

吉尔伯特·牛顿·路易斯：未获诺贝尔奖的化学大师

沈玉龙

唐山师范学院化学系, 唐山 063000

摘要 吉尔伯特·牛顿·路易斯是20世纪最伟大的化学家之一。他因在发展热力学理论并将其应用于实际化学系统方面做出了重大贡献,被认为是现代化学热力学奠基人;因其提出的共价键和电子对概念促成现代化学键理论的产生,被认为是共价键发现者;他提出的酸碱概念是对化学科学的另一个重要的贡献。路易斯曾41次获得诺贝尔化学奖提名,但从未获奖,这也成为诺贝尔奖历史上的巨大争议之一。介绍了路易斯的人生经历和科学成就,盘点了其科学探索的历程。

关键词 吉尔伯特·牛顿·路易斯;化学热力学;共价键;酸碱电子理论

1887年9月,物理化学学科的创始人之一——弗里德里希·威廉·奥斯特瓦尔德(Friedrich Wilhelm Ostwald, 1853—1932)来到德国莱比锡大学担任物理化学教授,随即建立了他的物理化学研究实验室。该实验室很快成为物理化学研究的交流中心,吸引了欧洲各地和美国的年轻学者前来求学。1889—1906年,来自美国多所大学的38名年轻学者在奥斯特瓦尔德的实验室攻读博士学位或进行博士后研究工作^[1],他们回到美国后成为物理化学这门新学科的传播大使,应用并扩展了这门新学科的知识。吉尔伯特·牛顿·路易斯(Gilbert Newton Lewis, 1875—1946)是这些美国年轻学者中的代表人物,他在化学热力学和化学键理论等领域的杰出工作把美国物理化学研究带到了国际前沿,结束了

欧洲在物理化学领域的统治地位。著名化学家莱纳斯·卡尔·鲍林(Linus Carl Pauling, 1901—1994)认为:“吉尔伯特·牛顿·路易斯证明了自己是20世纪最伟大的化学家之一。”^[2]路易斯的工作对化学学科的发展产生了巨大的影响,1922年他便第一次获得诺贝尔化学奖提名,到1946年共获得41次提名^[3],但从未获得诺贝尔化学奖,这也成为诺贝尔奖历史上的巨大争议之一。

1 路易斯生平

吉尔伯特·牛顿·路易斯于1875年10月23日出生在美国马萨诸塞州韦茅斯,他是家里的第2个孩子,有1个姐姐和1个弟弟。1884年路易斯全家

收稿日期:2020-05-11;修回日期:2020-07-02

作者简介:沈玉龙,教授,研究方向为化学史、科技史,电子信箱:shen_yulong@126.com

引用格式:沈玉龙. 吉尔伯特·牛顿·路易斯:未获诺贝尔奖的化学大师[J]. 科技导报, 2021, 39(22): 130-136; doi: 10.3981/j.issn.1000-7857.2021.22.014

搬到了内布拉斯加州林肯市。路易斯非常聪明,3岁时就学会了阅读。父母决定不送他到学校上学,而是由母亲在家教育他^[4]。路易斯的整个小学教育都是在家里完成的,他在家里学习了拉丁文、希腊语、法语、德语、历史和代数。1889年他进入林肯市内布拉斯加大学的预备学校开始接受学校教育。

1891年路易斯完成预科学习后,进入内布拉斯加大学化学系开始本科学业。1893年因家人回到了波士顿,路易斯转学到哈佛大学。在大学期间,他表现出对研究化学元素及其化合物的性质和反应特征的描述性化学不怎么感兴趣^[5],但擅长数学和物理学,对物理化学家西奥多·威廉·理查兹(Theodore William Richards, 1868—1928)开设的基础理论与物理化学课程非常有兴趣。路易斯于1896年从哈佛大学毕业,获得化学学士学位,其后在马萨诸塞州安多佛菲利普斯中学任教1年,1897年回到哈佛大学成为理查兹指导的第1个博士研究生。路易斯于1898年完成了以《电子与分子》为题的硕士论文^[6],获得文理硕士学位;1899年完成了以《自由能和物理化学平衡的一般方程及其应用》为题的博士论文,获得哲学博士学位。他的博士论文包括了2个研究主题:第1主题是锌汞齐与镉汞齐电极性能的实验研究,第2主题是化学热力学中自由能问题的理论探讨。路易斯的博士论文显示出他已具有了深厚的热力学理论功底。

1900年底,路易斯博士毕业留校担任讲师1年后,获得了博士后研究的旅行奖学金,先后到德国莱比锡大学奥斯特瓦尔德的实验室和哥廷根大学物理化学家瓦尔特·赫尔曼·能斯特(Walther Hermann Nernst, 1864—1941)的实验室各学习半年。路易斯在奥斯特瓦尔德实验室的研讨会上就自己正研究的新概念“逸度”作了演讲,并与奥斯特瓦尔德和物理学家路德维希·玻尔兹曼(Ludwig Edward Boltzmann, 1844—1906)进行了热烈的讨论。1901年3月奥斯特瓦尔德给理查兹写信,高度评价了路易斯:“我非常敬佩路易斯博士的洞察力和开阔的思维,他必将取得伟大的成就。”^[5]

1901年底路易斯从德国回到哈佛大学化学系继续担任讲师,1902年他承担了基础化学、热力学

和电化学等3门课程的教学任务。路易斯在讲授基础化学课时,为了解释元素周期律的一些概念,提出了“立方原子”模型。但他发现哈佛大学的同事都不感兴趣,加之也觉得自己的教学负担太重,没有时间进行研究工作,因此于1904年离开哈佛大学,接受了位于马尼拉市的菲律宾科学局度量衡主管一职,当时菲律宾是美国在美西战争后占领的殖民地。他去菲律宾时随身只带了能斯特的专著《理论化学》,在接下来的1年里他找出了书中所有的错误并进行了修正。

1905年底路易斯从菲律宾回到美国后接受了麻省理工学院的教职,进入物理化学家亚瑟·阿莫斯·诺伊斯(Arthur Amos Noyes, 1866—1936)创办的物理化学研究实验室。实验室浓厚的研究氛围深深影响着他,路易斯很快就开始了测量物质自由能的实验研究,同时也继续着在攻读博士期间就已开始的热力学理论研究。他在麻省理工学院工作了7年,1907年任助理教授,1908年任副教授,1911年任教授,其中在1907—1909年诺伊斯任麻省理工学院代理校长期间,代理物理化学研究实验室主任^[7]。1912他指导的第一个博士研究生默尔·兰德尔(Merle Randall, 1888—1950)毕业,兰德尔成了他一生的事业伙伴。在此期间,路易斯因在化学热力学的实验和理论研究方面的出色工作,已在美国物理化学界占有了一席之地,也标志着他作为一名科学家走向了成熟。

1912年秋天,应加州大学伯克利分校校长本杰明·艾德·惠勒(Benjamin Ide Wheeler, 1854—1927年)的邀请,路易斯加入该校,并被任命为化学学院院长兼化学系主任,在妥善处理行政管理事务的同时,自己的研究工作也迅速启动。他在进行化学热力学研究的同时,也继续思考化学键理论问题,1916年路易斯首次提出共价键的共用电子对模型,使人们对分子结构有了新的认识。

1917年4月6日,美国对德国宣战,加入第一次世界大战。美国的参战暂时中断了路易斯的研究工作,1917年12月他应征入伍。战争结束后,路易斯回到加州大学伯克利分校化学学院。1923年路易斯出版了2部不朽的著作,一是与兰德尔合作

的《热力学和化学物质的自由能》^[8],另一是《化合价和原子与分子的结构》^[9]。

1941年路易斯卸任化学学院院长兼化学系主任,但继续着他的研究工作,直到1946年3月23日,路易斯在实验室做实验时因心脏病突发去世。

路易斯生前获得了很多荣誉。他获得了利物浦大学、芝加哥大学、威斯康星大学、宾夕法尼亚大学和马德里康普顿斯大学等荣誉博士学位,当选为英国皇家学会、瑞典皇家科学院、丹麦皇家科学院、印度科学院等外籍院士和英国皇家化学学会会士。路易斯1913年当选美国国家科学院院士,但在1934年辞职,他认为科学院的事务被某些人过度地控制。他获得了美国化学会纽约分会颁发的尼科尔斯奖章、美国化学会芝加哥分会颁发的威拉德·吉布斯奖章、美国化学会东北分会颁发的西奥多·威廉·理查兹奖章、英国皇家学会颁发的戴维奖章和瑞典皇家科学院颁发的阿累尼乌斯奖章等。

路易斯去世后,加州大学伯克利分校学术评议会的纪念决议中给出了这样的评价:“随着吉尔伯特·牛顿·路易斯的去世而结束的这半个世纪,将永远被视为科学发展史上最辉煌的时期之一。在记录为这一时期的辉煌做出贡献的科学家的名册里,路易斯的名字是位于最前列之中的。”^[10]

2 奠基现代化学热力学

路易斯进入到化学热力学领域是在哈佛大学攻读博士学位期间。当时的化学热力学研究是沿着两条不同的道路在发展,一是以约西亚·威拉德·吉布斯(Josiah Willard Gibbs, 1839—1903)为代表的群体,基于化学系统与力学系统的类比,利用熵和热力学势,应用演绎法得到了系统的、严密理想系统化学热力学理论;另一是以奥斯特瓦尔德、雅各布斯·亨里克斯·范特霍夫(Jacobus Henricus van't Hoff, 1852—1911)和斯万特·奥古斯特·阿累尼乌斯(Svante August Arrhenius, 1859—1927)为代表的群体,被称为“离子学家”,以应用归纳法为主,研究了化学亲和、质量与温度对化学平衡的影响、反应速率、渗透压现象和电解离解等许多新老问

题,建立了物理化学学科的理论框架。吉布斯的化学热力学理论严谨准确,具有通用性,但由于化学家没有足够的热力学知识,也没有足够的数学技能,不能理解和应用它。而离子学家的理论具有明确的实验指向,仅需要很少的数学技能,因而被大多数化学家所接受,但是理论是不系统的,同时由于存在大量的近似,导致理论在实际应用时不精确^[1]。路易斯立志要改革化学热力学,使两种理论体系统一起来,以一种化学家更容易理解且更严谨的方式来呈现化学热力学。路易斯的研究工作导致化学热力学领域中的很多概念与他的名字联系在一起。

路易斯首先从分析相平衡现象入手,他认识到如果含有某种物质的任一相与不含有该物质的其他相接触,每一种物质都有脱离其所处相的倾向。为选择一个参量来定量地表示物质在某一特定状态的这种逃逸倾向,路易斯1901年提出了“逸度”概念。逸度体现了气体的非理想行为,路易斯建议如果用逸度这个参量系统地替代蒸气压,所有的化学热力学的近似方程都可变成精确的方程^[11]。1907年路易斯提出了“活度”这一重要的概念。“活度”是用浓度维度表示物质在某一特定状态的逃逸倾向,体现了化学系统(包括液态溶液)的非理想行为,扩大了逸度的意义。路易斯利用活度推导出许多重要的热力学方程,它们的形式与理想系统的近似方程是相同的,但用活度来表示时得到的结果是精确的。

路易斯提出的逸度、活度概念并没有立即引起化学家的关注。直到1911年诺伊斯和研究助理威廉·克罗韦尔·布雷(William Crowell Bray, 1879—1946)对能斯特提出的溶度积原理进行修正研究时,第一次应用了活度概念。为了便利地应用活度概念,诺伊斯定义了一个新的参量——活度系数,即物质的活度与它的浓度的比值。1921年路易斯和兰德尔为解决单个离子活度无法测定的问题,提出了离子“平均活度”和“平均活度系数”的概念;为了测定不同价型混合电解质溶液的活度系数,提出了“离子强度”的概念,发现了稀溶液中强电解质的活度系数由离子强度决定的经验定律,为电解质溶

液热力学的发展奠定了基础。1923年路易斯和兰德尔为计算真实气体混合物中各组分的逸度,提出了一个经验规则,即路易斯-兰德尔逸度规则。1920年代以后,路易斯提出的“逸度”“活度”等概念被世界各地的化学家开始广泛使用,“逸度”“活度”这两个词也成了物理化学学科中的基本词汇。

化学家长期以来有一个愿望,就是想拥有一张化学亲和力表,这样就有可能预测化学反应的变化方向。热力学的发展表明衡量化学亲合力的正确标准是“自由能”(现称为“吉布斯自由能”),诺伊斯和路易斯意识到编制一个自由能数据表对化学有巨大的价值。1906年美国科学院批准了诺伊斯申请的一个合作项目,由路易斯负责联合几个实验室对自由能数据进行收集和测定。他们首先要对现存的大量数据进行严格的筛查,进行了广泛的汇编;由于现存的数据没有系统性,还需要进行仔细的数据测定。路易斯在同事和学生的积极参与下,开始了系统测定自由能数据的工作。

1912年路易斯到伯克利后建立了自己的实验室,数据测定工作取得了实质性进展,依靠自己非凡的细心与匠心进行实验设计,精确测量了一些物质的生成自由能和电极电势的标准值。1913年路易斯首次提出了自由能数据的计算基准,即各种元素在不同温度的标准状态下的焓和自由能均规定为零^[12],这为后来国际纯粹化学与应用化学联合会规范热力学数据提供了基础。

元素熵值也是一个有意义的热力学数据。1917年路易斯与乔治·欧内斯特·吉布森(George Ernest Gibson, 1884—1959)合作,依据现有的不充分的低温量热数据,经大量的计算得到了48种元素熵值的数据表^[13]。1920年路易斯与吉布森通过对理想溶液和纯液体在降温过程达到绝对零度时熵变的分析,认为纯物质的完美晶体的熵在绝对零度时消失,提出了热力学第三定律更准确的表述^[14],这种表述沿用至今,没有变化。

1923年路易斯总结了自己25年的化学热力学研究成果,与兰德尔合作出版了《热力学和化学物质的自由能》专著,第一次成功地将吉布斯建立的统一的热力学理论体系具体地应用于化学过程,奠

定了现代化学热力学的基础。

路易斯在热力学方面的工作是一个不朽的贡献,使化学热力学成为了化学家进行科学研究的工具。多年之后,路易斯回想起这些研究工作还是感觉到巨大的满足。1928年他给英国化学史家詹姆斯·雷迪克·帕廷顿(James Riddick Partington, 1886—1965)的信中写到:“尽管我尝试研究过很多问题,但许多年来我一直忠实于我为自己设定的主要任务,即把抽象的热力学方程和具体的化学数据编织成一门单一的科学。这是我工作中最感到自豪的一部分。”^[15]

3 发现共价键

化学键的本质是什么?这是化学家一直追问的问题,路易斯对化学键理论的兴趣始于1898年的硕士论文^[6]。

1899年德国化学家理查德·威廉·海因里希·阿贝格(Richard Wilhelm Heinrich Abegg, 1869—1910)基于对原子价与门捷列夫元素周期律关系的研究,提出了“八规则”,即每个元素都有一个确定的最大的主价数,还有一个与主价符号相反的反价数,这2个价数之和等于8。数字8代表了原子中电子的“附着位置”数,正价数表示有多少个“附着位置”上必须持有电子,才能使元素保持电中性^[6]。1902年路易斯意识到一个立方体有8个顶点,有8个位置可以用来排列外部电子,故而提出原子是一个立方体,认为原子是由一个带正电的原子核和围绕原子核的固定同心立方电子层组成。作为一种图形化的手段,“立方原子”模型把阿贝格的“八规则”形象化了,以外层立方体的8个顶点表示电子“附着位置”,占据外层立方体的电子数就是正价,而外层立方体中剩余的空位数就是反价^[7]。路易斯对立方原子的想法除了与同事和学生讨论外,并没有发表。1905年路易斯到诺伊斯的实验室后,就他的“立方原子”模型与同事进行过热烈的讨论,但并没有形成共识。

1913年10月,布雷和路易斯的博士生杰拉尔德·布兰奇(Gerald E. K. Branch, 1886—1954)在

《美国化学会志》发表文章提出,原子之间有两种不同类型的结合:极性结合,即电子从一个原子转移到另一个原子的结合;非极性结合,即电子在原子间没有运动的结合^[18]。此前极性键理论在化学中完全处于支配地位。路易斯在同一期发文,热情地赞同布雷和布兰奇的二元观点,并正式采用了他们的新术语,提出必须承认存在两种不仅在程度上而且在种类上不同的化学键合,也就是存在极性和非极性两种化学键,但路易斯没有提出解释非极性键形成的物理机理。

1914年5月汤姆逊提出了2个原子之间存在非极性键的假设,认为每个原子提供1个电子形成一个“电力管”,每个非极性键由2个“电力管”组成。1914年英国学者阿尔弗雷德·劳克·帕森(Alfred Lauck Parson, 1889—1970)来到加州大学伯克利分校化学系访学1年。在此期间,帕森就自己提出的原子“磁子理论”与路易斯进行了讨论。帕森认为在玻尔原子模型中的电子可能是1个围绕其轴高速旋转的负电环,称为“磁子”,磁子排列在立方八隅体的角上,单个磁子的成对就形成了化学键^[18]。受汤姆逊和帕森工作的启发,路易斯终于在1916年4月发表了划时代的论文《原子与分子》^[19],提出共用电子对键的概念,这是20世纪化学最重要的思想之一,是了解化学键基本性质的重要一步,开启了化学领域的“电子结构革命”^[20]。路易斯提出:化学键由2个原子共用的1对电子组成。他认为共用电子对导致分子中除了氢原子之外的绝大多数原子的价电子层有8个电子,即4对电子,也就是惰性气体分子的价电子层,路易斯称之为“八规则”。然而,路易斯无法解释为什么电子即使互相排斥似乎还有一种特殊的能力来形成电子对,也无法解释为什么2个电子可以在原子之间形成1个键,然而他确信电子对是理解化学键的线索。他通过“立方原子”模型共用一个边或一个面为单键和双键提供了简单的表示,但不能解释碳原子四面体立体化学、三键以及单键的自由旋转。路易斯进而提出用“四面体”描述原子,四面体的每个顶点排列一个电子对,这个模型可以解释已知的碳原子四面体几何结构;2个四面体通过共用一个顶点、一个

边或一个面表示单键、双键或三键;该模型正确地预测了乙烯的平面构型和乙炔的线性构型,也可以解释单键的自由旋转,但不能解释双键的不能自由旋转。

“立方原子”是路易斯共用电子对键理论的一个主要特征,但这个特征是不正确的。由于“立方原子”在共用电子对键理论中不是必需的,所以很快就被遗忘了,但这是路易斯进入化学键理论领域的第一步,为他提供了至关重要的洞见。

在1916年的论文中,路易斯发明了一种巧妙的方便的符号来表示“共用电子对键”,即用2个圆点来表示电子对。以这种方式或用短线表示一个键或共用电子对的分子电子结构式已广为熟知,并被称为“路易斯结构式”。美国物理化学家欧文·朗缪尔(Irving Langmuir, 1881—1957)将路易斯的“八规则”和“共用电子对键”的名称重新命名为今天普遍使用的术语“八隅体规则”和“共价键”。路易斯发现的共用电子对键被成功地用于理解和解释复杂的有机反应,得到了有机化学家和配位化学家的广泛认可。

1923年路易斯出版了《化合价和原子与分子的结构》专著,总结了自己20多年化学键理论的研究工作,这本书深刻地影响了化学家对原子和分子间化学键合的思考方式。这本书的另一个重要的贡献是他对酸碱的定义,提出了酸碱电子理论,也被称为“路易斯酸碱理论”。该理论认为凡是接受外来电子对的分子、基团或离子为酸;凡可以提供电子对的分子、离子或原子团为碱。现今“路易斯酸”和“路易斯碱”成了化学家经常使用的术语,路易斯酸碱理论是理论化学和物理化学的重要里程碑。

虽然今天的化学家认识到共用电子对是一对有很高的概率位于2个紧密结合在一起的原子之间的自旋相反的电子,化学键只有在量子力学的框架下才能被正确的理解,但路易斯的理论仍然是当代化学中最广泛使用的模型,为描述分子的结构和反应性提供了一般的基础。有时有人说化学只是物理学的一个分支,这意味着化学的所有理论都可以从物理学的基本定律中衍生出来。但像路易斯

这样的先驱,他们在能够从物理定律推导出概念很久之前就引入了非常有价值的概念。尽管随着化学和物理学的发展,它们交织在一起,偶尔也会融合在一起,但化学不是物理学^[21]。

4 后世纪念

吉尔伯特·牛顿·路易斯作为伟大的化学家,被称为“现代化学热力学的奠基人”^[22]、“共价键的发现者”^[23-24],在他漫长的科学生涯中,他以旺盛的精力、热情和追求新发现的激情持续地工作,无疑极大地丰富了化学科学。他在带领美国化学从地方风尚走向世界领先地位的进程中没有任何人能取代他的位置^[25]。1955年出版的路易斯传记公开为他错失诺贝尔化学奖发表遗憾,随后多人对路易斯鸣不平^[26]。2016年在加州圣地亚哥举办美国化学会全国会议专题研讨了诺贝尔奖颁奖史上诺贝尔奖委员会的失误和失察,认为路易斯未能获奖有两个原因,其一是诺贝尔奖评委当时未认识到路易斯工作对化学的重大意义,其二是个别诺贝尔奖评委有意阻止了路易斯的获奖^[26]。

为纪念路易斯,加州大学伯克利分校1948年将新建成的一栋6层化学大楼命名为“路易斯楼”^[27];1951年美国化学会加州分会设立了“吉尔伯特·牛顿·路易斯奖章”,奖励做出杰出贡献的理论化学家^[28];1993年马萨诸塞州宣布1993年10月23日为吉尔伯特·牛顿·路易斯日^[29]。为纪念路易斯领导下的化学学院对化学科学的开创性成就,1997年美国化学会将加州大学伯克利分校化学大楼——“吉尔曼楼”命名为美国“国家历史化学地标”^[30]。1982年3月在第183届美国化学会会议上召开了纪念路易斯专题讨论会,研讨了路易斯对化学和化学教育的贡献^[25]。作为对路易斯的致敬,《Journal of Computational Chemistry》在2007年出版专刊“化学键90年”,发表了9篇研究路易斯、路易斯的工作及其影响的论文^[31]。为庆祝1916年路易斯发表开创性论文100周年,2016年欧洲科学院院士、牛津大学教授迈克尔·明戈斯(D. Michael P. Mingos, 1944—)组织30余位世界理论化学领域的领军人

物编撰了3卷本文集《化学键》,评述了路易斯的开创性思想对现代化学的巨大影响^[32]。

路易斯“作为一个人,他是一个伟大的灵魂,他的精神将永远不会被那些了解和热爱他的人遗忘”^[10]。他的名字与化学热力学、共价键理论和酸碱电子理论同在,永志弗灭!

参考文献 (References)

- [1] Dais P. The double transfer of thermodynamics: From physics to chemistry and from Europe to America[J]. *Studies in History and Philosophy of Science Part A*, 2019, 77: 54-63.
- [2] Pauling L G N. Lewis and the Chemical Bond[J]. *Journal of Chemical Education*, 1984, 61(3): 201-203
- [3] Nobel Prize Awarding Institutions. Nomination database (Gilbert N Lewis)[EB/OL]. [2020-02-21]. https://www.nobelprize.org/nomination/redirector/?redir=archive/show_people.php&id=5441.
- [4] Rao C N R, Rao I. Lives and times of great pioneers in chemistry[M]. Singapore: World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd., 2016: 203.
- [5] Coffey P. Cathedrals of science: The personalities and rivalries that made modern chemistry[M]. New York: Oxford University Press, Inc. 2008: 45-51.
- [6] Kasha M. Four great personalities of science: G.N.Lewis, J.Franck, R.S.Mulliken and A.Szent-Gyorgyi[J]. *Pure and Applied Chemistry*, 1990, 62(8): 1615-1630.
- [7] 沈玉龙,杨笑春,刘立华. 美国物理化学的奠基人——亚瑟·阿莫斯·诺伊斯[J]. *化学教育*, 2018, 39(16): 50-53.
- [8] Lewis G N, Randall M. Thermodynamics and the free energy of chemical substances[M]. New York: McGraw-Hill Publishing Co., Ltd., 1923.
- [9] Lewis G N. Valence and the structure of atoms and molecules[M]. New York: The Chemical Catalog Company, 1923.
- [10] Hildebrand J H. Gilbert Newton Lewis[C]//Biographical Memoir. Washington DC: National Academy of Sciences, 1958: 210-235.
- [11] Servos J W. Physical chemistry from Ostwald to Pauling: The making of the science in America[M]. New Jersey: Princeton University Press. 1990: 139-141.
- [12] Lewis G N. The free energy of chemical substances: Introduction[J]. *Journal of the American Chemical Society*, 1913, 35(1): 1-30.
- [13] Lewis G N, Gibson G E. The entropy of the elements and the third law of thermodynamics[J]. *Journal of the*

- American Chemical Society, 1917, 39(12): 2554–2581.
- [14] Lewis G N, Gibson G E. The third law of thermodynamics and the entropy of solutions and of liquids [J]. *Journal of the American Chemical Society*, 1920, 40(8): 1529–1533.
- [15] Jensen W B. The quantification of 20th-century chemical thermodynamics [EB/OL]. (2015-9-29) [2020-03-13]. <http://www.che.uc.edu/jensen/W.%20B.%20Jensen/Unpublished%20Lectures/Chemistry/06.%20G.%20N.%20Lewis%202021.pdf>.
- [16] Scerri E. A tale of seven scientists and a new philosophy of science[M]. New York: Oxford University Press, 2016: 75–76.
- [17] Simões A. In between worlds: G.N. Lewis, the shared pair bond and its multifarious contexts[J]. *Journal of Computational Chemistry*, 2007, 28(1): 62–72.
- [18] Kohler R E. The origin of G. N. Lewis's theory of the shared pair bond[J]. *Historical Studies in the Physical Sciences*, 1971, 3: 343–376.
- [19] Lewis, G N. The atom and the molecule[J]. *Journal of the American Chemical Society*, 1916, 38(4): 762–785.
- [20] Shaik S. The Lewis Legacy: The chemical bond—A territory and heartland of chemistry[J]. *Journal of Computational Chemistry*, 2007, 28(1): 51–61.
- [21] Gillespie R J, Robinson E A. Gilbert N. Lewis and the chemical bond: The electron pair and the octet rule from 1916 to the present day[J]. *Journal of Computational Chemistry*, 2007, 28(1): 87–97.
- [22] Ott B J, Boerio-Goates J. Chemical thermodynamics: Principles and applications[M]. San Diego: Elsevier Academic Press, 2000: 1.
- [23] WOC. Gilbert Newton Lewis: Discoverer of covalent bond [EB/OL]. [2020-04-11]. <https://www.worldofchemicals.com/509/chemistry-articles/gilbert-newton-lewis-discoverer-of-covalent-bond.html>.
- [24] Kiddle Encyclopedia. Gilbert N. Lewis facts for kids[EB/OL]. (2020-06-03) [2020-07-01]. https://kids.kiddle.co/Gilbert_N._Lewis.
- [25] Davenport D A. Gilbert Newton Lewis: 187—1946[J]. *Journal of Chemical Education*, 1984, 61(1): 2.
- [26] Jensen W B. The mystery of G. N. Lewis's missing Nobel Prize [C]//Strom T, Mainz V. The posthumous Nobel Prize in chemistry: Correcting the errors and oversights of the Nobel Prize Committee. Washington DC: ACS Books, 2017: 107–120.
- [27] UC Berkeley. Lewis Hall[EB/OL]. [2020-04-11]. <https://dac.berkeley.edu/lewis-hall>.
- [28] C&EN Report. California section's medal presentations [J]. *Chemical & Engineering News*, 1951, 29(51): 5348–5350.
- [29] Borman S. Gilbert Newton Lewis Day proclaimed in Massachusetts[J]. *Chemical & Engineering News*, 1993, 71(44): 25–27.
- [30] American Chemical Society. Gilman Hall at the University of California, Berkeley: National Historic Chemical Landmark[EB/OL]. (1997-12-20) [2020-04-11]. <https://www.acs.org/content/acs/en/education/whatischemistry/landmarks/gilman.html>.
- [31] Frenking G, Shaik S. Foreword[J]. *Journal of Computational Chemistry*, 2007, 28(1): 1–3.
- [32] Mingos D M P. The chemical bond I[M]. Basel: Springer International Publishing Switzerland. 2016: v–vi.

Gilbert Newton Lewis, a great chemists, but not a Nobel laureate

SHEN Yulong

Department of Chemistry, Tangshan Normal University, Tangshan 063000, China

Abstract Gilbert Newton Lewis is one of the great chemists of the 20th century. He is considered as the founder of the modern chemical thermodynamics according to his major contribution in developing the thermodynamic theories and applying them to real chemical systems, and his discovery of the covalent bond, and with that concept and that of the electron pairs, the modern theories of chemical bonding were developed. His concepts of acids and bases are another fundamental contribution to the chemistry. Lewis was nominated 41 times for the Nobel Prize in Chemistry without avail, as one of the many controversial inclusions and exclusions in the history of Nobel laureate selections. This paper reviews Lewis's life experiences and scientific achievements, especially, his scientific explorations.

Keywords Gilbert Newton Lewis; chemical thermodynamics; covalent bond; the electronic theory of acids and bases ●



(责任编辑 陈广仁)