

中学生科学教育丛书

著名化学家和他的一个重大发现

刘宗寅 编著

山东科学技术出版社

内容提要

本书选取了 35 个重要的化学知识点，围绕这些知识点，介绍了有关的化学家及其主要发现。每篇中，首先给出导语，使读者在开始阅读时就能与自己所学的有关知识结合起来；然后介绍化学家的生平事迹和在科学史上的贡献；最后重点阐述知识点的发生、形成过程，包括有关背景材料和化学家们的发现经过。

本书对中学生理解所学知识、提高分析问题和解决问题的能力以及掌握科学的思想方法有较强的指导作用，对中学化学教师组织化学教学也有重要的参考价值。

《中学生科学教育丛书》编委会

主 编 刘宗寅 贾庆祥
编 委 (以姓氏笔画为序)
王幼军 刘宗寅 刘鲁纓
陈为友 陈建志 贾庆祥

前 言

科学教育是素质教育的重要环节，包括指导学生树立科学观念、掌握科学的思想方法和基础知识、形成科学的世界观和人生观等内容。在当今科学技术迅猛发展的形势下，为迎接新的科技革命的挑战，强化对学生的科学教育显得尤为重要。

科学教育的一个重要方面是科学发展史的教育。科学的发展，带动着技术的进步，激发着生产力的飞跃，推动着社会的前进。因此，科学发展史上的每一个科学发现，不仅是一个时代科学发展的生动写照，而且指示着人类文明前进的方向。这样说来，科学家尤其是著名科学家，对人类文明进步的贡献是不可估量的。

从科学教育的角度看，大家在学习数学等自然科学的学科时，不仅要掌握一定的知识和技能，而且要提高能力，发展智力，掌握科学的思想方法，形成科学的世界观、人生观。因此，也就需要了解所学习的每一个知识点的发生和形成过程。正是出于这种考虑，我们编写了这套《中学生科学教育丛书》。首批推出《著名数学家和他的一个重大发现》、《著名物理学家和他的一个重大发现》、《著名化学家和他的一个重大发现》、《著名生物学家和他的一个重大发现》、《著名地理学家和他的一个重大发现》5本。每一本的内容涉及到相关学科的各重要知识点，并以这些知识点为核心，分别介绍著名

科学家以及他的发现对这一知识点的发生、形成所产生的影响。如果一个知识点的发生、形成与多个科学家有关，则以贡献最大的科学家为主，附带介绍其他科学家所做的工作。在每篇文章中，首先给出导语，以便使读者在开始阅读时就能与自己所学的有关知识联系起来；然后介绍科学家的主要生平、高尚的思想情操、严谨的科学态度、精湛的思维技艺以及对科学事业发展所做出的贡献；最后重点阐述知识点的发生、形成过程，包括有关的背景材料和科学家们的发现经过。

由此看来，这是一套提高中学生科学素质的读物。我们相信，通过对这套丛书的阅读学习，广大中学生不仅会提高对有关知识的理解程度和应用水平，而且会受到科学思想方法以及科学家崇高品质的熏陶，从而对科学有更深刻的理解，并更坚实地踏上科学的成才之路。在这里，我们也衷心地祝愿大家成功！

在编写过程中，我们参阅了大量资料。在此，向这些书籍、报刊的作者与出版单位表示诚挚的谢意。

因水平有限，书中定有不妥之处，望广大读者和专家们批评指正。

刘宗寅 贾庆祥

1998年2月

目 录

波义耳和化学科学.....	(1)
贝采利乌斯和化学元素符号.....	(9)
徐寿和化学元素的中文名称	(17)
克拉克和地壳中的元素丰度	(22)
拉瓦锡和燃烧的氧化学说	(24)
普鲁斯特和定组成定律	(36)
里希特和化学计量学	(39)
道尔顿和近代原子论	(41)
阿佛加德罗和分子学说	(50)
布朗和布朗运动	(56)
坎尼扎罗和原子—分子学说	(59)
门捷列夫和元素周期律	(63)
卢瑟福和原子结构“行星模型”	(73)
莫塞莱和原子序数	(82)
柯塞尔和电价理论	(88)
路易斯和共价键理论	(92)
阿伦尼乌斯和电离学说	(97)
勒夏忒列和化学平衡移动原理.....	(105)
维勒和“生命力学说”的破灭.....	(108)

杜马和取代理论.....	(114)
李比希和基团理论.....	(117)
热拉尔和同系列.....	(124)
布特列洛夫和化学结构学说.....	(128)
凯库勒和苯的环状结构学说.....	(134)
范霍夫和碳的四面体学说.....	(141)
鲍林和杂化轨道理论.....	(148)
肖莱马和有机化学.....	(154)
戴维和电化学.....	(159)
卡文迪什和氢气的发现.....	(166)
拉姆赛和稀有气体的发现.....	(171)
居里夫人和钋、镭的发现.....	(178)
莫瓦桑和氟的制备.....	(185)
哈伯和氨的合成.....	(190)
陶弘景和灌钢技术.....	(196)
侯德榜和侯氏联合制碱法.....	(199)

波义耳 和 化学科学

波义耳 (Robert Boyle, 1627～1691), 英国化学家、物理学家和自然哲学家。他于 1661 年在《怀疑派化学家》一书中指出:“自然界里存在着很多元素。元素是有确定性质的、实在的、可以观察到的、不能用化学方法分解为简单物体的实物。元素结合形成各种复杂的物质, 各种物质通过适当的分解方法, 最后都变为元素。”从此, 化学成为一门有独立目的的科学。

波义耳于 1627 年 1 月 25 日出生在爱尔兰沃特福德的利斯莫尔城堡一个贵族家庭里。父亲理查德·波义耳是爱尔兰首府科克郡的伯爵和首屈一指的富翁, 也是伊丽莎白时代的一位冒险家。波义耳是这个家庭 15 个儿女中的倒数第二个。童年时, 他并不显得特别聪明, 说话还有点口吃, 没有哪样游戏能使他入迷, 但却十分好学。在接受家庭的初步教育以后, 8 岁时他被送到专为贵族和绅士子弟设立的伊登公

学学习，那时他已能讲希腊语和拉丁语。12岁时，他和哥哥弗朗西斯·波义耳一起，在家庭教师的陪同下来到当时欧洲的教育中心之一日内瓦，学习法语、实用数学和艺术等课程。当时瑞士是宗教改革运动中新教的根据地，反映资产阶级思想的新教教义对波义耳产生了很大影响，虽然以后他并未参与任何一派，但思想上却一直是倾向革命的。14岁时，他又与哥哥一起在家庭教师的陪同下游历欧洲。旅途中波义耳抓紧一切时间读书。在意大利，他阅读了刚去世的著名天文学家和物理学家伽利略的名著《关于两大世界体系的对话》。这本书给他留下了深刻的印象，20年后他的名著《怀疑派化学家》就是模仿这本书的格式写成的。

盎格鲁—爱尔兰战争爆发后，父亲理查德·波义耳战死，从此家庭经济来源中断，波义耳也不得不回到战乱中的英国，随着姐姐居住在伦敦。在那里，波义耳结识了教育家哈伯利特，哈伯利特鼓励他学习医学和农业。在学习过程中，波义耳接触了很多化学知识和化学实验，制备了一些药品，这不但使他很快成长为一位训练有素的实验科学家，同时也成为一位有创造能力的思想家。

1644年，波义耳回到家乡，在他姐姐家里建起了一个化学实验室，许多化学和物理爱好者经常到这里，使之成为一个研究中心。1645年到1652年间，他迁往他父亲在莫尔塞特的一所庄园里，在那里博览科学、哲学、神学等方面的书籍，并开展实验工作。1654年，他又定居牛津，与当时的一些学者交往密切，并定期参加学者们的集会。这种集会后被正式承认，成为著名的“皇家学会”。皇家学会是在伦敦成立的，波义耳当时在牛津，未能成为该学会的第一批正式会员，但

大家公认他是皇家学会的发起人之一，并被任命为首届干事。在牛津，波义耳建起了设备齐全的实验室，并聘用了一些助手。这些助手中，有的是很有才华的学者，他们在波义耳的领导下进行观察和实验，并帮助他整理科学资料和来往信件。这样，在波义耳周围就形成了一个科学实验小组，他的一系列科研成果都是在这里取得的，那本划时代的名著《怀疑派化学家》也是在这里完成的。在1660~1666年6年的时间里，他在《皇家学会学报》上发表了20篇论文，出版了10本专著。

波义耳首先研究的是空气。为了搞清空气的压力与体积的关系，他和助手们进行了定量研究。在回顾这一实验过程时，波义耳写道：“我们取来了一支长玻璃管，凭着灵巧而熟练的双手，用火焰将它的底部弯成钩子的形状，并使弯过来的短臂部分与剩下的长臂部分平行。短臂的尽头是密闭的。我们还把画有刻度的纸衬托在管的后面，以便量出管内气体的体积。然后开始往管内装水银，使短臂和长臂的一部分都充满水银，并使两臂中的水银面达到一样的高度。最后，再使装了水银的玻璃管倾斜，使少量空气进入短臂的顶端，使短臂的顶端留出一定的空间。实验开始时，先测量短臂顶端的空气的体积，然后从长臂的开口处往管内加水银。我们观察到，随着长臂中水银的增高，加在短臂内的空气上的压力不断增加，短臂顶端的空气的体积就会有比例地缩小。这个观察证明了加在空气上面的压力越大，空气产生的抵抗力也越大，由此可见空气的密度与加在它上面的重量（压力）有关。”后来，波义耳他们又找到一支很长的玻璃管，做成了一个大的U型管，一个人在楼上从长臂向管里加水银，一个人在楼

下观察管里气体体积的变化。通过对这种压力能在较大范围内变化的实验的观察，波义耳终于发现了气体的体积与压力成反比的关系，这一关系被称为波义耳定律。

波义耳还研究过空气的其他性质。他在《关于火焰和空气的关系的实验》一文中指出，硫磺在抽掉空气的容器中不能燃烧，在有空气的容器中能燃烧并产生蓝色火焰；蜡烛和氢气的燃烧同样离不开空气。他还指出，火药与硫磺不同，在抽掉空气的容器中也能够燃烧，这是因为火药中含有与空气的性质相仿的“活化蒸气”（即后来发现的氧气）。

通过实验和研究，波义耳驳斥了当时把物质仅分为酸和碱的酸碱理论，认为物质可分为三类：酸、碱和盐。他指出，酸除了具有酸味外，还是一种强有力的溶剂，能使指示剂变色；碱则具有滑腻的感觉和除垢的性质，能溶解油渍和硫磺，能与酸对抗而破坏酸，能使指示剂变色。他对物质分类的认识是不全面的，但却第一次为酸、碱下了较为明确的定义。另外，他对化学反应中的颜色变化很感兴趣。一次，他偶然发现酸沫能使紫罗兰变色，由此联想到酸能否使其他植物变色，便研究起来，并发明了酸碱指示剂。他在一本书中写道：“用上好的紫罗兰的浆汁，滴在一张白纸上，再在上面滴 2~3 滴酒精。当醋或其他所有的酸滴在这种浸有植物浆汁和酒精混合物的纸上时，就会发现植物的浆汁立即从蓝色转变成红色。使用这种方法的好处是，在做实验时只需要使用少量的植物浆汁，就能使颜色的变化非常明显。”他研究的植物种类很多，并发现石蕊的变色最灵敏。他还根据指示剂的颜色变化来检验酸和碱：能使蓝色果汁转变成紫红色的是酸；能使果汁由红色变为蓝色的是碱。

波义耳非常重视实验，主张研究科学首先要引入严密的和科学的实验方法。他曾说过：“人之所以能效力于世界，莫过于勤在实验上下功夫。”在实验过程中，他除了精心设计出大量实验仪器外，还研究出许多检验方法，例如利用形成氯化银沉淀且沉淀在放置过程中逐渐变黑的现象鉴别银盐等。他在1685年发表的《天然矿泉水实验研究史的简单回顾》中，全面总结了当时已知的化学鉴定反应，包括溶液颜色的变化、沉淀的生成、焰色反应等，并初次引入“化学分析”等概念。他还在化学实验中使用天平，将定量手段引入化学。因此，波义耳是分析化学的奠基人之一。

1668年，波义耳的姐夫去世。得到这一消息后，波义耳决定从牛津迁往伦敦，和姐姐住在一起。到伦敦后，他在姐姐家的后院建造了一间实验室，继续进行他的实验工作。波义耳晚年的工作主要集中在对磷的研究上。他是继孔柯尔和布兰德之后，独立制出磷的化学家。1680年和1682年，他先后发表了《空气发光》和《一种观察到冷光的新实验》的论文，描述了他对磷的研究成果。他发现磷能发出冷光；磷能燃烧，燃烧时生成白烟，所产生的白烟与水作用后得到的溶液有酸性；磷与碱混合加热可产生一种气体（磷化氢），该气体在空气中能形成白烟，等等。波义耳是最早研究磷及其化合物性质的化学家。

1670年波义耳因劳累而中风，经过很长时间才治愈。1680年以后，他的健康情况又开始恶化，已经不能再在实验室工作，便致力于整理他几十年来从实践和推理中获得的知识。当时英国皇家学会聘请他担任主席，他因体弱多病又讨厌宣誓仪式而谢绝了。

波义耳虽出身富贵家庭，但醉心的却是在平静的科学研究中工作和生活。他不接受贵族的封号，也不要校长的头衔，对社交活动看得很淡漠，甚至有点厌恶。他像他崇敬的英雄弗兰西斯·培根一样，相信科学将给人类带来实际利益。

1691年12月30日，波义耳在伦敦逝世。

在波义耳生活的年代，并没有真正的化学。

从11世纪开始，一种叫做炼金术的行业火爆得很。术士们信奉的是古希腊学者亚里士多德提出的“四元素说”。按亚里士多德的说法，世界上所有的物质都是由土、水、气、火四种元素组成的，只要改变这四种元素的比例，就能将普通金属变成贵金属。于是，炼金术士们热衷于研究怎样把铜变成金、把铁变成银。不过，也正由于他们迷恋于与天然矿物打交道，积累下来不少实验技术和化学知识。

到15、16世纪，随着欧洲近代自然科学的兴起，出现了一个“医学化学”时期，瑞士医药学家帕拉塞斯提出的“三元素说”又盛行一时。帕拉塞斯认为，世上万物都是由盐、硫、汞三种元素构成的；物质的性质之所以不同，是由于所含盐、硫、汞的比例不同。他用这种观点认识自然界里的矿物药的性能，并制造在自然界里找不到的药物。这使得他的化学知识和实验技能比炼金术士们要高明得多。

“医学化学”在化学与实际的结合方面确实做出了一定的贡献，但对物质组成的认识是错误的，并把化学看作是医药学的附庸，因而不但没有促进、反而阻碍了化学的发展。

16世纪以后，欧洲的工业生产迅速发展，对科学技术的

需要越来越迫切；英国哲学家培根提出了科学方法论，深刻地揭示了实验科学的意义，使科学研究从乱无头绪的状态开始走上科学的轨道；商人们、企业家们出于自己的利益，纷纷出资创办学校，成立科研团体和机构。这些，使得自然科学出现了一个空前繁荣的新局面，也为化学科学的确立提供了一个难得机遇。波义耳在总结实验事实的基础上，否定了帕拉塞斯学说。他认为物质是由无数细小致密的不能用物理方法分割的微粒构成的，然后再由微粒结合成更大的粒子团；粒子团往往作为基本单位参加各种化学反应；粒子团的大小和形状决定着物质的性质。他把这种理论称为“微粒哲学”，并用来指导自己的研究工作。他还指出：“不应该把理性放在高于一切的位置，实验和观察才是形成科学思维的基础。知识应该从实验中来，实验是最好的老师，空谈和舌辩都无济于事。”他用各种各样的实验充分证明铁就是铁、铜就是铜、金子就是金子，并向亚里士多德的“四元素说”和帕拉塞斯的“三元素说”大胆挑战。

1661年，波义耳的专著《怀疑派化学家》出版了。其中写道：“自然界里存在着很多元素。元素是有确定性质的、实在的、可以观察得到的、不能用化学方法分解为简单物体的实物。元素结合形成各种复杂的物质，各种物质通过适当的分解方法，最后都变为元素。”

元素就是“某种不由任何其他物体构成的或是互相构成的原始的和简单的物质，或是完全没有混杂的物质，它们是一些基本成分。一切被称为真正的混合物都是由这些成分直接混合而成”。虽然从现代化学观点看，波义耳定义的元素实际上是单质，但在当时他能将单质与化合物、混合物区分开

来，实在是难能可贵。

波义耳第一次给化学元素下了一个科学的定义，并明确指出：“化学家们至今遵循着过分狭隘的原则，这种原则不要求特别广阔视野，他们把自己的任务看作是制造药物和转化金属。我却完全从另一个观点看待化学，我不是作为医生，也不是作为炼丹家，而是作为哲学家来看待它的。在这里，我制订了一个化学哲学计划，希望以自己的实验和观察来实现，并使其臻于完善……”，由此可以看出，他既反对把化学归结为炼金术或炼丹术，也不同意把化学附属于医药学，而把化学看作一门独立的科学。他认为，化学的任务是阐明化学过程和物质构造，为此要采用实验的方法。从此以后，化学的发展开始有了转折点，有人将伽利略的《关于两大世界体系的对话》作为经典物理学的开始，将波义耳的《怀疑派化学家》作为近代化学的开始。革命导师恩格斯对这位毕生怀疑旧观念、积极扫除旧观念的科学家、哲学家也做出了公正和崇高的评价：“波义耳把化学确立为科学。”

贝采利乌斯 和 化学元素符号

贝采利乌斯 (Jöns Jacob Berzelius, 1779~1848), 瑞典化学家。他首先倡导以元素符号来代表各种化学元素。他提出, 用化学元素的拉丁文名称的第一个字母表示元素; 如果某两个元素的一个拉丁字母相同, 就用第二个字母的小写附在第一个字母后以示区别。

贝采利乌斯于1779年8月20日出生在瑞典南部哥德兰省东部的一个小乡村里。他父母早逝, 自幼由祖父和姨母教养成人。他从小就聪明过人, 没有上学的条件, 便坚持刻苦自学。

成年以后, 贝采利乌斯和弟弟一起来到乌普萨拉, 一边干活谋生, 一边坚持自学。他曾到医院里做医生的助手, 也曾给人补过课, 过着节衣缩食、极为俭朴的生活。1796年, 他利用积蓄的钱进入乌普萨拉大学学习医学。在学习中, 他对化学发生了极大的兴趣, 并有意识地结识了这所大学里著名的化

学家约翰·阿夫采利乌斯教授。阿夫采利乌斯教授被贝采利乌斯强烈的求知欲和锲而不舍的勤奋精神所感动，破例允许他在实验室里自由地做各种实验。他在医院当助手时曾对矿泉水做过一些研究。进入实验室后，他利用教授提供的优越条件，在教授的指导下，对过去的分析研究结果重新进行验证整理，并从理论上进行概括，以攻读博士学位。1802年，他以对矿泉水的出色研究成果，荣获医学博士学位。毕业后，他到斯德哥尔摩一所外科医学学校任普通助教。为了维持生活和继续从事科学研究，他被介绍到大矿场主希津格尔家，同有强烈求知欲的希津格尔先生讨论感兴趣的化学理论问题，在家庭实验室里进行矿物化学分析。这期间，贝采利乌斯首次发现了金属铈。1806年5月，贝采利乌斯被任命为讲师，生活费用有了基本保障，逐渐结束了漂泊不定的生活。这样，他便能以充沛的精力投入化学研究了。

在对原子论的研究过程中，贝采利乌斯发展了拉瓦锡的二元论思想，把一切化合物都看成是成对的，即由两部分组成并由电子结合在一起。他同道尔顿一样，认为原子互相结合在数目上要受到一些规律的限制，并指出某一元素的原子可以与其他元素的1个、2个、3个或更多的原子化合，某一元素的两个原子可以与其他元素的3个、5个或7个原子化合，以同样形式结合在一起的原子应生成同样的结晶形状。

贝采利乌斯认为各种原子都带电，有的带正电，有的带负电，并依电正性递增的顺序将元素排列起来，得到一个“电化序”。贝采利乌斯原子带电的观点是错误的，但他的理论对认识元素和化合物的性质、探讨化学反应规律，还是有一定指导作用的；他列出的电化序，显然也是后来电负性概