

68

C6-43

ZC-7

教育部师范教育司组织编写
中学教师进修高等师范本科(专科起点)教材

化学实验教学论

郑长龙 主编

高等教育出版社

图书在版编目(CIP)数据

化学实验教学论/郑长龙主编. —北京:高等教育出版社,2002.7

ISBN 7-04-010613-2

I. 化... II. 郑... III. 化学实验-教学法-师范大学-教材 IV. G633.82

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 094780 号

化学实验教学论

郑长龙 主编

出版发行	高等教育出版社	购书热线	010-64054588
社 址	北京市东城区沙滩后街 55 号	免费咨询	800-810-0598
邮政编码	100009	网 址	http://www.hep.edu.cn
传 真	010-64014048		http://www.hep.com.cn
经 销	新华书店北京发行所		
印 刷	北京宝旺印务有限公司		
开 本	850×1168 1/32	版 次	2002 年 7 月第 1 版
印 张	8.875	印 次	2002 年 7 月第 1 次印刷
字 数	220 000	定 价	12.60 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

前 言

为适应 21 世纪对人才培养的要求,不断提高专科起点的本科教学质量,进一步完善与规范各门课程的教材,教育部师范教育司组织编写中学教师进修高等师范本科(专科起点)教材,《化学实验教学论》就是化学专业课系列教材中的一种。

“化学实验教学论”是高等师范院校化学专业本科(专科起点)教学计划中的一门重要专业必修课程,其目的是使学员认识中学化学实验教学的基本规律,掌握中学化学实验教学的基础知识和基本技能,进一步培养从事中学化学实验教学工作和进行化学实验教学研究的能力,以及学员在实际的化学实验教学中的创新精神和实践能力。

参加教材编写的同志在认真学习和领会教育部有关本门课程的教学基本要求的基础上,经过讨论,确定了如下教材编写原则。

- 以科学素质教育、创新精神和实践能力的培养为教材编写的指导思想;
- 紧密结合中学化学课程与教学改革的实际,尽可能吸收中学化学实验、中学化学实验教学研究的最新成果;
- 突出研讨的特点,为学员提供进一步思考和探索的素材和线索;
- 正确地把握学员原有的专科知识基础,做好专科起点与本科的衔接。

本教材包括中学化学实验教学基本理论、中学化学典型实验研讨和中学化学实验室的建设和管理等三个部分。

以实验为基础,是中学化学教学的最基本特征;作为化学教学论的一个重要分支,化学实验教学论在化学教学理论体系中占有

特殊重要的地位；长期以来，只囿于阐述化学实验的意义、作用、类型和要求的传统化学实验教学理论，已严重滞后于中学化学实验教学改革。因此，使中学化学教师较系统、全面、深刻地认识化学实验教学规律，对于化学教师的继续教育来说，就显得尤为重要。正是基于这样的思考，本教材在第一部分中论及了化学实验的地位和功能，化学实验教学目的，化学实验的内容、类型和要求，化学实验方法论，化学实验教学模式和教学策略，化学实验教学评价，化学实验及其教学改革等内容，以期使学员较为系统地了解和认识化学实验教学规律。

“中学化学典型实验研讨”是本课程的重要实践环节，也是本课程与“化学教学论”课程相区别的特点所在。本部分内容的设计与选择，主要是基于如下考虑：实验基本操作和实验方法论是化学教师进行化学实验教学和实验教学研究的基础，因此，本部分选择了基本技能训练和实验研讨的方法论训练实验；为反映中学化学实验改革的动向，选择了微型实验和利用电化教学手段的实验（如多媒体模拟实验）；考虑到中学化学要紧密联系中学生的生活实际，激发他们的化学学习兴趣，选择了趣味实验和生活化学实验；为适应基础教育课程改革中新增加了综合实践课程，强调培养创新精神和实践能力的需要，选择了设计实验和综合实践活动内容。

本教材中所列举的 23 个实验和 2 个活动，均系中学化学教学中比较典型的题目，在实验仪器、设备和教学时数许可的情况下，可从中选做不少于 15 个实验和 1 个活动。

学时分配建议

教 学 内 容		脱 产	业 余
第一部分	中学化学实验教学基本理论	8	10
第二部分	中学化学典型实验研讨	27	24
第三部分	中学化学实验室的建设和管理	1	2

参加本教材编写的有:华东师范大学王程杰、朱民,湖北教育学院吴焕云,辽宁教育学院张庆云,东北师范大学郑长龙、王秀红。全书最后由郑长龙修改定稿。编写人员参考了国内外有关文献,有的还作了引用,在这里深表谢意。

本教材在编写过程中始终得到高等教育出版社的领导与编辑人员的关怀与支持,并组织有关专家审稿,从而使教材得以顺利完成;在此,表示衷心地感谢。

本教材虽经编写人员认真编写与修改,但由于水平有限,缺点和错误在所难免,还望广大读者提出宝贵意见。

编 者

2001年10月

目 录

第一部分 中学化学实验教学基本理论	1
一、化学实验的地位和功能	1
(一) 化学实验的地位	1
(二) “实验”的含义	4
(三) 化学实验的教育教学功能	8
参考文献	15
二、化学实验教学目标	15
(一) 化学实验教学目标的划分	15
(二) 化学实验知识目标	16
(三) 化学实验技能目标	17
(四) 化学实验能力目标	22
(五) 化学实验态度目标	23
(六) 化学实验兴趣目标	26
参考文献	28
三、化学实验的内容、类型和要求	29
(一) 化学实验的内容	29
(二) 化学实验的类型、特点和要求	31
参考文献	39
四、化学实验方法论	39
(一) 化学实验问题的确定	40
(二) 化学实验设计	44
(三) 化学实验条件的控制	48
(四) 化学实验观察与记录	50
(五) 化学测定	54
(六) 化学实验结果的处理	57
参考文献	59

五、化学实验教学模式和教学策略	59
(一) 化学实验教学模式	59
(二) 化学实验教学策略	62
参考文献	65
六、化学实验教学评价	65
(一) 化学实验教学评价的意义	65
(二) 化学实验考核的形式、类型和方法	66
(三) 化学实验教学评价的形式、标准和方法	73
参考文献	77
七、化学实验及其教学改革	78
(一) 化学实验改革	78
(二) 化学实验教学改革	84
参考文献	101
第二部分 中学化学典型实验研讨	103
一、基本技能训练	103
实验一 加热灯具的使用和玻璃管的加工	103
实验二 常用仪器的规范操作练习	110
二、实验研讨的方法论训练	112
实验三 实验室制取氧气	112
实验四 木炭还原氧化铜	117
实验五 电解水	122
实验六 胶体的电泳	128
实验七 氢氯爆鸣实验	134
实验八 甲烷的实验室制取	138
三、微型实验	142
实验九 微型气体发生器的制作与性能实验	145
实验十 酸碱盐性质实验	149
实验十一 乙酸乙酯的制备	152
四、趣味实验	155
实验十二 火系列实验	156
实验十三 水系列实验	163

五、生活化学实验	172
实验十四 香烟烟雾中的毒物的测定	173
实验十五 “温室效应”模拟实验	175
实验十六 白酒中甲醇的鉴定	177
实验十七 印像实验	179
实验十八 酒精燃料块制作实验	181
实验十九 豆腐中钙质和蛋白质的检验	182
六、实验设计	183
实验二十 氨的催化氧化制硝酸实验的设计	185
实验二十一 石蜡催化裂化实验的设计	192
七、利用电化教学手段的实验	197
(一) 投影技术在化学实验教学中的应用	197
(二) 计算机辅助中学化学实验教学	200
(三) 进行电化教学时应注意的几个问题	202
实验二十二 投影实验	203
实验二十三 多媒体模拟氧化汞受热分解实验	208
八、综合实践活动	218
活动一 学校所在地区大气环境状况的调查	219
自然降尘量的测定	223
二氧化硫的测定——碘量法	225
氮氧化物(NO_x)的测定	228
活动二 学校所在地区水域的水质状况的调查	235
酸性高锰酸钾法测化学需氧量(COD)	240
碘量法测定溶解氧(DO)	243
附:对实验结果进行研究和讨论	253
参考文献	254
第三部分 中学化学实验室的建设和管理	255
一、中学化学实验室的建设	255
(一) 学生实验室的建设	255
(二) 实验准备室的建设	258
(三) 实验仪器室的建设	259

(四) 实验药品室的建设	260
二、中学化学实验室的管理	261
(一) 实验仪器、用具的管理	262
(二) 化学试剂的管理	263
(三) 标本、模型、挂图的管理	266
(四) 实验室的“三废”处理与综合利用	266
(五) 化学实验室规章制度	267
(六) 化学实验室的安全	268
附:实验室急救药箱	271
参考文献	272

第一部分 中学化学实验教学基本理论

化学是一门以实验为基础的自然科学,以实验为基础是中学化学教学的最基本特征。因此,正确认识化学实验的地位、深刻理解化学实验的教育教学功能、系统研究化学实验教学理论就显得非常重要。作为化学教学论的一个重要分支,化学实验教学理论在化学教学理论体系中占有十分重要的地位。

长期以来,只囿于阐述化学实验的意义、作用、分类和要求的传统化学实验教学理论,已严重滞后于化学实验教学改革,很多问题迫切需要从理论上加以抽象、概括和总结。本部分力图吸纳这方面研究的最新成果,对中学化学实验教学基本理论作些介绍。

一、化学实验的地位和功能

中学化学实验的地位和功能,既是化学实验教学理论的重要组成部分,也是深刻理解化学实验教学规律的前提和基础。

(一) 化学实验的地位

1. 化学实验是中学化学课程内容不可缺少的重要组成部分

中学化学课程内容一般来说,主要包括六个部分:化学基本概念、化学基础理论、元素化合物知识、化学用语、化学计算和化学实验。化学实验既属于化学基础知识(化学实验操作知识),又属于化学基本技能(化学实验技能),因而它是中学化学课程内容的组成部分之一。中学化学课程内容之间的关系如图 1-1 所示。从

图中可以看出,化学实验是其它化学课程内容的基础^①,是其它化学课程内容所不能代替的。因此,化学实验是中学化学课程内容不可缺少的一个重要组成部分。

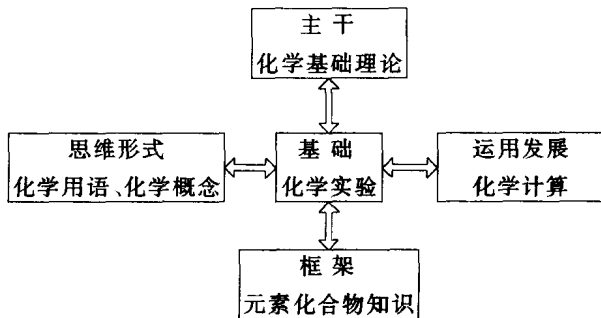


图 1-1 中学化学课程内容结构图

2. 化学实验是学生认识化学科学知识的重要认识工具和媒体

中学化学教学作为一个系统,我们可以从不同的层面对其进行考察。从化学教学认识的角度来看,学生的化学学习是一个以化学教学认识媒体为中介,认识化学科学知识的过程。在这个过程中,学生是化学教学认识的主体,化学科学知识是化学教学认识的客体,化学课程、化学教师和化学教学认识工具是化学教学认识的媒体。化学教学认识系统如图 1-2 所示。

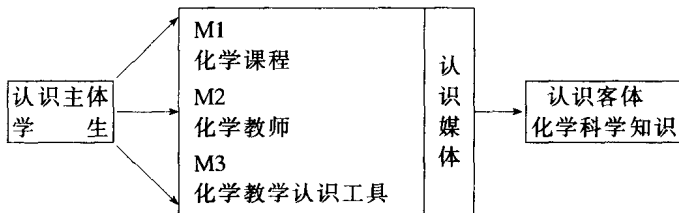


图 1-2 化学教学认识系统示意图

^① 刘知新. 中学化学教材教法. 北京:北京师范大学出版社,1983.26.

化学教学认识工具是学生认识化学教学内容和化学教师实施化学课程的重要教学手段。按认识工具的形态来划分,它包括实物形态的工具(也叫“硬件”)和观念形态的工具(也叫“软件”)两种。

实物形态的工具主要有三个方面:① 化学图表、模型和标本;② 化学实验仪器和设备;③ 电化教学手段。观念形态的工具主要有两个方面:① 化学教与学方法,如讲授、谈话、讨论、自学辅导、演示、实验等教的方法和预习、听讲、记笔记、做实验、复习等学的方法;② 认识方法(也即科学方法)^①,如观察方法、实验方法、资料 and 事实的处理方法、科学抽象方法、模型方法、假说方法等。化学教学认识工具的结构如图 1-3。

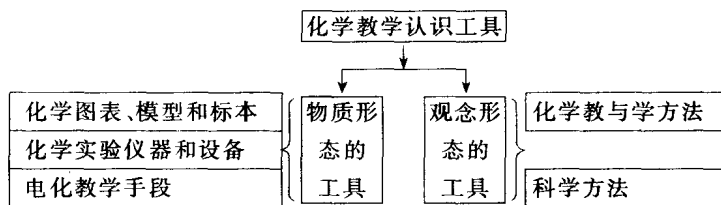


图 1-3 化学教学认识工具结构图

从图 1-3 可以看出,化学实验既是化学教学认识工具的“硬件”——化学实验仪器和设备,也是化学教学认识工具的“软件”——化学教的方法(实验法)、化学学的方法(做实验)和化学教学认识方法(实验方法)。它反映了化学教学认识的特殊性,因而是学生认识化学科学知识的重要认识工具和媒体。

3. 化学实验是化学教学认识过程中的一个重要环节

对于化学实验在化学教学认识中的地位,我们还可以从动态的角度(也就是把化学教学认识作为一个过程)加以考察。

^① 郑长龙.论科学方法是化学教学中学生科学的认识方法.中学化学教学参考,1996(4):1~3.

化学教学认识的一般过程可以概括为：提出问题—收集资料
和事实—处理资料 and 事实—科学抽象—发现规律性—得出结论—
应用。这个过程具体来讲有两种变式：

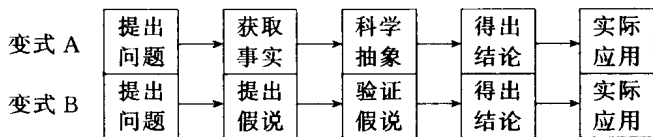


图 1-4 化学教学认识的一般过程

无论是变式 A 中的“获取事实”，还是变式 B 中的“验证假说”，都离不开化学实验。正是在这个意义上说，化学实验是化学教学认识过程的重要环节。

(二) “实验”的含义

要想正确认识化学实验在中学化学教学中的功能，除了要明确化学实验的地位以外，还必须清楚作为中学化学教学基础的“实验”的含义^①。

1. “实验”含义的多维性

在当今社会中，“实验”一词的使用比较广泛，涉及到诸多学科和领域。如科学实验、定性实验、心理实验、教育实验、化学实验、实验法、以实验为基础的引导探索法等等。

在不同的学科和领域，“实验”的含义是有所不同的。例如“心理实验”中的“实验”，是把它作为研究心理现象和心理规律的一种手段；“定性实验”中的“实验”，是把它作为研究事物质的规定性的一种方法。

虽然具体的实验含义并不完全相同，但还是能够从不同维度

^① 郑长龙,梁慧妹.试论以实验为基础中的“实验”含义.中学化学教学参考,1995(3):1-2.

对它们进行分类的。从探讨作为化学教学基础的“实验”含义的角度出发,我们可将其分成科学实践活动、科学认识活动和教学活动等三个维度。

2. 作为科学实践活动的实验——科学实验

科学实验是科学实践的重要表现形式之一,是一种有目的、有步骤地通过控制或模拟自然现象来认识自然事物和规律的一种感性活动。它具有如下的性质和特点。

(1) 科学实验是以认识自然界为直接目的

目的性是各种社会实践共同具有的重要特征。科学实验作为科学实践的一种表现形式,其目的是通过控制或干预自然来获得自然事物和现象的各种科学知识,以便更有效地改造世界。任何一项科学实验都有明确的实验目的,或是寻找某一现象产生的原因,或是了解某一事物的属性,或是验证某一科学假说是否成立等。科学工作者就是按照科学实验的目的来进行科学实验的。

(2) 科学实验是一种探索性活动

科学实验始于实验问题,实验问题就是人们还没有认识但又应该和需要进行认识的科学知识。实验问题的提出,意味着人们对新知识的追求;实验问题的解决,需要付出艰辛的劳动,进行无数次大胆而又细心的尝试和探索。科学实验的探索性是人的能动性的高度表现。

(3) 科学实验是一种现实的感性活动

科学实验的现实性和可感知性,既表现在实验主体、实验客体和实验工具上,也表现在科学实验的过程中。这是科学实验与理性思维相区别的一个重要标志。

3. 作为科学认识活动的实验——实验方法论

实验方法是科学认识感性阶段的一种重要认识方法,它与上面所说的科学实验是有区别的。实验方法是科学认识的主观手段、有效工具;科学实验是科学实践的一种重要形式,即运用实验方法来认识自然事物和现象的一种科学实践活动。

实验方法论是关于实验方法在科学认识中产生、形成和发展的理论。它包含实验方法的发展史,实验方法在科学认识中的性质、地位和作用,实验的构成要素及其结构,实验实施的一般程序和所运用的一些具体科学方法(如测定、实验条件的控制、实验观察、记录、实验结果的处理等)、实验方法与科学实验、科学理论,以及与其它科学方法的辩证关系等。

4. 作为教学活动的实验

教学活动中的“实验”含义也比较广泛,概括起来大体上有三个维度。

(1) 实验教学目的

主要有实验知识、实验操作(实验基本操作及其技能)、具体的实验方法、实验能力、实验态度和实验兴趣等。

(2) 实验类型

主要有演示实验、学生实验(包括边讲边实验),定性实验和定量实验,启发性实验和验证性实验等。

(3) 实验教学目的实施方法

主要有演示法、实验法、以实验为基础的引导探索法、实验一讨论法等教的方法和“做实验”等学的方法。

这三个维度的“实验”含义总括起来就是“做”和“怎么做”。前者主要是一个实践问题,即把实验作为一种重要的教学实践活动;后者主要是一个方法问题,即怎样运用实验的教与学方法来完成实验这种教学实践活动,全面实施实验教学目的。至于“做”和“怎么做”采取何种形式,则取决于实验教学思想、实验教学内容和其它实验教学条件。

5. 教学活动中的实验与科学实验和实验方法论

教学活动中的实验与科学实验和实验方法论属于不同的范畴。教学活动中的实验属于教学实践和教学方法范畴,科学实验和实验方法论属于科学实践和科学方法论范畴。就教学中的实验与科学实验而言,它们在实验主体和实验目的、实验客体、实验工

具、实验过程等方面是有差异的。但二者在下述方面却有着一致性。

(1) 实验性质都具有目的性、探索性、现实性和可感知性。

(2) 实验结构从静态来看,二者都是由实验主体、实验客体和实验工具等要素构成的;从动态来看,都要经过实验的准备、实施和处理等阶段。

(3) 实验在认识中的地位和作用。二者都是联结实验主体和实验客体的中介,沟通实验客体与科学认识或教学认识的桥梁;都是认识的来源、认识发展的动力和检验认识真理性的标准。

根据科学方法的层次理论,实验教学方法属于基础层次,实验方法论属于中间层次,二者的概括程度不同。作为较高层次的实验方法论对低层次的实验教学方法具有指导作用,实验教学方法应积极主动地接受实验方法论的指导。这一结论对我们重新审视实验教学方法很重要。

以前的实验教学观在对待教学活动中的实验与科学实验和实验方法论的关系上,多是采取“对立”的态度,只看到它们的差异,却忽视了二者的一致性和统一性。这种教学观至今在我们的教育理论研究和教学实践中仍有诸多表现。

6. “实验”的含义

根据前面的探讨,我们可以把作为化学教学基础的“实验”的含义概括为以下四个方面。

(1) 实验探索活动

这重含义既肯定了实验是一种教学实践活动,又体现了教学中的实验与科学实验的一致性,是一种探索性活动。同时,这也是从实践是认识的来源、检验认识真理性的标准,即实践是认识的基础来立论的。

这重含义的确立,为有效地开展实验探索教学、全面实施实验教学目的、充分发挥实验的多方面功能奠定了基础。这与目前世界理科教育的发展是完全一致的。

(2) 实验方法论

从教学中的实验与科学实验的一致性来看,实验探索活动的展开即实验探索过程,离不开实验这种科学方法,要受实验方法论的指导。因此,在化学教学中设计和实施实验探索过程时,还要以实验方法论为基础和依据。关于“实验”的这重含义,在目前的化学理论研究和教学实践中,还没有引起足够的重视,是个亟待需要加强进一步研讨的课题。

(3) 实验事实

这里的实验事实,在教学中实际上有两种类型:一种是学生直接从实验中获得的,可称为直接实验事实;另一种是限于中学化学教学的实际条件,学生无法从实验中获得,而只能从书本上获得的事实,可称为间接实验事实。无论是哪一种实验事实,都是运用实验方法论进行实验探索的结果,只不过是直接或间接罢了。因而,忽视间接实验事实在教学认识中的作用的做是需要纠正的。当然,这并不意味着削弱或否定“在教学中要尽可能通过实验来获得实验事实”的主张。“实验”的这重含义,是从认识的角度即感性认识是理性认识的基础来立论的。

(4) 实验史实

科学实验史实际上就是一部运用实验方法论进行实验探索,以获取实验事实,建立科学理论的发展史。在教学中,结合典型的化学实验史实进行讲授,也是学生获得化学理论知识的一条不可缺少的重要途径。

(三) 化学实验的教育教学功能

化学实验是化学教学的基础,它以其丰富的内涵在中学化学教学中发挥着独特的功能和作用。正确认识化学实验的多种教育教学功能,对于深刻理解化学实验教学理论,全面提高化学教学质量,具有重要的意义。

对于化学实验的功能,很多学者曾作过概括。如有的概括为