并参加对西班牙的战争，曾多次负伤。次年被任命为综合工科学学校督学。1814 年曾回到军队，1815 年拿破仑 (Napoleon Bonaparte) 失败后，完全献身于科学。1829 年当选法国科学院院士，1837 年获伦敦皇家学会科普利奖；1838 年法国自然史博物馆设立物理学教席，他为首任教授，后又任该馆馆长。1813 年，他与达尔吕 (Darluy, Aimée-Cécile) 结婚。

A.-C. 贝克勒尔最初研究矿物学，1819 年，在与其老师 A. 布朗涅尔 (Brongniart) 的合作中发现磷酸钙的一些前所未有的结晶形式。随后他转入对矿石的电学实验研究。他证明，R. J. 阿雨依 (Haüy) 所发现的冰晶石受压荷电现象普遍存在于多种晶体中，即所谓无中心对称性晶体的压电效应。由此他又转入热电

学研究,发现矿石的不连续电状态对应于不同的转变温度,这使得温度的电学测量成为可能。

A.-C. 贝克勒尔对伏打电池的兴趣很大。19 世纪初人们对电的产生机制尚明白了,也不知道能量守恒原理,但 A.-C. 贝克勒尔深信电的产生与热、光或化学力之间有密切关联。他以实验证明,电只能在不同种类物体之间发生化学反应,或其温度不同,或相互摩擦时才能产生,化学反应必定伴随着电的产生。1829 年,他利用 H. 戴维 (David) 的发现制作了由两种不同溶液隔以固体物质所组成的电池,它能以稳定的电压提供持续电流。

A.-C. 贝克勒尔用这种电池成功地合成了多种矿石,得到多种物质的结晶。其中硫化物晶体原先只存在于非晶态,据此他提出矿石的结晶形式必须以极为长时间的电流作用造成沉积来解释。他认为化学合成技术远远落后于解析技术,而他的电合成技术将使二者达成平衡,许多天然晶体也可以人工合成。正是这项工作使他获科普利奖。这一研究奠定了含银矿石和从海水中提取氯化钾的工业应用基础。

A.-C. 贝克勒尔撰有大量科学著作,计有 529 篇论文和 6 种教科书,其中最重要的是《电与磁的实验研究,及其相关自然现象报告》^[1]。他的主要合作者是他的次子 A.-E. 贝克勒尔,但也包括著名的 A. M. 安培 (Ampère)、J. B. 毕奥 (Biot) 等人。他曾与 M. 法拉第 (Faraday) 通信讨论抗磁性现象。他还发明了静电天平和差分检流计。他研究过磷光现象并在其著作中详加讨论,这后来成为贝克勒尔家族的传统研究领域,并导致他的孙子 A.-H. 贝克勒尔发现天然放射性。

贝克勒尔, A.-E. (Becquerel, Alexandre-Edmond) 1820 年 3 月 24 日生于巴黎; 1891 年 5 月 11 日卒于巴黎。实验物理学。

A.-E. 贝克勒尔是 A.-C. 贝克勒尔的次子。他 18 岁时同时

获准进入综合工科学学校和高等师范学校,但他均加以拒绝,决定到自然史博物馆给任物理学教授的父亲当助手。他先后在巴黎大学任助教,在凡尔赛农艺学院任教授。1852年他被任命为国立工艺美术博物馆物理学教授。他于1860—1863年间在巴黎化学学会教授化学,随后在自然史博物馆以博物学家助理身分供职,并于1878年父亲去世后接任该博物馆物理学教授和馆长职位。A.-E. 贝克勒尔于1840年获巴黎大学科学博士学位,1863年当选为法国科学院院士。

A.-E. 贝克勒尔的主要成就在电学、磁学和光学领域。他研究了电流的特性及其产生条件。1843年,他证明电流流过液体和固体时焦耳定律均成立。次年,他对法拉第电解定律作出了某些修正。1855年,他发现金属导体在溶液中的极小位移即足以产生电流。他还运用他父亲 A.-C. 贝克勒尔发明的静电天平测量了伏打电堆的电动力。他研究过溶液、金属和温度的变化,以及电极极化对伏打电堆性能的影响。

1845—1855年, A.-E. 贝克勒尔主要研究抗磁性。他固守安培对磁作用的电学解释,不愿接受法拉第关于抗磁性与普通磁现象是两类不同性质现象的观点。他援引阿基米德 (Archimedes) 定律解释抗磁性,认为磁性弱于其周围物体的物质,会受到磁体的排斥,如同液体中较重的物体会下沉,较轻的物体会上浮那样,而磁性强于其周围物体的物质,则会受到磁体的吸引。

A.-E. 贝克勒尔曾试图测定氧气的磁性。他在充有氧气的玻璃管中置入吸附性木炭,发现当玻璃管放到磁场中时,其获得的磁性远大于仅装有木炭的玻璃管。如果抗磁作用不是同样地也发生在真空和空气中的话,这一发现足以证明 A.-E. 贝克勒尔对抗磁性的解释。他还设想磁性 (以及电性) 归因于以太,但也未获成功。

A.-E. 贝克勒尔的光学研究源于其电学研究。1840年,他发现某些感光化学反应会产生电流,据此他设计了“曝光计”,通过测

定光化学反应所产生的电流强度来测定光强。其后，他又用这种仪器对极热物体作光学测温。

1843年，A.-E. 贝克勒尔证明光谱照片紫外位置上有夫琅和费线存在。在此之前，他还证明受光谱紫端照射而产生的化学反应，也能在受光谱红端的照射时产生反应。他还是拍摄太阳光谱照片的第一人。

A.-E. 贝克勒尔最重要的光学成就就是对其家族传统研究领域磷光现象的研究。19世纪中期，实际上是他一人垄断了这个领域中的所有重要发现。1839年，他发表了一篇讨论磷光辐射热效应的论文；1843年，他证实不同物质的磷光受激于不同频率的入射光，而一旦特定频率的光中止入射，磷光立即消失。1857—1859年间，A.-E. 贝克勒尔对磷光现象作出三项开创性研究：他用自己发明的磷光计鉴定了许多新的磷光物质；证明 G. G. 斯托克斯 (Stokes) 于1852年命名为荧光的现象实际上只是延续时间极短的磷光；在磷光计上加装棱镜，观察辉光物质的光谱，使对物质的分析不诉诸物理或化学改变成为可能。

A.-E. 贝克勒尔的主要科学著作是与他父亲 A.-C. 贝克勒尔合著的《电学与磁学的历史，及其在化学、自然科学和工艺上的应用》^[2]。

贝克勒尔，A.-H. (Becquerel, Antoine-Henry) 1852年12月15日生于巴黎；1908年8月25日卒于法国布列塔尼地区的列克洛西克。物理学。

A.-H. 贝克勒尔以发现天然放射性并因此荣获诺贝尔物理学奖而侧身世界最著名科学家行列，成为其家族中最负盛名者。1852年，他出生时，他的父亲已是物理学教授。他在路易十五大帝公学接受初等教育，随后进入综合工科学校 (1872—1874)，以后又转入桥梁和公路学校 (1874—1877)，毕业后在桥梁和公路局任工程师。早在大学就读期间，他就开始私人研究 (1875)，并任综合工科

学校的辅导教师(1876)。在进入桥梁和公路学校前不久,他与巴黎科学院院士和教授 J.-C. 雅明(Jamin)的女儿玛丽(Lucie-Zoé-Marie Jamin)结婚。1878年1月在他祖父(A.-C. 贝克勒尔)去世后不久,他的妻子也于同年去世,留下出生不久的儿子让(Jean)。他的父亲(A.-E. 贝克勒尔)接替了祖父的自然史博物馆物理学教授和馆长职位,而他本人则接替了他父亲在该馆的博物学家助理职位。1888年,他获巴黎科学院博士学位,1889年当选为法国科学院院士,同时晋升为桥梁和公路局一级工程师。1890年,他续娶第二个妻子(一位矿业督察的女儿),次年他的父亲去世。1892年,他接替他父亲在国立工艺美术博物馆和自然史博物馆的两个教授职位,同年,他还接替了因病去职的 A. 波蒂尔(Potier)在综合工科学校的物理教席,并于1895年正式继任这一教授职位。1894年,他又被任命为桥梁和公路局首席工程师。这样,到1896年 A.-H. 贝克勒尔46岁时,他虽然还没有做出重要的科学研究工作,却已占据了法国科学界若干最重要的位置。在以后的几年里,他主要从事天然放射性物质的研究工作,并于1903年获诺贝尔物理学奖。1906年,他当选为法国科学院副主席,1908年又当选为主席兼终生秘书,就职后不久于同年去世。

A.-H. 贝克勒尔的研究生涯始于光学。他先后考查过磁场中的极化光特性、红外激发荧光现象及光在晶体中的吸收和传播方向与极化面的关系。后一项研究使他获巴黎科学院博士学位。

1896年初, W. K. 伦琴(Röntgen)报道了X射线的发现。1月20日 A.-H. 贝克勒尔在科学院会议上获知这一发现,并通过 H. 彭加勒(Poincaré)了解到X射线产生于一束阴极射线所激发的荧光物质。他很自然地想到可见的荧光与不可见的X射线都产生于同一机制。

A.-H. 贝克勒尔选择的研究路线是检验荧光物质是否放出X射线。他运用家族传统中的荧光和荧光物质知识,以照相底片捕捉X射线。2月24日,他向科学院报告,荧光物质硫酸铀酰钾经

日光曝晒几个小时后可使密封以黑纸的底片感光。随后的几天巴黎连续阴雨，他暂停了实验，把样品与密封底片一同放入黑暗的抽屉中。几天后日出时，他按原计划重新实验，但审慎使他想到应把已在黑暗中放置数日的底片冲洗出来。3月2日他向科学院报告了惊人的结果：

“我在3月1日把底片显影，本指望看到的是非常微弱的影象，但恰好相反，一个极深的黑斑显现出来。”⁽⁴⁾

这一结果排除了X射线和荧光作用的可能性。然而由于原先样品曾经日光曝晒过，A.-H. 贝克勒尔的结论是日光的激发可以使铀盐产生永久性未知辐射，它具有与X射线相类似的特性。尽管这一解释是错误的，但这一天还是被确定为天然放射性的发现日。

在以后的几个月里，A.-H. 贝克勒尔对铀盐的辐射特性作了多种研究，发现它可以使气体电离，它的辐射强度不受物理、化学变化影响。他把辐射正确地归因于铀元素，但却仍坚持认为新的辐射是某种特殊形式的荧光。他的这一观点保持长达7年之久，直到1903年放射性衰变规律被揭示之后，他才转而盼望铀的辐射能永远保持下去，因为他已相信铀所辐射的能量是以某种方式贮存在铀元素内的。

由于未能获得进一步的发现，A.-H. 贝克勒尔于1896年5月放弃了这项研究，转向塞曼效应（Zeeman effect）和旋光现象的探讨。同时期，科学界的注意力集中在X射线的发现，对A.-H. 贝克勒尔的新发现未予足够重视。只有少数人注意到这一新进展，其中有德国的G. C. 施米特（Schmidt）和法国的居里夫妇（M. 和 P. Curie）。他们都着手检验其他已知元素是否也有射线放出。施米特先于居里夫妇两个月发现了钍的放射性，而居里夫妇则在独立发现钍放出射线后敏锐地意识到这是人类所认识到的一种新的物质属性，他们把它命名为放射性（radioactivity）。在不到一年时间里，居里夫妇通过检验放射性而发现了两种新元素钋和镭，并为此付出了巨大劳动。这一进展轰动整个世界，一大批杰出人物涌入放射性研究领域，其中有后来发现放射性衰变规

律的 E. 卢瑟福 (Rutherford) 和 F. 索迪 (Soddy)。

A.-H. 贝克勒尔的研究思路和方式明显地带有其家族传统：机敏、审慎、注重实验细节，但相对忽视了对现象的理论解释，不善于归纳出现象所遵从的规律。在 1898 年居里夫妇报道镭的发现后，A.-H. 贝克勒尔返回放射性研究领域，并做出两项开创性工作，为发现放射性衰变规律做出了直接贡献。

其一，A.-H. 贝克勒尔证认镭射线中含有 β 射线。1899 年 11 月，他报道镭射线在磁场中偏转，1900 年 3 月 26 日，他测定镭射线带负电荷，速度和荷质比均与 J. J. 汤姆孙 (Thomson) 在 1897 年所发现的电子相同。

其二，A.-H. 贝克勒尔最先发现了放射性衰变迹象。1900 年，W. 克鲁克斯 (Crookes) 从铀中分离出所谓的铀 X，并指出铀本身不具有“活性”，而表现出辐射特征的是铀 X。然而，A.-H. 贝克勒尔在一年后证明，铀 X 是铀所生成的，铀的放射性(实际上只是 β 射线部分)可以用化学手段“去除”，但它很快又会恢复活性，从中又能分离出铀 X。

尽管如此，对放射性射线和放射性衰变规律的研究应归功于卢瑟福和索迪，他们因此获 1908 年诺贝尔化学奖。A.-H. 贝克勒尔一直未能对他所发现的放射性给出正确的理论解释，直到去世前不久才有保留地接受了衰变解释。

1903 年，A.-H. 贝克勒尔和居里夫妇共享了诺贝尔物理学奖。A.-H. 贝克勒尔是发现天然放射性的先驱，居里夫妇则证实和拓展了他的发现并揭示出其重要意义。

A.-H. 贝克勒尔最重要的科学著作是《对物质的一种新特性的研究。物质的自发辐射活性或放射性》^[3]。

贝克勒尔，J. (Becquerel, Jean) 1878 年生于巴黎；
1953 年卒于巴黎。物理学。

J. 贝克勒尔是 A.-H. 贝克勒尔的儿子，于 1908 年继任父亲

在自然史博物馆的物理学教授职位。

贝克勒尔, P. (Becquerel, Paul) 1878 年生于巴黎;
1955 年卒于法国埃维安。生物学。

P. 贝克勒尔是 A.-E. 贝克勒尔的孙子, A.-H. 贝克勒尔的侄子。1903 年在巴黎科学院获科学硕士学位, 1907 年获博士学位。第一次世界大战后成为南锡科学院院士, 1927 年被任命为普瓦提埃大学普通植物学教授。

文 献

原始文献

- [1] A.-C. Becquerel. Traite experimental de l'électricité et du magnétisme, et du leur rapports avec les phénomènes naturels, 7 Vol., Paris, 1834--1840.
- [2] A.-C. Becquerel. A.-E. Becquerel, Résumé de l'histoire de l'électricité et du magnétisme, et des applications de ces sciences à la chimie, aux sciences naturelles et aux arts, Paris, 1858.
- [3] A.-H. Becquerel. Recherches sur une propriété nouvelle de la matière. Activité radiante spontanée ou radioactivité de la matière. Mémoires de l'Académie de sciences. Paris, 46(1903).

研究文献

- [4] A. Romer, The Discovery of Radioactivity and Transmutation, Dover Publications, INC., New York, 1964. 该书中包括 A.-H. 贝克勒尔发现放射性的几篇早期论文的英译本。
- [5] A. Romer, Antoine-Henri Becquerel, 见 Dictionary of Scientific Biography. Editor in Chief: Charles Coulston Gillispie. Charles Scribner's Sons, New York. Vol. I, pp. 555--562.
- [6] 王克迪, “天然放射性和放射性衰变规律的发现”, 自然辩证法通讯, 9(1987), 4, pp. 36--46.
- [7] E. Segrè From X-rays to quarks, modern physicists and Their discoveries. The United States of Americas, 1980(中译本: E. 赛格雷, 从X射线到夸克, 上海科学技术出版社, 1984, 第30--50页)。

玻耳兹曼

陈秉乾 胡望雨

(北京大学)

玻耳兹曼, L. (Boltzmann, Ludwig) 1844年2月20日生于奥地利维也纳; 1960年9月5日卒于意大利特里亚斯特附近的杜伊诺。物理学。

玻耳兹曼生在一个公务员的家庭, 自幼受到良好的家庭教育, 先后在林兹和维也纳学习, 成绩优异。1863年玻耳兹曼进入维也纳大学学习, 很受物理学家 J. 斯忒藩 (Stefan) 和 J. 洛喜密脱 (Loschmidt) 的赏识, 1867年获博士学位。毕业后, 他在维也纳的物理研究所任助理教授, 作斯忒藩的助手。该所规模不大, 学术空气浓厚, 其成员思想敏锐, 对他的影响深远。从1869年起, 玻耳兹曼历任格拉茨大学、维也纳大学、慕尼黑大学和莱比锡大学的教授, 并被伦敦、柏林、巴黎、彼得堡等科学院吸收为会员。1876年玻耳兹曼与亨利塔·冯·艾根特拉 (Henritte Von Aigentler) 结婚, 他们有4个孩子。

玻耳兹曼是一位受人尊敬的优秀教师, 他为人正直, 热情, 对学生严格要求而又不以权威自居。他在大学里主持讨论班讨论时, 常常引导学生讨论最新发表的工作, 把学生领向学科前沿。

玻耳兹曼在他40年的科学生涯中, 主要致力于气体分子运动论的研究。他把麦克斯韦分布推广为麦克斯韦-玻耳兹曼分布, 证明了能量均分定理, 他建立了玻耳兹曼积分微分方程, 导出了粘滞系数、扩散系数、热传导率的表达式, 他引入 H 函数证明 H 定理, 给出了熵和热力学几率的关系式(玻耳兹曼-普朗克公式), 提出了热

力学第二定律的统计诠释，他还提出过各态历经假说和系综的思想。玻耳兹曼和 R. 克劳修斯 (Clausius) 及 J. C. 麦克斯韦 (Maxwell) 是分子运动论和统计物理学的奠基者。玻耳兹曼的卓越贡献标志着分子运动论的成熟和完善。为了捍卫和维护分子运动论和原子论，玻耳兹曼做出了持久的坚持不懈的努力。玻耳兹曼涉足的领域十分广泛，包括物理学、化学、数学和哲学等许多方面，其中著名的有黑体辐射的斯忒藩-玻耳兹曼定律。玻耳兹曼在科学上是国际主义者，他反对固步自封、自我孤立，主张充分讨论、相互交流。

玻耳兹曼的主要学术成就简述如下。

气体分子的速度分布

气体分子速度分布的规律是气体分子运动论的核心问题之一，它是准确计算各种微观量平均值并进而对气体各种宏观热性质作微观解释的根据。1860 年麦克斯韦首先提出这个问题，认为气体分子的频率碰撞并未使它们的速度趋于一致，而是趋于某种分布。并指出，在平衡态气体分子的速度分布是稳定的，在无外力作用的条件下导出了速度分布函数的第一个定量公式，即著名的麦克斯韦速度分布律。麦克斯韦在推导中采用单个分子速度的三个分量统计无关的假设（后来麦克斯韦认为这个假设可能靠不住），但又并未涉及分子的碰撞，这也使人们感到奇怪。1866 年麦克斯韦提出了另一种推导，他假设两碰撞分子的速度统计无关，并利用碰撞过程中的能量守恒关系，再次得出了同样的结果。

玻耳兹曼从 1866 年起一直致力于麦克斯韦分布的一般性质研究，发表了一系列文章，其中较重要的是 1868 年题为“关于运动质点间动能平衡的研究”的论文。在文中，他将麦克斯韦分布推广到系统受保守力场作用的情形。若力场的势能函数为 $V(x)$ ，则分子在碰撞过程中的能量守恒条件为

$$\frac{1}{2} m_1 v_1^2 + V(x_1) + \frac{1}{2} m_2 v_2^2$$

$$= \frac{1}{2} m_1 v_1'^2 + V(x_1') + \frac{1}{2} m_2 v_2'^2$$

然后,他应用麦克斯韦的方法,导出了平衡态在有外力作用时气体分子的速度分布函数为

$$f(v) = C \exp \left\{ -h \left[\frac{1}{2} m v^2 + V(x) \right] \right\}$$

式中 C 为常数。他把由分布函数计算得出的气体压强与盖-吕萨克 (Gay-Lussac) 定律比较,得出式中常数因子 $h = \frac{1}{kT}$, 其中 k

是玻耳兹曼常数, T 是绝对温度。上式称为麦克斯韦-玻耳兹曼分布,它能很好地说明大气密度和压强随高度的变化。麦克斯韦-玻耳兹曼分布律表明大部分分子的能量大致等于 $\frac{3}{2} kT$, 分子具有

很大或很小能量的几率很小。另外,由此玻耳兹曼证明,能量中每一个平方项的平均值等于 $\frac{1}{2} kT$ 。此即能量均分定理,它揭示温

度概念的微观本质。利用能量均分定理,可以计算气体的热容量。但对双原子分子,自由度的理论值为 6, 而实验值为 5,彼此不符,对此,1876 年玻耳兹曼提出了自由度为 5 的双原子分子模型。两原子刚性结合构成分子,碰撞时绕轴的转动不受影响,所以向分子传热时,只有 5 个自由度有效。当然,比热问题的真正解决,是在 20 世纪量子论出现以后。

玻耳兹曼在 1868 年的同一篇论文中,还提出了麦克斯韦分布的另一种推导,它与有关分子间碰撞的任何假设无关,而只是简单地假设有限个分子间分布着一个确定的总能量。坚持原子论立场的玻耳兹曼把系统的能量分成很小但是有限的能量单元,作为组合分析问题来处理,他得到一个较复杂的公式,在分子数趋于无穷多及能量单元趋于无穷小的极限情形,公式简化为麦克斯韦分布。玻耳兹曼的这一推导方法就分布律本身来说并非必要,但是他的原子论观点及相应的方法和技巧无疑对普朗克及其他早期量