

学科案例教学论书系

总主编 王祖浩 / 夏志芳



化学 案例教学论

王祖浩 等著

HUA XUE
ANLI JIAOXUELUN



时代出版传媒股份有限公司
安徽教育出版社

教育部普通高等学校人文社会科学重点研究基地
——华东师范大学课程与教学研究所研究成果

化学 案例教学论

王祖浩 等著



时代出版传媒股份有限公司
安徽教育出版社

图书在版编目(CIP)数据

化学案例教学论 / 王祖浩等著. —合肥:安徽教育出版社, 2011. 12

(学科案例教学论书系)

ISBN 978-7-5336-6447-3

I. ①化… II. ①王… III. ①中学化学课—教案(教育) IV. ①G633.82

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第273977号

化学案例教学论

HUAXUE ANLI JIAOXUELUN

出版人:郑可

质量总监:张丹飞

策划编辑:杨多文

责任编辑:徐宝妹

装帧设计:许海波

责任印制:王琳

出版发行:时代出版传媒股份有限公司 安徽教育出版社

地址:合肥市经开区繁华大道西路398号 邮编:230601

网址:<http://www.ahep.com.cn>

营销电话:(0551)63683012, 63683013

排版:安徽创艺彩色制版有限责任公司

印刷:安徽瑞隆印务有限公司

开本:720×1000 1/16

印张:27

字数:490千字

版次:2014年12月第1版 2014年12月第1次印刷

定价:39.80元

(如发现印装质量问题,影响阅读,请与本社营销部联系调换)

序

自 21 世纪初开始,我国基础教育课程发生了巨大的变革。10 年来这一场改革成绩显著,“为学生的发展而教”的理念已深入人心,新的“课程范式”经受了实践的检验,较好地实现了从“应试教育”向“素质教育”的转型,其中教师在课程实施中所起的作用不可低估。布鲁纳强调,“不管我们的教育计划变得多么周密,其中一定要留个重要的位置给教师。因为,归根结底,行动只在那里发生。”显然,课程改革的成败归根结底取决于教师。从某种意义上讲,课程即教师,优质课程源自于优秀教师。因此,如何让我们的每一位学科教师都能拥有较高的专业素养,不仅能主动地研究新课程,而且能有效地执行新课程,这是需要深入研究的一大问题。

教师的质量是基础教育质量之基础。近年来,指向培养未来教师的高师教育课程体系远落后于基础教育课程改革的需求已成为不争的事实。以“老三门”(教育学、心理学、学科教材教法)为主体的传统的教师教育课程体系存在明显的缺陷,如课程体系相对封闭、课程内容陈旧、知识脱离实践、方法论指导缺乏等。高师的教师教育课程本应为学生未来从事教师职业所提供的专业基础课程,但在现实中往往被强硬的“专业学术课程”挤压,有的学生认为这些“软课程”一知半解就行;教师传授的术语、原理脱离学科教学实际,缺乏方法指导。因此,30 年来改革高师教师教育课程的呼声此起彼伏。今天,建立与新基础教育课程接轨的课程结构、课程内容和教学方法,已是当务之急。

“教学在本质上是一种‘学术的专业’(Learned Profession),一种复杂性的智慧工作”(舒尔曼,1986)。包括舒尔曼在内的诸多学者认

为,教师所拥有的教学知识可以分为两类:一种是学科内容的知识,另一种是学科教学法知识。所谓学科内容的知识,就是所教学科的专业知识。如语文学科中的文学知识、理科中的科学知识、数学学科中的几何学知识等。这些知识是该领域的专家所拥有的知识,亦即专业所固有的知识。但是,教师应当具备的知识绝不仅仅是这种学科内容的专门化知识,它是必要条件,但不是充分条件。即便拥有了专业学科的深厚知识却没有教学的知识与技艺,作为教师的专业性是不充分的。在这里,更加受到重视的应该是教学论知识,可以说它是高师教师教育的核心课程之一。

如果说教育学是高等师范院校最具“师范性”的课程,那么“学科教学论”则是将专业性特征与师范特征相融合的代表性课程。它虽未能承担起培养合格中学教师的全部使命,并且学科自身的体系也有待完善,但它在培养新一代教师教学能力上所起的作用仍是不可低估的。学科教学论的核心任务是“以实践为目的”的理论设计,关注理论的具体化和操作化,能解决学科教学中的实际问题,并且通过研究中小学教学实践中的问题丰富学科教学的理论。学科教学论的“实践取向”不仅是指在课程结构、课程内容中要加大实践环节的比重,还应改变课程实施以单一的讲授为主的状况,强化学习与实践相结合、教学方法与中小学课堂实践紧密结合思想,倡导以情境创设、典型案例分析、问题解决、经验分享、合作研讨等多种形式的参与式教学,注重培养教师在具体情境中解决问题的能力。

20世纪80年代以来,人们越来越意识到实践在教师教育中的重要作用,不少国家都将“现场经验”与“临床实践”作为教师培养的专门标准提出。正如医生、律师从病例和判例的案例中得到学习一样,教师也必须从教学实践的案例中学习。美国卡内基教育基金会1986年出版的报告《准备就绪的国家——21世纪的教师》中明确指出:“应当采用的方法,就是法学和管理学院得到充分发展、但在教师教育中却

几乎陌生的案例分析。提示了大量教学问题的‘案例’教育,应当作为讲授的主要焦点加以开发”。

案例是“关于实践的”,基于真实的教育情境或教学事件,包含有一个或多个疑难问题,同时也可能包含有解决这些问题的方法。优秀的教学案例运用重要的教学两难问题给学生提供替代性经验,通过向学生提供专家型教师思考和处理教学两难问题的模型与方式,增强他们的教育教学技能,并帮助学生明确重大的教育问题,学会从专业的角度进行思考和解决实际教学问题。

在专家型教师思考和解决教学实践问题的案例支持下,学科教学论课程的教学不是“传递经验”“讲解要领”“指导方法”之类的单向训练,而是基于创造性实践的经验和反思的自我形成与相互交流。具体而言,要求通过收集和建构“解决实践问题的策略”而展开的借助案例研究的思路。教师教育不是简单地基于行为主义的能力训练,而是基于认知情境理论的“实践智慧”的发展。此乃教师专业发展的重要途径。

教师知识的研究表明,专业教育、专业发展不能与经验分离,实际情境中所面临的问题往往都非常复杂,而理论知识则往往是单纯的、概括的、简化的。这两者之间无法直接一一对应,教育实践工作者无法把先前所学的知识直接拿来直接套用。理论的作用更多的不是指导解决某一具体问题而是促进实践者反思、提升实践者的反思水平;教师教育的目的应是帮助教师通过新的教育理论来理解、检验和批判性地反思自己的实践性知识,从而改组或改造原有的教育知识结构;职前和在职教师的教育理论教学不能停留在灌输的水平;教师教育不应是呈现一套固定的规则,要求教师照搬,而应提供各种代表性的理论观点及背景和依据,扩展教师的视野,加深他们对教育的理解,从而帮助他们做出更明智的选择,帮助教师丰富和发展他们的个人实践性知识。

为推进教师教育课程的创新与优化,由两位国内著名的学科教育专家、华东师范大学博士生导师王祖浩教授、夏志芳教授主编的“学科案例教学论”丛书,尝试借助丰富的学科案例创造性地反映教师教育的规律,力图“自下而上”地揭示学科教学的规律,阐释专家教师的“教学实践智慧”。以实践记录与反思为基础,重视学习者在班级、课堂等实际情境中对教育知识的自我建构,从而提高学习者面对复杂教育教学情境的决策能力和行动能力。

这套丛书的出版,不仅体现了我国教师教育系统中学科教学论教材内容的革新,弥补了我国教学论研究的不足,更重要的意义还在于直接影响了教师教育的观念和教学方式的变革,可以为我国高等师范培养优秀的未来教师提供更多先行的经验,为探索创新型教师的特质和成长规律开辟新的途径。

教育部全国教师教育课程资源专家委员会主任委员

华东师范大学课程与教学研究所名誉所长

华东师范大学终身教授、博士生导师

钟启泉

2013年12月

前言

基础教育课程改革经历了前期的准备阶段、初期实验阶段,目前已进入全面推广和深入实施阶段。义务教育课程标准在十年实验的基础上,于2011年完成了修订,目前高中课程标准也即将启动修订。十多年来的事实证明,素质优良的教师是实施新课程的关键因素,高等师范院校承担着培养新课程师资的重任,教师教育课程建设事关重大。在《教师教育课程标准》(试行)中明确提出“实践取向”:教师教育课程应强化实践意识,关注现实问题,体现教育改革与发展对教师的新要求;教师教育课程应引导未来教师参与和研究基础教育改革,主动建构教育知识,发展实践能力;引导未来教师发现和解决实际问题,创新教育教学模式,形成个人的教学风格和实践智慧。

“化学教学论”课程是为师范生将来从事化学教学工作打基础的、最有学科“含金量”的一门课程。然而,“化学教学论”课程并未能在未来教师培养中显示其生机和活力。究其原因,一是其内容构建仍然沿袭着演绎思路,由一般教学论的理论原理加化学教学的实例,难以彰显学科教学知识(PCK)的特质;二是教学方式仍以讲授法为主,远离真实的教学情境,在未来的职业生涯中学生很难将大学所学的教学法理论迁移到教学实践中,有指向地解决实际问题。

为培养适应新时期的化学研究型教师,作为高师化学专业主干课程的化学教学论,其内容体系和教学方式的改革尤为迫切。从中学化学课程标准的具体要求出发,帮助学生认识化学课程的价值,理解化学课程的理念,熟悉化学课程内容,引导学生在实践中探索教学方式,结合学科实践案例进行分析、讨论,从中提炼教学法原理,强化师范院校毕业生的教师特质。

然而,高师院校学生在学习化学教学论之前,尚无机接触大量的学科教学实践,以案例为载体的教学则可弥补这一不足。案例来源于真实的教育情境,既可以反映一节课,也可以反映一件事或一个活

动;既可以是教师亲历的人和事,也可以是前人或其他学校教师经历的事件或事例;既可以是成功的经验,也可以是失败的警示。在各种具体案例的分析和讨论中,学习者不仅可以更好地领悟、理解和检验有关教学论的原理知识,更重要的是逐渐积累起与化学教学实践相关的临床经验,学习如何应对和解决错综复杂的、结构性较差的现实教学问题,扩展并加深对教师职业的理解。

虽然,关于化学教师教学的知识不可能在一本著作中被穷尽,但它所提供的知识基础和方法论基础,有助于未来教师在实际情境中进行迁移。“基于实践—提升实践—回归实践”的取向是本书编写的目的所在。《化学案例教学论》不是旨在理论观念上谈教学,而是把理论与实践相结合,以解决实际教学问题为导向。这种理论源于实践,也是对专家型教师思考方式和实践行为的一种解构——让师范生像真正的专家型教师那样去思考问题、分析问题和解决问题,一旦他们走上工作岗位,就可以把这些解决问题的思维方式进行迁移应用。这正是作者编撰本书的良苦用心所在。

本书力求突破“理论加实例”的传统教学法教材的编写架构,尝试“自下而上”地揭示学科教学规律,整理、阐释优秀化学教师点点滴滴的“教学经验”,以期汇聚成专家型教师的“实践智慧”。

第一章“化学学科发展的内在价值”从“为什么要教化学?”“教什么样的化学?”“如何教化学”谈起,帮助师范生建立起正确的化学教学价值观——作为知识体系的化学,不仅具有认知价值及实用价值,其博大精深的学科观念、思想方法、人文内涵对学生发展的影响更为深远。

第二章“化学课程标准与教材解读”要求师范生熟悉化学课程标准的结构,了解中学化学课程内容选择的思路,认识教材建构基本线索和教材研究的方法。

第三章“化学单元内容教学设计优化”让师范生学会以“单元”为单位,从整体出发设计教学,合理安排教学思路,设计学生活动和教学情境,关注学科观念的建构和三维目标的实现。

第四章“化学课堂提问的特点及运用”重点探讨了如何设计高质量的问题,发挥提问的应有价值;阐述了提问与学生思维发展的关系。

第五~十一章则选取中学化学课程中的核心内容“化学理论知识”“元素化学知识”“化学计算”“化学实验探究”“化学思想观念”以及

“化学习题”“化学复习课”为主题,分别探讨每一个主题的特征、教学设计及相应的教学思路和策略。

第十二章“化学教学中信息技术的合理应用”讨论了信息技术的优点及使用误区,结合案例探讨了提高课堂教学效益、促进教师和学生转变教学方式的有效手段。

本书在内容组织方式上体现了“做中学”的理念。每章以“案例”为载体,呈现“教学问题”及“解决问题”的具体行为,让师范生在对案例分析讨论的基础上提炼“问题解决的思路”“隐含的思想方法”“教学法原理”和“教学智慧”,再用于解决教学实践中的问题。本书各栏目主要功能如下:

【开篇案例】呈现于每一章的引言后,包含本章所要讨论的核心问题;

【核心问题】提炼开篇案例中所蕴含的核心问题,围绕这些核心问题形成每“节”内容;

【案例导读】提出将要讨论的问题,让学习者带着问题研读案例;

【案例呈现】呈现与本节主题密切关联的案例;

【案例分析】围绕“案例导读”中提出的问题,具体分析解决问题的教学行为、思想方法等;

【观点提炼】从教学论的高度提炼隐含的思想方法、教学原理或教学智慧等;

【篇末案例】呈现于每一章的末尾,作为延伸思考的载体;

【思考与实践】针对篇末案例提出问题,供学习者运用本章所学知识思考和实践。

本书是多所师范大学长期从事化学教育研究的教授、副教授、博士与优秀的中学化学教师、教研员合作研究的产物。由教育部化学国家课程标准研制组组长、国家基础教育课程教材专家工作委员会委员、华东师范大学化学系教授、博士生导师王祖浩主持编写,并负责确定本书内容框架和编写体例,杨玉琴教授任副主编。参与各章编写的有:杨玉琴(第一、三、四章);占小红、张新宇(第二章);姚晓红、吴雪梅(第五章);陆惠莲(第六章);董俊、王祖浩(第七章);徐焱、王祖浩(第八章);迟少辉、王祖浩(第九章);王建军(第十章);张国华(第十一章);徐睿(第十二章)。丁伟、顾鸣英、倪华英、肖莉等老师参与了本书初稿的讨论,陈花蕊、陈清、龚伟、竺丽英参与了本书的文字修改和校

对工作。王祖浩、杨玉琴对各章内容进行了仔细的修改,最后由王祖浩统稿和定稿。

本书既可作为高师院校本科生化学教师教育的教材,也可作为化学课程与教学论硕士、化学教育专业硕士的教学参考书,还可为中学化学教师的在职学习和集中研修提供素材。

本书是华东师范大学课程与教学研究所“教育部人文社会科学重点研究基地建设项目”的成果之一,也是教师教育国家级精品资源共享课“中学化学课程标准与教材研究”(王祖浩主持,2013年)建设的成果和重要的学习资源。书中引用了国内外不少学者的研究成果,编写过程中得到了华东师范大学课程与教学研究所名誉所长钟启泉教授的积极鼓励,安徽教育出版社领导和编辑的大力支持,在此向他们一并表示衷心感谢!

由于作者水平所限,文中的观点、案例和文字难免存在遗漏或失当之处,恳请广大读者不吝赐教,以便我们进一步修正。

王祖浩

2014年8月

C 目 录 Contents

前 言	1
第一章 化学发展的内在价值	1
第一节 化学的社会价值:创造物质文明	2
第二节 化学的内在魅力:折射人文意蕴	8
第三节 化学的重要特征:弘扬实验探究	15
第四节 化学价值的教学:从感性到理性	23
第二章 化学课程标准与教材解读	32
第一节 课程结构:化学课程设计的基本框架	34
第二节 课程目标:学生科学素养的发展要求	41
第三节 内容标准:化学课程核心知识的选择	52
第四节 教材建构:知识、方法与价值观融合	61
第五节 研究视角:教材的内容、组织与呈现	70
第三章 化学单元内容教学设计优化	83
第一节 化学单元内容划分:基于“三维目标”	84
第二节 化学教学思路形成:知识与方法梳理	91
第三节 化学学习活动安排:学生学习方式变革	99
第四节 化学教学情境创设:展现学科教学功能	110
第四章 化学课堂提问的特点及运用	122
第一节 开启思维:化学课堂问题的本质属性	124
第二节 问题脉络:化学课堂思维推进的动力	133
第三节 为理解而问:“生成性”问题的教学法	141
第五章 化学理论知识分析及教学思路	152
第一节 标准和教材分析 1:核心概念的类型和构成	153
第二节 标准和教材分析 2:化学原理的要求及适用性	162

第三节	理论知识教学思路:合理运用归纳法与演绎法	171
第六章	元素化学知识分析及教学思路	185
第一节	标准和教材分析:典型的元素及化合物知识	187
第二节	元素知识教学思路 1:实验现象的感知与推理	194
第三节	元素知识教学思路 2:物质知识的结构化表征	202
第四节	元素知识教学思路 3:物质性质的预测与实证	211
第七章	化学计算模型分析及教学思路	218
第一节	标准和教材分析:揭示化学计算特征	219
第二节	化学计算教学思路 1:明确化学依据	226
第三节	化学计算教学思路 2:建立等量关系	231
第四节	化学计算教学思路 3:数图结合解析	240
第八章	基于实验的化学探究教学范式	250
第一节	化学学科永恒魅力:实验独特的教学价值	252
第二节	科学探究走进课堂:基本要素与过程设计	260
第三节	探究教学范式 1:基于现象进行实证推理	268
第四节	探究教学范式 2:围绕问题解决设计方案	275
第九章	化学思想观念的特征及教学策略	285
第一节	内涵界定:化学思想观念的深层解读	286
第二节	概括提炼:化学思想观念的基本特征	291
第三节	内容线索:化学思想观念的教材解析	296
第四节	化隐为显:化学思想观念的教学策略	310
第十章	化学习题设计与解题思维策略	321
第一节	化学习题设计原则:知识与能力兼顾	323
第二节	化学解题思维策略:指导学生掌握方法	333
第三节	开放性习题的特征:让思维插上翅膀	341
第十一章	化学复习课设计及教学策略	350
第一节	复习课设计依据:学生类别与问题类型	351
第二节	复习教学策略 1:揭示知识的本质联系	356
第三节	复习教学策略 2:异中求同的变式训练	365
第四节	复习教学策略 3:基于测验的问题讲评	375

第十二章 化学教学中信息技术的合理应用	388
第一节 突破认知障碍:关注学生的思维特征	390
第二节 促进人机交互:转变学生的学习方式	401
第三节 运用数字化辅助:强化学生的探究能力	410

第一章 化学学科发展的内在价值

化学学科是自然科学的重要组成部分,在漫长的发展过程中不仅带给人类物质文明,还留下了无数的精神财富。长期的实践证明,化学教育对促进学生的全面发展、培养学生的科学思维、提高公民的科学素养具有不可替代的作用。事实上,化学教育自诞生之日起,人们一直在努力探索化学课程与学生发展的关系,积累了大量的理论和实践经验,这无疑是化学教育研究的一笔宝贵财富。更重要的是,这百多年来的历程还清楚地告诉我们:化学学科的探索无止境,化学教育只有紧跟时代的步伐,与时俱进,方显其强大的生命力和巨大的教育价值。21 世纪初,科技飞速发展,社会瞬息万变,中国的教育已步入崭新的历史时期。传统的化学学科教育在基础教育课程改革浪潮的猛烈冲击下,寻求着新的发展。

【开篇案例】

案例 1-1 中学生之“问”——为什么要学化学

学了多年的化学,但还是不明白我们为什么要学化学。有人说化学能训练思维,而我以为这是数学科目的职责;有人说学化学是为了体验科学探索精神,可是现实中,我们有多少机会能获得这样的体验?我们只是一天到晚做题目,而且题目越来越古怪,有的类似脑筋急转弯:不是你不聪明,只是你没往出题人的角度去想。谈到化学,我更多地会想到污染、酸雨、毒气泄漏、毒奶粉……唉!化学究竟能为我们带来什么?学化学究竟为了什么?

——摘自一位中学生的日记

【核心问题】

从学科的角度来看,化学是一门中心的、实用的、展现创造魅力的学科,化学学科的发展一直伴随着人类的发展史、进步史,并在其中起着至关重要的作用。但为什么我们的学生对“为什么要学化学”倍感困惑?为什么越来越多的人将化学与污染、有毒等同起来?“中学生之‘问’”实质上从某一侧面反映了化学教学中化学学科价值的缺失。中学化学教师是学生认识化学、学习化学、喜欢化学,乃至将来从事与化学有关的工作的领路人,如何做好这样一个领路人,是我们迫切需要解决的问题。我们需要思考的是:

(1)如何让学生对化学学科有客观、正面、积极的认识,理解和掌握化学学科

的本质?

(2)如何让学生通过化学学习,不仅掌握一定的化学知识和技能,而且了解科学技术及其后果,能积极参与与科学技术有关的社会问题的决策,具备一定的科学素养?

(3)如何让学生在学习化学知识、技能之后能将其应用到日常问题的解决中?

(4)化学学科中蕴含着丰富的人文素材,我们又如何将人文教育有机地渗透到化学学科教学中,从而促进学生全面、和谐、健康的发展?

围绕这些问题,本章从化学的社会价值、化学的重要特征、化学的独特魅力、化学价值的教学展开,以期能对你理解这些问题开启一扇窗,引领你深入思考你正在从事的或将要从事的化学教学的深层价值。

第一节 化学的社会价值:创造物质文明

人类从远古时代开始,通过使用火、制造陶器、冶炼金属和提取染料等一系列化学实践活动,远离了原始单调的生活方式,逐步进入了今天的文明社会。在人类进程中,化学始终扮演着重要的角色。在现代社会中,人类生活以及社会发展更与化学密不可分:是化学印染和合成纤维让衣饰丰富多彩;是化肥和农药的使用让粮满仓、菜满篮;是石灰、水泥、玻璃的制造和使用让广厦千万;是金属冶炼、橡胶合成、石油分馏让人类以车代步;化学洗涤品、食品添加剂、美容化妆品以及装饰材料,更为人类的生活锦上添花。因此,人类的衣食住行无不与化学产品有关,今天我们生活在化学的世界中。

请你带着以下问题,研读案例 1-2。

[案例导读]

(1)如今,我们谁也不会为拥有一个铝制容器而兴奋。而它曾经是拿破仑尊贵地位的象征,也是当年门捷列夫所获奖杯的主要成分。铝为什么能从豪门显贵的奢侈品进入寻常百姓家中?

(2)我国的青铜时代至少始于公元前 1600 年的商代,铁器时代盛于公元前 500 多年的春秋时代,而铝的大规模冶炼距今却仅 100 多年。你能从化学的角度予以解释吗?

(3)霍尔发明的冶炼铝的方法中涉及了哪些化学原理和化学反应?他在冶炼铝的过程中遇到了哪些问题,又是怎样解决的?

(4)你是否能列举出一些彪炳人类物质文明史的重大化学发现?

[案例呈现]

案例 1-2 铝的冶炼^①

传说拿破仑三世在筵席上,为多数客人提供金餐具,而只让少数尊贵客人使用铝餐具。1885年,美国首都华盛顿特区落成的华盛顿纪念碑上的顶帽也是用金属铝制造的。在19世纪,铝是一种珍贵的金属。人们最初将得到的铝粒视同珍宝,其价格超过黄金。因为从铝矿石中把铝提炼出来,在当时是极其困难的。

1825年,丹麦的奥斯特分离出少量的纯铝。1827年,德国化学家维勒用金属钾与无水氯化铝反应而制得了铝。但钾太昂贵了,所以无法大规模地生产铝。又过了27年,法国化学家德维尔用金属钠与无水氯化铝一起加热而获得闪耀金属光泽的小铝球。这一方法虽然极大地降低了铝的生产费用,但显然还没有达到能使人们普遍应用铝的程度。

1884年,在美国奥伯林学院化学系,有一位叫作查尔斯·马丁·霍尔的青年学生,当时他只有21岁。一次,他听一位教授(这位教授正是维勒的学生)说:“不管谁能发明一种低成本的炼铝法,都会为人类做出不可估量的贡献。”这使霍尔意识到只有探索廉价的炼铝方法,才能使铝被普遍应用。霍尔决定在自己家里的柴房中办一个家庭实验室。他打算应用戴维早期的一项发明:把电流通到熔融的金属盐中,可以使金属的离子在阴极上沉积下来,从而使金属离子分离出来。因为氧化铝的熔点很高(2050°C),温度条件难以达到。他通过各种途径找到了一种能够溶解氧化铝而又能降低其熔点的材料——冰晶石(Na_3AlF_6)。冰晶石—氧化铝熔盐的熔点仅在 $930^{\circ}\text{C}\sim 1000^{\circ}\text{C}$ 之间,冰晶石在电解温度下不被分解,并有足够的流动性。这样就有利于电解的进行。

霍尔采用了瓷坩埚,碳棒(阳极)和自制电池,对精制的氧化铝矿进行电解。把氧化铝溶在 $10\%\sim 15\%$ 的熔融的冰晶石里,再通以电流,结果观察到有气泡出现,然而却没有金属铝析出。他推测,电流使坩埚中的二氧化硅分解了,因此游离出硅。于是他对电池进行改装,用碳作坩埚衬里作为阴极,从而解决了这一难题。1886年2月的一天,他终于看到小球状的铝聚集在阴极上。霍尔异常激动,带着他第一次获得的一把金属铝球去见他的教授。后来,这些铝球竟成为“王冠宝石”,至今仍珍存在美国制铝公司的陈列厅中。廉价炼铝方法的发明,使在地壳中含量占 7.73% 的元素铝从此成了为人类提供多方面用途的重要材料。而发明家霍尔,当时还不满23周岁,这年12月6日才是他的23岁生日。

非常巧合的是,一位与霍尔同龄的年轻的法国化学家埃鲁也在同年稍晚些时候发明了相同的炼铝法。当后人们提起电解炼铝法的时候,便总把霍尔和埃鲁的名字联在一起。

^① 教育部《基础教育课程》编辑部. 中学新课标资源库·化学卷[M]. 北京:北京工业大学出版社,2004:66-67.