



卓越教师培养丛书

丛书主编：梁福成 王光明 贾国锋

HUAXUE XUEKE ZHISHI
YU JIAOXUE NENGLI

化学学科知识 与教学能力

（高中）

靳莹 盖立春 主编



北京师范大学出版集团
BEIJING NORMAL UNIVERSITY PUBLISHING GROUP
北京师范大学出版社



卓越教师培养丛书

丛书主编：梁福成 王光明 贾国锋

HUAXUE XUEKE ZHISHI
YU JIAOXUE NENGLI

化学学科知识
与教学能力

(高中)

靳莹 盖立春 主编



北京师范大学出版集团
BEIJING NORMAL UNIVERSITY PUBLISHING GROUP
北京师范大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

化学学科知识与教学能力. 高中 / 靳莹, 盖立春主编. —北京:
北京师范大学出版社, 2018. 7

(卓越教师培养丛书)

ISBN 978-7-303-23290-1



I. ①化… II. ①靳… ②盖… III. ①中学化学课—教学法—
高中—中学教师—资格考试—自学参考资料 IV. ①G633. 82

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 328496 号

营销中心电话 010-58805072 58807651

北师大出版社高等教育与学术著作分社 <http://xueda.bnup.com>

HUAXUE XUEKE ZHISHI YU JIAOXUE NENGLI (GAOZHONG)

出版发行: 北京师范大学出版社 www.bnup.com

北京市海淀区新街口外大街 19 号

邮政编码: 100875

印 刷: 保定市中国画美凯印刷有限公司

经 销: 全国新华书店

开 本: 787 mm×1092 mm 1/16

印 张: 17

字 数: 397 千字

版 次: 2018 年 7 月第 1 版

印 次: 2018 年 7 月第 1 次印刷

定 价: 39.00 元

策划编辑: 王剑虹

责任编辑: 李会静

美术编辑: 李向昕

装帧设计: 李向昕

责任校对: 韩兆涛

责任印制: 马 洁

版权所有 侵权必究

反盗版、侵权举报电话: 010-58800697

北京读者服务部电话: 010-58808104

外埠邮购电话: 010-58808083

本书如有印装质量问题, 请与印制管理部联系调换。

印制管理部电话: 010-58805079

总序

自从2010年教育部启动了“卓越工程师教育培养计划”之后，“卓越”一词越来越多地出现在各行业的人才培养中。“卓越医生”“卓越法律人才”等一系列“卓越计划”也相继推出。2011年教育部组织实施教师资格考试和定期注册试点，建立“国标、省考、县聘、校用”的教师准入和管理制度，师范类学生在毕业时不能直接获得教师资格证，都需要和非师范类及其他社会人员参加全国认证考试才能申请教师资格证。这项制度是《国家中长期教育改革和发展规划纲要（2010—2020年）》在加强教师队伍建设和发展方面提出的重要举措，严把教师的入口关，也是培养卓越教师的举措之一。师范类高校作为培养教师的摇篮，在“卓越计划”的大潮中，亦应遵循“卓越计划”的战略设计，积极应对《中小学教师和幼儿园教师资格考试标准（试行）》，对现行教师教育培养目标和模式进行新的定位和规划，它不仅涉及学科专业本身，而且涉及教育理论与方法；不仅涉及教学内容的取舍和课程体系的构建，而且涉及教学思想和教育观念的更新。为此，天津师范大学成功申报“天津市普通高等学校本科教学质量与教学改革研究计划重点课题——卓越教师培养模式的创新与实践”。追求“卓越”是系统工程，而建设优质的教师教育课程教材是卓越教师培养中的关键环节。由此，2013年11月在天津召开了由天津师范大学、沈阳师范大学、韶关学院以及北京师范大学出版社参加的教师教育课程建设与教材编写研讨会。会议决定出版“卓越教师培养丛书”。由天津师范大学教师教育处负责具体统筹与协调工作。

这套丛书同时兼顾了《中小学教师和幼儿园教师资格考试标准（试行）》与《教师教育课程标准（试行）》的要求，遵循《中学教师专业标准（试行）》《小学教师专业标准（试行）》的理念，不仅对卓越教师应通识的教育学、教育心理学等基本知识做了更为深刻全面的论述，对卓越教师的职业道德、德育、班级管理以及学科教学知识与教学能力提出了更为明确的界定和深刻的阐述，还为增强教师的教育文化底蕴，提高卓越教师在教育史方面的知识，特别添加了中外教育史等知识，同时为了提高卓越教师的科研能力，丛书中又添加了教育科学研究方法的详细介绍和指导。丛书全方位对卓越教师的培养构建了系统可行的教材体系。

“卓越教师培养丛书”汇集了多所师范大学的教育智慧，凝聚了北京师范大学出版社的编辑智慧，是不断完善、倾力合作、协同创新的成果。本套丛书可作为修读本科教师教育课程的教材，也可作为教师资格证考试的参考资料。我相信，丛书的出版，不仅会对广大职前教师理解卓越教师的精神实质、提高教育理论知识和解决教育教学问题等方面有很大的帮助，而且对职前教师树立正确的教育理念，明确教师自身的发展有很好的启示，是教师职业养成与专业发展起航阶段的有益教学材料。

高玉葆

2015年于天津师范大学

前言

教师资格考试是贯彻落实《国家中长期教育改革和发展规划纲要（2010—2020年）》的重要举措，是依据教育部《关于开展中小学和幼儿园教师资格考试改革试点的指导意见》（教师函〔2011〕6号）和《教育部办公厅关于2012年扩大中小学教师资格考试改革和定期注册制度试点工作的通知》（教师厅〔2012〕1号）文件开展实施的考试项目。

教师是实施素质教育，提高教育质量的关键。开展中小学和幼儿园教师资格考试改革试点，完善并严格实施教师职业准入制度，是建设高素质专业化教师队伍的重要任务。中小学和幼儿园教师资格考试改革，有利于严把教师职业入口关，强化职业道德、心理素养、教育教学能力和教师专业发展潜质。

教师资格考试分为笔试和面试。笔试主要考核教师职业所应具备的教育理念、职业道德和教育法律法规知识；科学文化素养和阅读理解、语言表达、逻辑推理和信息处理等基本能力；教育教学、学生指导和班级管理的基本知识；拟任教学科（专业）领域的基本知识，教学设计、实施、评价的知识和方法，以及运用所学知识分析和解决教育教学实际问题的能力。面试主要考核职业认知、心理素质、仪表仪态、语言表达、思维品质等教师基本素养和教学设计、教学实施、教学评价等教学基本技能。

基于上述要求，编者依照《化学学科知识与教学能力》（高级中学）考试大纲，参阅了化学课程与教学论领域的相关研究成果，编写本教材。使用此教材时，需注意以下几点：第一，化学学科知识与教学能力以教学实践为基础。对于没有实践体验的学习者而言，需要教师尽可能创设情境，让学习者在做中学，在翻转课堂中学。建议用好每章后的思考题，激发学习者的参与热情，训练学习者的语言表达能力，提升学习者的反思能力。第二，对于化学专业知识部分，本书无意重复大学化学和高中化学的相关知识，而是请资深特级教师姜国庆老师在模块1以专题的形式，剖析了高中化学的解题思路，以提高学习者的解题能力和方法意识。第三，模块2与模块3与面试内容关系最为密切，学习者应注意进入教师角色，有意识地以“化学教师”自居，掌握教学设计和教学技能。第四，模块4有利于进一步强化学习者的教师角色意识。掌握必要的测量、统计等评价方法，对于课堂教学评价部分的学习，建议与模块2、模块3的实操训练相结合，即说课、讲课、评课相结合。第五，在每章后所罗列的拓展阅读书目，是本书的重要参考文献。建议学习者依据自己的兴趣和需要，深入学习，拓宽视野。第六，正值新一轮课程改革启动之际，请学习者认真学习学生发展核心素养的相关内容，深刻领会学科观念与学科思想。

在编写过程中，编者参阅了国内同行的大量研究成果，特此鸣谢！

目 录

模块 1 化学知识运用

第 1 章 高中化学专业知识	(3)
1.1 化学科学的基本观念和思想方法	(4)
1.1.1 古代化学观与方法论特点	(4)
1.1.2 近代化学观与方法论特点	(5)
1.1.3 现代化学观与方法论特点	(9)
1.2 重要的高中化学定量实验专题	(13)
1.2.1 知识梳理	(13)
1.2.2 典题解析	(14)
1.3 无机化工流程专题	(17)
1.3.1 知识梳理	(17)
1.3.2 典题解析	(19)
1.4 气体制备实验专题	(25)
1.4.1 知识梳理	(25)
1.4.2 典题解析	(29)
1.5 新型无机框图推断专题	(34)
1.5.1 知识梳理	(34)
1.5.2 典题解析	(35)
1.6 元素推断专题	(41)
1.6.1 知识梳理	(41)
1.6.2 典题解析	(43)
1.7 数形结合与化学平衡专题	(47)
1.7.1 知识梳理	(47)
1.7.2 典题解析	(49)
1.8 “粒子”浓度关系判断专题	(53)
1.8.1 知识梳理	(53)
1.8.2 典题解析	(56)
1.9 有机综合推断专题	(59)
1.9.1 知识梳理	(59)
1.9.2 典题解析	(62)
1.10 保护环境专题	(67)
1.10.1 知识梳理	(67)

化学学科知识与教学能力(高中)

1.10.2 典题解析	(68)
第2章 高中化学课程知识	(75)
2.1 课程标准解读	(75)
2.1.1 《高中化学课程标准》概述	(76)
2.1.2 普通高中化学课程的性质	(77)
2.1.3 普通高中化学课程的基本理念	(77)
2.1.4 化学学科核心素养与课程目标	(78)
2.1.5 普通高中化学课程的设计依据及课程结构	(80)
2.1.6 普通高中化学课程内容	(82)
2.1.7 高中化学学业质量标准	(86)
2.1.8 信息链接	(89)
2.2 高中化学教材分析	(90)
2.2.1 高中现行化学教材概述	(90)
2.2.2 高中现行化学教材内容构建	(91)
2.2.3 中学化学教材分析	(99)
第3章 高中化学教学知识	(105)
3.1 高中化学教学概述	(105)
3.1.1 一般教学理念概述	(105)
3.1.2 高中化学教学原则	(113)
3.1.3 高中化学教学特征	(114)
3.1.4 高中化学教学活动	(115)
3.1.5 高中化学教学方法	(116)
3.2 高中化学学习概述	(117)
3.2.1 一般学习理论	(117)
3.2.2 高中化学学习理论	(118)
3.3 高中化学教学策略	(124)
3.3.1 元素化合物知识教学策略	(124)
3.3.2 化学基本概念教学策略	(124)
3.3.3 化学基础理论教学策略	(125)
3.3.4 化学实验与探究教学策略	(126)

模块2 化学教学设计

第4章 高中化学教学设计的理论与要素	(141)
4.1 高中化学教学设计理论	(141)
4.1.1 化学教学设计的含义和层次	(141)
4.1.2 化学教学设计的理论基础和指导思想	(142)
4.2 高中化学教学设计要素	(143)
4.2.1 分析高中化学教材	(143)
4.2.2 化学学习者分析	(146)

4.2.3	确定化学教学目标	(148)
4.2.4	化学教学方法的优化	(149)
4.2.5	化学教学情境的设计	(150)
4.2.6	化学教学媒体的设计	(150)
4.2.7	化学教学评价的设计	(151)
4.2.8	化学教学板书的设计	(151)
第5章	高中化学教学设计方法与案例	(156)
5.1	化学序言课设计方法与案例	(156)
5.1.1	化学序言课的特点	(156)
5.1.2	化学序言课的设计方法	(157)
5.1.3	化学序言课的设计案例	(157)
5.2	化学新授课设计方法与案例	(159)
5.2.1	化学新授课的特点	(159)
5.2.2	化学新授课的设计方法	(159)
5.2.3	化学新授课的设计案例	(160)
5.3	化学习题课设计方法与案例	(174)
5.3.1	化学习题课的特点	(174)
5.3.2	化学习题课的设计方法	(174)
5.3.3	化学习题课的设计案例	(175)
5.4	化学复习课设计方法与案例	(178)
5.4.1	化学复习课的特点	(178)
5.4.2	化学复习课的设计方法	(178)
5.4.3	化学复习课的设计案例	(179)

模块3 化学教学实施

第6章	化学课堂教学的组织	(199)
6.1	化学课堂教学的导入	(199)
6.1.1	导入教学的含义与基本要求	(199)
6.1.2	导入教学常用的方法	(200)
6.2	课堂教学信息的传递	(201)
6.2.1	教学信息的含义	(201)
6.2.2	教学语言的运用	(202)
6.2.3	体态语言的运用	(202)
6.2.4	板书的运用	(203)
6.2.5	多媒体设备的运用	(204)
6.3	课堂教学过程的调控	(204)
6.3.1	课堂教学调控的含义	(204)
6.3.2	课堂调控的要领	(205)
6.4	课堂提问	(205)
6.4.1	课堂提问的含义	(205)



化学学科知识与教学能力(高中)

6.4.2	课堂提问的方式	(206)
6.4.3	课堂提问的基本要求	(206)
6.4.4	课堂提问的要领	(207)
6.4.5	课堂提问的过程	(208)
6.5	实验教学的实施	(209)
6.5.1	实验讲授	(209)
6.5.2	边讲边实验	(210)
6.5.3	学生实验	(210)
6.5.4	探究实验	(211)
6.6	课堂教学的结束	(211)
6.6.1	结课的含义	(211)
6.6.2	结课的基本要求	(211)
6.6.3	结课的形式	(211)
6.6.4	结课教学的要领	(213)
第7章	化学有效教学的实施	(217)
7.1	有效教学的概念	(217)
7.2	化学有效教学的实施策略	(217)
7.2.1	真情打动	(217)
7.2.2	情境启动	(218)
7.2.3	冲突震动	(219)
7.2.4	妙语拨动	(219)
7.2.5	探究带动	(220)
7.2.6	合作互动	(221)
7.2.7	任务驱动	(222)
7.2.8	总结促动	(222)
7.2.9	评价推动	(223)
7.2.10	监控制动	(224)

模块4 化学教学评价

第8章	高中化学学习测量与评价	(231)
8.1	高中化学学习测量	(231)
8.1.1	化学学习测量的含义	(231)
8.1.2	化学学习测量的方式	(231)
8.1.3	化学学习测量的程序	(232)
8.1.4	化学学习测量的类型	(232)
8.1.5	标准化考试	(233)
8.2	高中化学学习评价	(237)
8.2.1	化学学习评价的含义	(237)
8.2.2	化学学习评价的标准和方法	(237)
8.2.3	化学学习评价的新视野	(240)

第 9 章 高中化学教学评价	(243)
9.1 高中化学教学评价概述	(243)
9.1.1 高中化学教学评价的意义	(243)
9.1.2 高中化学教学评价的方式	(243)
9.2 教师化学课堂教学效果评价方案的构建与实施	(244)
9.2.1 课堂教学效果评价的思路	(244)
9.2.2 教师化学课堂教学效果自评方案	(245)
9.2.3 教师化学课堂教学效果他评方案	(247)
9.2.4 教师化学课堂教学效果学生评教方案	(247)
9.2.5 课后座谈会	(248)
9.2.6 化学课堂教学评价的具体实施	(249)
第 10 章 化学教学反思与教师专业化发展	(252)
10.1 化学教学反思	(252)
10.1.1 教学反思的含义	(252)
10.1.2 教学反思的价值	(252)
10.1.3 教学反思的内容与方式	(253)
10.2 化学教师的专业化发展	(254)
10.2.1 教师专业化的含义	(254)
10.2.2 教师专业化的内容	(254)
10.2.3 化学教师专业化的发展	(255)

模块 1 化学知识运用

【学习目标】

1. 掌握高中化学专业知识

- (1) 了解化学学科的基本观念与思想方法。
- (2) 掌握高中化学典型试题的解题技巧。

2. 掌握化学课程知识

- (1) 了解高中化学课程的基本理念与课程标准。
- (2) 了解高中化学课程的设计思路与模块结构。
- (3) 了解高中化学教材的编排方式与内容构建。
- (4) 掌握教材分析的基本原则及常用教材的分析方法。

3. 掌握高中化学教学知识

- (1) 了解国际教育新理念及高中化学教学原则。
- (2) 了解高中化学学习理论。
- (3) 掌握高中化学教学策略。

第1章 高中化学专业知识

【本章要点】

1. 化学科学的基本观念与思想方法。
2. 化学专题解析，包括重要的高中化学定量实验专题、无机化工流程专题、气体制备实验专题、新型无机框图推断专题、元素推断专题、数形结合与化学平衡专题、“粒子”浓度关系判断专题、有机综合推断专题、保护环境专题。

【学习目标】

1. 掌握与中学化学密切相关的大学无机化学、有机化学、物理化学、分析化学及结构化学的基础知识和基本原理。
2. 掌握高中化学基础知识和基本技能、化学学科实验技能和方法；能够运用化学基本原理和基本方法分析和解决问题；掌握高中化学解题技能，学以致用。
3. 了解化学科学研究的一般方法和化学研究的专门性方法、化学学科认识世界的视角及思维方法；了解化学发展史及化学发展动态。

【导入案例】

对化学这门学科，社会上有很多负面的评价。人们在享受化学带来的种种便利的同时，又在把化学等同于污染、有毒、有害、危险、致癌……小A非常喜欢化学，立志成为一名化学教师。他深知，要成为一名化学教师，不仅自己要学好化学，还要让更多的人喜欢化学、理解化学、学好化学。

为此，他专程拜访了特级教师姜老师。姜老师的一席话让他对高中化学的概貌有了一定的了解——现行教材各模块包含的主要内容有：

化学必修1、化学必修2：认识化学科学；化学实验基础；常见无机物及其应用；物质结构基础；化学反应与能量；化学与可持续发展。

化学与生活：化学与健康；生活中的材料；化学与环境保护。

化学与技术：化学与资源开发利用；化学与材料制造、应用；化学与工农业生产。

物质结构与性质：原子结构与元素的性质；化学键与物质的性质；分子间作用力与物质的性质；研究物质结构的价值。

化学反应原理：化学反应与能量；化学反应速率和化学平衡；溶液中的离子平衡。

有机化学基础：有机化合物的组成与结构；烃及其衍生物的性质与应用；糖类、氨基酸和蛋白质；合成高分子化合物。

实验化学：化学实验基础和化学实验探究。

必修模块与选修模块从不同层面和视角构建课程内容体系，有关科学探究能力和情感·态度·价值观等方面的目标在各模块中都有所体现。万变不离其宗，要想教好化学，首先需要教师在认识上打破教材模块界限，以学科基本观念统整教材。就像认识一个人，需要了解他的经历、背景一样，作为化学专业的学生，也需要了解化学学

科的“前世今生”，理解学科本质。运用化学思想分析和解决化学问题，善于从化学思想与方法视角探析高中化学题型和解题策略。

1.1 化学科学的基本观念和思想方法

化学理论的发展伴随着化学概念内涵与外延的变化。化学的发展从人们对宏观物质的认识开始，逐步深入到微观本质。化学的发展既有连续性，又有阶段性。化学的发展历史证明，化学知识的增长、发展过程是化学概念、原理的更迭和发展的过程，是用包含较少谬误的理论代替较多谬误理论的一个曲折变迁的过程。在科学发展过程中，科学观念是决定科学进步的一个重要因素。在不同的观念下，往往有不同的研究方法、研究范式或概念，以及原理体系。化学理论发展的历史也是化学观念不断更新的过程。

1.1.1 古代化学观与方法论特点

古代不存在科学意义上的化学，也没有专门从事化学活动的阶层、职业和人员。古代化学主要是与生活直接有关的、在生产实践活动中所涉及的化学工艺和技术，属于实用化学，如陶瓷、酿造、染色等行业。实用化学发达的国家，一般都是文明古国。与化学知识相关的学说主要散见于各种自然哲学的论著中。古代化学没有什么科学传统可言，它只能从传统工匠或传统哲学家(早期的祭司)那里去追寻自己的历史根源。这两种传统大部分是各自独立的。通过工匠将实用化学的经验和技能一代代传下来，使之不断发展；通过哲学家把人类的化学思想流传下来并发扬光大，这些思想成为化学概念和科学理论的根源。

1.1.1.1 古代的科学观与化学观念

在科学发展初期，人们的科学知识多是直观经验的总结和概括。人们确信，对象与直观是统一的，科学理论只是概括人们的直观经验，而科学可以揭示客观事实。这一阶段的科学具有如下特点：

第一，科学以直观为基础，以猜想为前导，由直观到普遍是直接的；

第二，科学以定性为基础，只问“为什么”，不问“怎么样”“如何”；

第三，科学只以整体为把握对象，尚未进入到分门别类、具体抽象化研究；

第四，科学以演绎推理为主，而对个别如何经过特殊上升到一般的归纳过程不予考虑。

最早的化学观念涉及自然界的构成、物质的变化、物质的结构等。比较有代表性的观念，如中国的五行说(金、木、水、火、土)和一直延续到18世纪末期的亚里士多德的“四元素说”和“四原性说”。“四元素说”认为万物由4种元素即土、水、气、火组成，且它们是永远存在的，既不能产生，也不能消灭。“四原性说”指这4种元素具有可被人感知的两两对立的性质。例如，土包括冷和干的性质，水包括冷和湿的性质。就物质的组成而言，木头由土、水和火结合而成。把水除去，木头就变成了干柴；干柴燃烧，就把木头分成了原来的土和火。铁由土和火构成，铁矿石就是土。冶炼的过程就是把土和火结合的过程；铁生锈就是铁失去火剩下了土。这一学说成为炼金术的

主要指导思想。

1.1.1.2 方法论特点

方法论特点表现为基于直观的演绎推理，即通过对现象的直观认识，借助猜想，由直观命题上升到普遍规律，然后按照三段论式的演绎逻辑进行推理。罗素指出：“它是根据自明的东西进行演绎推理的，而不是根据已经观察到的东西进行归纳推理。”爱因斯坦也指出：“凭直观的推理方法是不可靠的，它导致了对运动的虚假观念。”

1.1.2 近代化学观与方法论特点

1.1.2.1 近代化学的奠基石

工业革命和文艺复兴给自然科学的蓬勃发展打下了良好的物质文化基础，成为自然科学发展的强大外力。在这样的历史背景下，化学从17世纪迈入了近代时期，历时两个半世纪。在这个时期中，化学知识的积累由工厂转向实验室，实验方法的确立、职业化学家的出现以及科学概念的建立使化学成为一门独立的学科。化学实验方法来源于文艺复兴时期的独立科学实践活动，而职业化学家的出现归功于社会生产力的发展、思想的解放、工业对化学的要求以及社会分工的发展。在已积累的经验知识的基础上，化学家逐步发展了一系列的概念、定律和理论。化学从多方面展开，建立起无机化学、有机化学、分析化学和物理化学等重要的基础理论分支学科，具备了较为丰富的实验基础和理论基础。

1. 波义耳提出科学的元素概念

17世纪中期，近代化学奠基者——英国化学家波义耳提出化学元素论。他认为，元素是某些不由任何其他物质所构成的、原始的、简单的物质或完全纯净的物质，是具有一定确定的、实在的、可觉察到的实物，它们应该用一般化学方法不能再分解为更简单的某些实物。用现代的观点看，他定义的元素实际上是单质，但在当时是一个观念性的突破。化学元素论否定了亚里士多德的“四元素”说，把化学确立为科学。化学从此开始向正确的方向发展。

2. 拉瓦锡提出燃烧氧化理论

如果说波义耳使化学成为一门独立的学科，一百多年以后，18世纪下半叶的法国化学家拉瓦锡则以数学法则说明了化学上的因果关系，并提出了燃烧氧化理论，进一步提高了化学的地位，使之能与其他严密科学相提并论。拉瓦锡在他人的研究成果和自己的定量实验基础上，提出了以氧为中心的燃烧理论。其要点如下：物质燃烧放出光和热；物质在氧存在时才能燃烧；物质在空气中燃烧时“吸收”其中的氧气，燃烧后增加的质量恰好等于“吸收”的氧气的质量；一般可燃物（非金属）燃烧后变为酸，金属煅烧后变为灰渣即金属氧化物。

理论的发展带来了物质观的革新和研究方法的改变，继续发展了波义耳的元素观，推翻了燃素说的元素观；物质分类的科学化使系统命名法得以确立；定量化的研究方法及研究成果确立了物质不灭原理（质量守恒定律），同时实现了化学研究从质到量的阶段化转变，是古代化学向近代化学转变的一个重要标志。

拉瓦锡不仅重视实验，更重视理论思维。尽管普利斯特里、卡文迪许等杰出的化学家都很善于观察和实验，并发现了许多重要物质，但由于他们限于经验主义，缺乏

理论概括和理论思维,最终没有像拉瓦锡那样实现化学理论的突破。在拉瓦锡的影响下,化学家都普遍重视物质之间质量的关系,所以在19世纪初涌现了一系列重大发现:道尔顿的原子学说、普罗斯特的定比定律、道尔顿的倍比定律、盖·吕萨克的气体反应体积定律以及阿伏伽德罗的分子学说。

3. 原子—分子论学说与基本定律的建立

近代化学的崛起首先应该归功于氧化理论和原子—分子学说这两大范式的建立,它们是在化学的第一个范式——炼金术的基础上发展起来的。1803年,道尔顿在质量守恒定律、定比定律、倍比定律等基础上提出了原子论。此后,阿伏伽德罗在盖·吕萨克气体反应体积关系的基础上提出了分子学说。康尼查罗综合两种学说,论证了原子—分子学说,开创了化学发展新时期。

道尔顿通过总结化学家对物质组成进行定量研究得出的经验性定律,尤其是借鉴了罗蒙诺索夫将元素和原子相联系的观点,提出原子论,使已经流行了2200年的原子说走入了科学轨道。其主要观点如下。

①所有物质都不能无限,都要达到一个最后的极限。这个极限的微粒,依照自古以来以来的说法,就叫作原子。

②原子的种类很多,各元素都有各自特有的原子。同一元素的原子,性质完全相同,质量相等。不同元素的原子,性质不同,特别是质量不同。

③化合物是由其组成元素的原子聚集而成的“复杂原子”。在构成一种化合物时,其成分元素的原子数目保持一定,而且保持着最简单的整数比。

道尔顿原子论的突出特点就是强调了原子的质量。他着手进行了各种原子相对质量的测定,为定量探索化学变化的规律提供了依据。

道尔顿的原子学说不能在“原子的简单性和不可分割性”上自圆其说,这一问题被意大利物理学家阿伏伽德罗的分子假说做出了巧妙解释。

4. 人工合成有机物与有机化学的建立

1824年,德国化学家维勒成功合成了尿素。人工合成尿素打破了生命力论,开创了有机合成之路,是有机化学发展的一个重大转折。贝采里乌斯依据李比希和维勒的研究与观点,对尿素和氰酸铵的化学组成进行分析后,提出了同分异构的概念。同分异构现象的发现及理论阐明,为后来化学结构学说的建立和立体化学的观念提供了前提条件。经过建立在电化二元论基础上的“基团学说”与建立在一元说基础上的“类型学说”的激烈争论后,加之意大利化学家康尼查罗对埋没了50年的阿伏伽德罗分子假说的重新论证,使碳链学说、原子价学说和分子结构学说在此基础上演化而出,有机化学的研究从此明朗。

比较明确提出化学结构思想的是凯库勒的价键理论。他首次提出碳是四价和碳原子彼此之间可以成键的学说。英国化学家库珀几乎同时也发表了相同观点。经典结构理论后期又发展出了关于苯分子结构的新观点、旋光异构的观点和配位理论。

立体化学是以范霍夫的立体学说为基础建立的新研究分支,这一研究范围已不再局限于化学,还涉及物理化学、光学、医药化学、生理学、发酵化学等领域,而且向原子结构的理论迈进了一大步。

在凯库勒和范霍夫解决了有关结构的问题后,有机化学出现了繁荣发展的局面。

法国化学家贝特罗和德国化学家拜尔和费歇尔等对有机合成做出的贡献推动了化学工业的发展，同时也推动了有机化合物结构的研究。

5. 门捷列夫总结出元素周期律

自康尼查罗确立了阿伏伽德罗的分子论后，化学家对分子、原子、相对分子质量、相对原子质量等概念有了清晰的认识，从而形成了统一的相对原子质量测定方法和系统的相对原子质量表。伴随着新的实验手段与方法(尤其是本生—基尔霍夫的光谱分析)的应用，大大促进了化学元素的发现和相对原子质量的精确测定。随着元素数目的增加，科学家已经隐约发现元素之间存在一定的内部联系。在出现元素的螺旋图(法国地质学家尚古多)和八音律(英国化学家纽兰兹)的分类方式后，门捷列夫提出了侧重于元素化学性质的元素周期律；罗塔·迈尔侧重于物理性质，他提出了对元素性质递变规律的见解。

元素作为化学研究的个体，是化学最基本的概念。元素周期律从整体上考查元素性质及原子相对质量相互关系的变化规律，是继原子价理论后，对庞杂的化学事实的又一次大规模综合与系统化。元素周期律的建立，不但为新元素的发现提供了理论指导，而且使化学从仅限于对大量个别零散事实做无规则排列中摆脱了出来，奠定了现代无机化学的基础。

6. 物理化学的诞生

物理化学这一分支是化学理论水平的集中体现，是现代化学理论研究的热点。

(1) 气体理论与溶液理论

物理学家提出的分子运动学说统一地说明了波义耳、盖·吕萨克、阿伏伽德罗等人提出的关于气体的定律，证实了分子假说。范霍夫将气体分子运动学说发展到溶液领域，用热力学观点解释了稀溶液的各项原理。

(2) 电化学

在奥斯特瓦尔德的支持下，年轻的阿累尼乌斯提出了电离学说，使酸碱等概念的含义从根本上得以明确，并解释了酸碱性的强弱，盐类的性质、反应与组成，中和、水解，沉淀的生成与消失等现象，使分析化学和无机化学也实现了重大突破。

能斯特根据范霍夫的渗透压和阿累尼乌斯的电离学说，提出了电池理论，据此产生了电镀法、电铸法、电解精制法等，发展了化学工业。

(3) 热化学

盖斯提出的热总量恒定的定律是热化学的基础，即化学反应放出或吸收热量的总和，只由最初和最后的状态决定，而与反应路径无关。

(4) 反应速率论

古德贝格和瓦格提出，反应速率与参加反应的各种物质浓度的乘积成正比。这一定律可从分子运动学说的理论导出，后由范霍夫等人从热力学角度给予了证明。范霍夫等人还针对温度加快反应速率的问题进行过理论与实验研究。

(5) 化学平衡论

范霍夫根据古德贝格和瓦格的定律，引入了化学平衡状态的概念，并总结出保持化学平衡的必要条件的方程式。反应速率论和化学平衡论不但是把化学家的化学变化知识牢固地构建在数学基础上的一次深刻变革，而且促进了应用化学在生产中的发展。