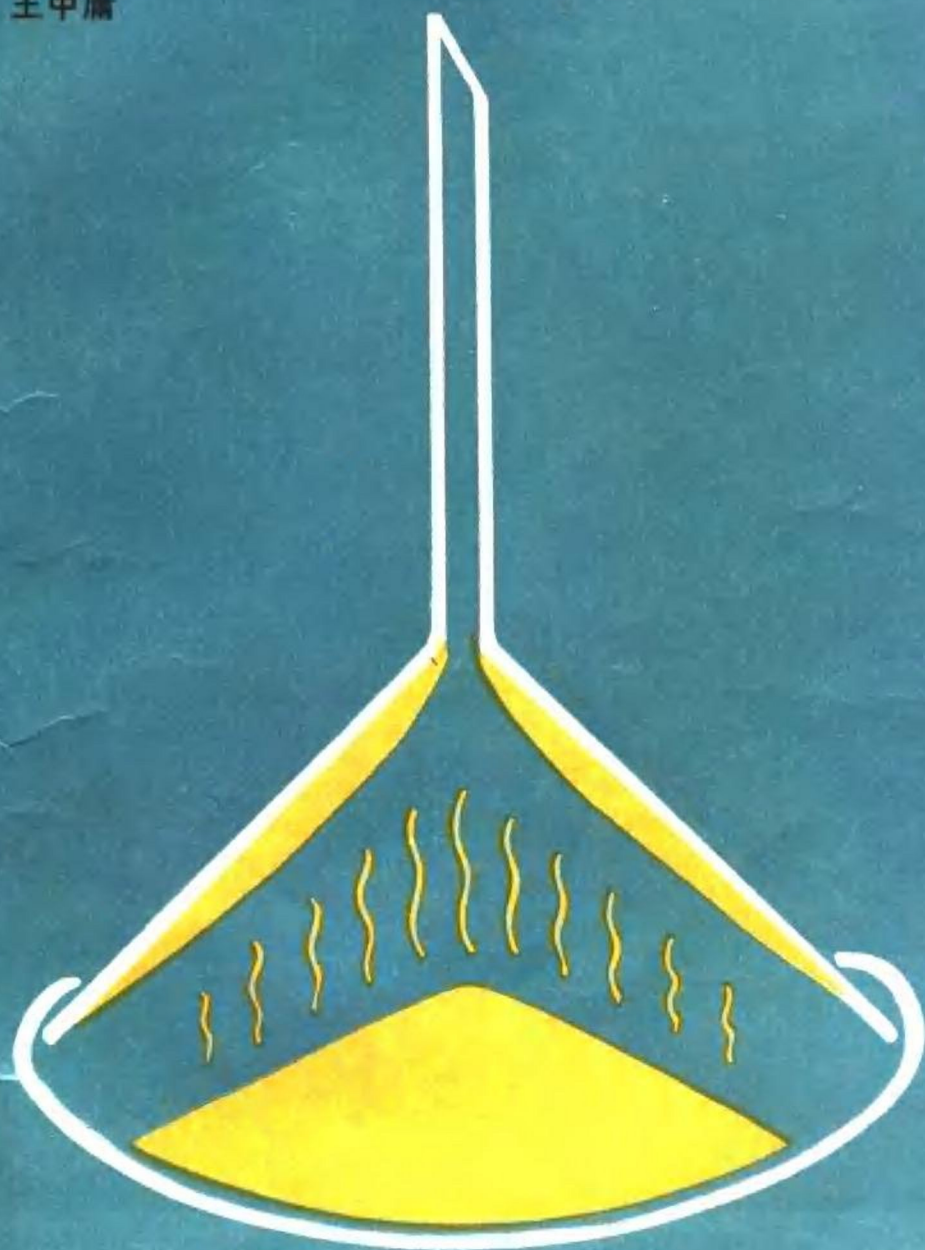


高等学校教学参考书

无机化学实验 教学指导书

陆根土 王中庸



高等教育出版社

高等学校教学参考书

无机化学实验 教学指导书

陆根土 王中庸

高等教育出版社

内 容 简 介

本书选编了四十三个无机(普通)化学基本实验的指導資料,重点在于实验教學法和研究式实验方面的研究,总结了电化教学、电子計算器(机)在实验教學中的经验,着力于学生智能的培养和教师指導的教學艺术。

这是一本实用性较强的教學参考书,内容切合教和学,資料针对性较强,编排循序漸进。可供各类学校开设无机(普通)化学实验的学生、教师和实验室工作人员阅读,也可供中学化学教师以及化学实验管理人员参考。

(京) 112号

高等学校教學参考书

无机化学实验教學指導书

陆根土 王中庸

*

高等教育出版社出版

新华书店北京发行所发行

北京市顺义县印刷厂印装

*

开本 787×1092 1/16 印张 19.25 字数 438,000

1992年5月第1版 1992年5月第1次印刷

印数 0001—1860

ISBN 7-04-002309-1/O·758

定价 7.30 元

前 言

化学实验教学,是科学,又是艺术。实验教学质量的提高,离不开学生的学习主体作用,也离不开教师的主导作用。本书是根据编者十多年来在无机化学实验教学中积累的经验和资料编写而成。可供各类高校化学教师、学生和实验室工作人员参考,也可供中等学校化学教师阅读。

“无机化学实验”是学生进大学后学习化学的第一门基础实验课。本书的第一部分,讲的是化学实验教学法,揭示了基础实验教学中的一些重要教学原则问题。例如:实验教学课应有地位,学生的学习主体作用,实验中的智能培养,指导教师的基本任务和素质修养,教材和实验室建设的重要性,无机化学实验课的研究对象等。

本书的第二部分,选取了目前许多院校采用的无机或普通化学实验中的四十三个基本实验,从教和学两个方面相应地编写指导内容。包括:教学要求,组织教学(课堂提问、示范操作、必要说明及其它),可能出现的问题,仪器和药品准备须知,实验结果要求,报告实例或结果选述(以及思考题解答),深入讨论。

本书的第三部分,总结了在基础实验教学中开设“研究式实验”(或称“发现式实验”、“设计实验”等)的意义,详细讨论了它的分类、选题和相应的实验报告(或称小论文或小研究报告)。

本书的第四部分,汇编了实验室工作人员的基本任务,电化教育、电子计算器(机)在无机化学实验教学中的应用,实验考试选题等。

本书是作者多年来在华东师范大学化学系无机化学实验教学实践的基础上编写而成的,因此离不开参加实验工作同志的辛勤劳动,也得到了教研室领导及其他老师的热情帮助和支持。全书由北京大学严宣申先生审阅,并提出了许多宝贵意见。在编写过程中得到了高等教育出版社王世显等同志的关心和支持。在此谨向他们表示衷心的感谢。

限于我们的水平,成书时间又较短,书中一定有不少错误,敬请读者批评指正。

陆根土 王中庸

1988年8月

目 录

第一部分 实验教学原则	3	§ 2-28 晶体结构模型	161
§ 1-1 无机化学实验课的地位和目的	3	§ 2-29 卤素	171
§ 1-2 学生的主体作用和能力培养	5	§ 2-30 氢、过氧化氢和过氧化物	176
§ 1-3 指导教师的基本任务和素质修养	7	§ 2-31 硫的化合物	180
§ 1-4 实验教材和实验室建设的一些要求	12	§ 2-32 氮和磷	185
§ 1-5 无机化学实验绪论课概要	14	§ 2-33 砷锑铋	191
第二部分 基本实验指导	19	§ 2-34 硼铝和碳硅	196
§ 2-1 玻璃管(棒)加工和塞子钻孔	20	§ 2-35 锡和铅	201
§ 2-2 氧气的制备和性质	25	§ 2-36 碱金属和碱土金属	206
§ 2-3 粗食盐的提纯	31	§ 2-37 铜银锌镉汞	212
√ § 2-4 硝酸钾的制备和提纯	37	§ 2-38 钛和钒	216
√ § 2-5 分析天平的称量练习	42	§ 2-39 锰和电解法制备高锰酸钾	219
§ 2-6 气体常数的测定	49	§ 2-40 由铬铁矿制备重铬酸钾	225
§ 2-7 溶液的配制	53	§ 2-41 铬钼钨	232
§ 2-8 二氧化碳分子量的测定	57	§ 2-42 铁钴镍	236
§ 2-9 凝固点下降法测定分子量	61	§ 2-43 离子交换法分离铀和钍	240
√ § 2-10 酸碱滴定	66	第三部分 研究式实验	249
§ 2-11 化学反应热效应的测定	71	§ 3-1 研究式实验的意义	249
§ 2-12 阿佛加德罗常数的测定	77	§ 3-2 研究式实验的类型和实验报告	250
§ 2-13 硫酸亚铁铵的制备	79	§ 3-3 “思考性研究式实验”的选题	252
§ 2-14 胶体溶液	84	§ 3-4 小论文(小研究报告)之一	256
√ § 2-15 化学反应速度和活化能	89	§ 3-5 “专题性研究式实验”的选题	257
√ § 2-16 醋酸电离度和电离常数的测定	90	§ 3-6 小论文(小研究报告)之二	258
√ § 2-17 电离平衡和盐类水解	99	§ 3-7 “综合性研究式实验”的选题	261
§ 2-18 氯化铅溶度积和溶解热的测定	105	§ 3-8 小论文(小研究报告)之三	263
§ 2-19 沉淀反应	110	第四部分 其它专题汇编	269
§ 2-20 氧化还原反应	117	§ 4-1 无机化学实验室实验员的基本任务	269
§ 2-21 原电池	122	§ 4-2 电化教育与无机化学实验教学	271
§ 2-22 电解池	129	§ 4-3 “无机化学实验基本操作”彩色电视教 学片目录	272
§ 2-23 配合物的生成和性质	134	§ 4-4 计算器和计算机在实验教学中的应用概述	273
§ 2-24 三氯化六氨合钴(III)的制备	139	§ 4-5 计算程序选编	276
§ 2-25 银氨配离子配位数的测定	142	§ 4-6 无机化学实验考核概述	284
§ 2-26 磺基水杨酸金属配合物的组成和稳定 常数的测定	147	§ 4-7 无机化学实验考试题选编	287
§ 2-27 物质性质和分子结构	157	参考文献	300

无机化学实验

是一门学好大学基础化学的基础课

它对于学生掌握化学知识和技能、训练科学方法和思维、培养科学精神和品德……至关重要

第 一 部 分

实验教学原则

化学是一门以实验为基础的科学。学习化学,离不开实验教学。搞好实验教学必须懂得并研究许多重要的教学规律和原则。本书的这一部分就是要结合“无机化学实验”教学来具体讨论“教”和“学”两个方面的一些重要原则问题,例如实验课程的应有地位和作用,实验教学中的能力培养,学生的学习主体作用和教师的指导原则,教材和实验室建设的重要性等等。

§ 1-1 无机化学实验课的地位和目的

“无机化学实验”课是学生进大学学习化学的第一门基础实验课,它和“无机化学”基础理论课一起为以后学习各门基础化学课程起了承前启后、打好基础的重要作用。人们常说,无机化学(包括课堂教学和实验教学)是大学化学的“入门课”,培养化学工作者的“启蒙课”,是“基础的基础课”,这是很有道理的。

我国著名的无机化学教育家戴安邦教授曾对化学实验课的目的作过精辟的概括。他说,为贯彻全面的化学教育,化学教学既要传授化学知识和技术,更要训练科学方法和思维,还要培养科学精神和品德,化学实验课是实施全面的化学教育的最有效的教学形式^①。结合这个论述,来具体分析一下无机化学实验课的基本目的。

一、传授知识和技术

化学知识包括事实、定律和学说。化学定律和学说都是在对大量实验结果和数据进行分析、概括、综合之后抽象出来的,它们还要受到实验的证实。学生对这些化学知识的掌握,必须遵循“实践、认识、再实践、再认识”的认识论,通过实验从生动直观的印象获得明确而深刻的感性和理性的认识。

实验是介绍今日化学的媒介物。许多化学原理通常能从学生实验引出。无机化学中的元素周期性,结构与性质的关系,化学热力学原理,化学反应速度理论,酸碱平衡、沉淀溶解平衡、氧化还原平衡、配位平衡等理论,都应该而且必须通过实验而深入掌握。无机化学中大量的元素及其化合物知识的掌握,只有通过实验才能收到举一反三、难以忘却的效果。当然这些理论和知识是极其丰富和繁多的,在实验教学中不可能也不必要“无所不包”,只须安排主要而又典型的实验进行教学。作为无机化学实验技术有它自己的理论、方法、手段等,它包括典型的测试和合成仪器装置以及原理,各类重要基本操作规范和原理,实验方法选择原则、数据处理和实验报告技能等。这些技能的获得和发展,必须在实践中经受不断磨炼、总结和提高。

^① 摘自 1987 年 11 月,戴安邦教授在“全国理科无机化学教材编审小组会议”上的发言提纲。

二、训练科学方法和思维

科学方法就是科学家用于解决问题、探索新知以增进人类知识的方法。先用实验和观察以收集事实得到感性知识,再经过分析、比较、判断,加以由此及彼、由表及里的推理,归纳而得到概念、定理、原理和学说等不同层次的理性知识。这种科学方法也应当是学生获得知识和技术的方法。

在学生做每一个无机化学实验时,首先要进行仔细观察、如实记录。这是了解化学事实、认识变化规律的出发点。必须在实验中不断养成这种习惯。实验中常常会出现一些“反常”现象,即所谓“不符合”书本上讲的或自己了解的事实。这时候,最能引起学生的思考和分析原因。例如应分析药品是否搞错,药品用量的多少,药品加入的先后顺序,条件有无改变等等,这些原因都有可能对某一特殊反应有直接的影响。一旦分析并解决了这个问题,学生就从“反常”中获得了“新知”。有的学生在做了“ KMnO_4 与 KI 在酸性溶液中反应”实验以后,就可能由此及彼考虑到“ KMnO_4 与 KI 在中性或碱性溶液中能否反应”,“ KMnO_4 与 KBr 、 SnCl_2 、 SO_2 、 Zn 等还原剂如何作用”,“较强氧化剂 MnO_2 能否与这些还原剂作用”……。随后他要求自己进行一些课内或课外探索实验。这些学生在获得化学知识和技术的同时也得到了科学方法和科学思维的锻炼和培养;他们不满足于一些基本实验的训练,也促进了课外实验或第二课堂教学的开展和研究。

在我们这一门基础课教学中,在学生掌握了较多理论知识和实验技能的基础上,开展一些较为复杂和综合性的“发现式实验”或“研究式实验”的教学和研究,对学生训练科学方法和科学思维,进一步培养他们的分析问题和解决问题的能力,更具有重要的意义。

戴安邦教授常说:学生在实验室里的学习工作应该象化学家在实验室里做研究工作一样。这意味着,我们的学生无论在做基本实验或做研究式实验的时候,都要从解决某一实际化学问题出发,认真查阅资料、观察和测试,从实验事实和结果得出结论,最终解决化学问题。结论就是他学习的知识。这就是说,在学生得到第一手化学知识的同时,获得了分析问题和解决问题的能力,在获得知识中发展了智力。

三、培养科学精神和品德

有卓越成就的科学家不仅有丰富的知识和高超的能力,而且有高尚的科学精神和品德。科学精神就是尊重事实、贵在精确、追求真理、善于创新的精神。科学品德,就是在科学工作中科学家的言行表现出来的性格特点,主要有:谦虚好学、锲而不舍、刻苦勤奋、为道献身、致力创新、坚韧不拔、尊重同事、乐于协作。

绝大多数学生,在中学里的实验训练是不多的,都没有受到正规的系统训练。无机化学实验是进大学后第一门正规训练的基础实验课,在各方面都要受到严格有序的训练和熏陶。尊重实验事实是每个实验者的首要宗旨。违反操作规程必须纠正,实验失败了要重做,测试实验受定量标准进行检验,实验操作、数据处理、实验报告都要自己独立完成,每次实验要记成绩,还要进行严格的考查和考试。在实验中鼓励学生有新的发现和创见,提倡师生互教互学,学生互帮互学。要求学生在实验中养成整洁、卫生、遵纪、爱护公物、注意节约等良好习惯和品德。这一切措施和要求,都是为了给学生创造一个良好的场所和环境,为今后的学习和研究工作,

在训练和培养他们具有良好的科学精神和科学品德方面打下坚实的基础。

§ 1-2 学生的主体作用和能力培养

实验课的一个显著特点是,它不象理论讲授那样,以教师讲为主,学生随之听和记,而是以学生为主体,学生自始至终处于主动地位。因此,在实验教学中的一条重要原则是:充分发挥学生的主体作用。教师在实验中的指导原则是启发,目的也是启发引导学生如何发挥自己的主体作用。对于这条原则,不论教师和领导要明确,进行实验的学生本身尤其要明确和重视。

学生主体作用的发挥,充分体现在三个能动性上,即积极性、主动性、自觉性。

一、学生主体作用的三个能动性

1. 学生积极“备课”

课堂讲授的教师能否认真备好课,关系到课堂教学的质量和成败所在,学生课前是否预习,虽然学习效果有差别,但是教师还能正常教学。实验课就不同了,学生不作预习,实验就做不下去;学生预习马虎,实验效果低劣。实验课前,指导实验的教师要备好课,但是做实验的主人更要备好课,这是毋庸置疑的了。

学生“备课”指的是:①预习实验目的、原理、操作要点等教材指定内容;②查阅有关书籍、文献资料、某些思考题答案等;③考虑如何合理安排实验方案,较快较好完成实验作业;④应明确哪些是关键步骤,自己还能做些什么新的探索性实验。

一般讲的“预习实验”,是指多数学生完成第①项内容。这里讲的学生“积极”备课,主要是能否在②~④项内容上下功夫。这是体现学生发挥“主体作用”的分界线之一。在实验教学中,我们常常发现学生懒得去查资料(包括工具书),不能解答课堂提问题目;实验时无计划,速度缓慢质量又差;实验中明明见到“反常”现象,实验报告上仍然照抄“书本”现象。

2. 学生主动动手

“百闻不如一见”。学生动手是实验的关键,只有动手,才能促使动脑。我们发现不少学生一碰到问题,就请教师或同学帮忙;当二人合作做一个实验时,尽量推给他人做,自己站在旁边看;乐于做简单的实验,看到复杂一点的实验就皱眉头。

主动动手,就是实验时把“多动手”、“多观察”放在第一位;不放过“反常”实验的研究;多做些基本实验外的思考性实验、推理性实验;主动参加课外实验、研究式实验等。

3. 学生自觉提高

动手实验,仅仅是获得感性认识的手段。从感性认识上升到理性认识以及回到实践中检验认识的正确性,还要靠自己的思索、推理、归纳等艰苦工作。它包括①完成实验报告,②结合教材、文献资料进行总结,③联系各次实验、各种技能和知识,解决一些实际的无机化学问题。实验报告是学生知识和能力的综合反映,自觉或不自觉完成实验报告,其效果大不一样。自觉提高,就是要自觉作好高质量的实验报告或研究报告,作好各种总结,进行各种“联想”或“联系”,自觉去解决一些实际的无机化学问题。一句话,自觉提高到自我发展自己的智能上。

二、实验教学中的“能力培养”或“智力发展”

通过实验使学生既获得了知识又培养了能力。知识和能力是相辅相成的。知识的增长是培养能力的基础,能力的发展促进了知识的增长。通过实验培养学生的能力是根本任务,是使学生终身受益的大事。

在无机化学实验中,涉及到的能力主要包括哪些呢?

- (1) 观察能力,思维(包括想象)能力,记忆能力。
- (2) 动手能力(或实际操作能力),查阅能力,表达(包括计算、处理)能力。
- (3) 自学能力,分析问题能力,解决问题能力。

第(1)类属于思想运动方面的能力,这是了解宏观世界、想象和理解微观世界的基本能力。第(2)类是属于独立获得知识和技术方面的能力,当然它是离不开第(1)类能力作基础。第(3)类是属于创造性方面的能力,它更离不开前面各种能力,是前面各种能力的综合表现和应用。这种能独立获取知识和技术并应用来解决实际问题的能力统称为智力。因此,教学的最重要的任务是发展学生的智力。智力是人才的必要条件。只有知识和技术而不能用于解决实际问题的是“现代文盲”,而不是人才。现在国内外不少教育家提出“以培养能力为中心”的教育思想,在我们无机化学实验教学中也应当自觉地融汇这种思想,为培养化学人才作出努力。

无机化学实验中的“能力培养”或“智力发展”,集中到一点是放在培养学生解决无机化学问题的能力上。它包括解决无机化学教学中的习题、操作应用、实验专题、课题研究,包括能解决一些日常生活和化学生产技术上的实际问题,包括将来无机化学科学研究上的新发明和发现。

三、培养解决实际问题能力的基本过程

为解决无机化学中的一些实际问题,不论问题大小和难易,一般都要经过以下的基本过程。

- | | |
|---------------------|----------------------|
| 1. 发现和明确要解决的无机化学问题 | (1) 实际中提出问题 |
| 2. 收集有关的文献、现象、素材和数据 | (2) 设计收集方案 |
| 3. 分析、研究和处理现象、素材和数据 | (3) 观察、操作、测定 |
| 4. 得出规律性和结论 | (4) 记录 |
| 5. 回到实践中检验 | (5) 处理(表格化、方程式化和线图化) |
| | (6) 概括、推理和判断 |
| | (7) 发现规律性 |
| | (8) 提出假设 |
| | (9) 验证假设 |
| | (10) 扩大应用 |

学生要在实验教学中,不管是做基本实验还是做研究式实验,都要自觉地应用这个基本过程,体会和懂得一个化学家怎样工作,确实培养和提高解决实际化学问题的能力。一切重理

论、轻实验”的思想,“做实验不如讲实验、讲实验不如背实验”的论点,不动脑筋“照方抓药”的做法,都是违背上述的科学认识论和科学方法论的。

综上所述,从无机化学实验教学对学生主体作用的充分发挥和对学生各种能力培养和发展过程来分析,可以清楚地看到,全部智力因素在实验室教学中得到很好的训练。因此,化学实验教学是实施全面的化学教育的一种极有效的教学形式。

§ 1-3 指导教师的基本任务和素质修养

实验教师肩负着培养大面积的合格化学人才的重任。教师各项基本任务的中心思想是为培养和发展学生的智力而服务。实验指导的基本原则是启发诱导。实验教师的主导作用,应体现积极引导与悉心指导相结合、严格要求与耐心教育相结合、加强基本与鼓励创新相结合。为胜任这些辛勤而光荣的任务,教师必须不断加强自我素质修养。

(一) 指导教师的基本任务

实验指导教师的职责包括:实验准备、课前讲授、实验指导、批阅报告、实验考试、开放实验和其他任务。前面四项称为实验指导的四个环节,再加上后面三项,统称为实验教师的七项基本任务。

一、实验准备

实验准备,就是指学生实验前教师应做的实验准备工作。它是指导学生实验的第一个环节。实验准备包括三个方面的工作。一是教师本人为了较熟练地掌握实验的内容,需要作好本实验的操作试验,称为教师的预备实验。二是为了使学生的实验操作顺利进行,教师事先要做学生的实验来检查所用药品和仪器的完好程度,称为用品检查。三是指导实验的教师应进行集体备课。

1. 预备实验

要求学生做的实验,教师首先要认真地、系统地做过。教师可以集中一段时间做数个实验,也可以在学生实验课前做好每个预备实验。教师预备实验的要求有如下两个方面:

(1) 对于初次指导实验的教师,要按照实验教材的内容,对每个实验进行系统试验。对于非初次指导实验的教师,对于某个往年曾经指导过的实验,若其内容或条件有所变动,还要根据变动的情况,做好该实验的预备实验。

对于实验中需要修改的地方,或可能出现问题的地方,或有争议的地方,应该反复试验,进行对比,以求得较正确的结果。

(2) 做完每个预备实验,都要认真写出实验报告。要查阅与实验有关的参考文献和手册,收集有关的资料和数据。要估计实验中可能出现的问题,要考虑如何进行组织教学(提问、示范操作、讲解内容等)。

2. 用品检查

当实验员将某个实验的准备工作基本完成后,在学生进行正式实验之前,教师需要对学生

用的主要仪器和各种药品进行必要的检查。有的学校把这项工作交给实验员进行。但是为了更有把握,指导本次实验课的教师,最好亲自检查过。在多数情况下,需要通过实验操作才能检查出仪器和药品的完好程度。检查的内容包括:

(1) 公用仪器是否齐全,称量和测试仪器是否正常。这方面的工作,我们是有过教训的。有一次实验,对于酸度计,事先没有逐个仔细检查,当学生使用时,发现某台酸度计很不稳定。在场的教师以为酸度计受潮,经过吹风、烘干等处理,发现它还是有问题。这样实验时间已过去了一半,影响了实验的进度。事后经检查,发现玻璃电极已老化,酸度计还是正常的。

(2) 使用的药品是否合乎要求,所配的试剂是否可靠。这方面的检查工作,最好通过实验来完成。有一次,我们的学生在作“化学反应速度”的实验时,有二桌的试剂没经认真检查,结果反应溶液不能出现正常的蓝色。当场经反复试验,找不出原因,重配了几瓶试剂,也不能解决问题。最后这二桌学生的实验,只得隔天进行补做。事后发现,原过二硫酸铵固体已久置分解,所配溶液 $\text{pH} < 3$ 。

3. 集体备课

同一个实验,或同一项基本操作,对于不同的班级应该有统一的要求。实验课的质量,学生实验技能的培养,不但跟每个教师的辛勤劳动有关,而且跟各位指导教师(包括实验员在内)的团结协作是分不开的。集体备课,就是要起到统一要求,密切配合,充分发挥集体智慧的作用。

集体备课,由全年级的实验指导教师一起参加,实验员有时也要求参加。可以定期讨论一个或数个实验。我们采取每两周备一次课。每次备课,可由一个教师较详细地提出本实验的重要内容、操作要点、注意事项、组织教学、实验效果和问题讨论等项目的基本要求。然后展开讨论,统一要求,便于分头准备。根据各教师实际能力,可以应用不同的教学方法。在备课会上,要及时总结前面已做过的实验,作好记录,积存资料。备课后,对有关实验内容需要摸索条件的,可共同做预备实验。

二、课前讲授

课前讲授是指导学生实验的又一重要环节,它是使学生掌握实验原理和基本操作的先导课。

课前讲授的内容是,重点讲解实验原理、操作要点、注意事项、问题讨论等,同时可进行课堂提问、示范操作或组织观看有关电视教学片。

课堂提问是检查学生对实验内容是否预习以及掌握的程度如何。示范操作是指对初次使用的仪器和实验基本操作,教师进行表演并讲解。有关电视教学片,请见本书第四部分 § 4-3 节内容。

课前讲授是在要求学生预习实验教材的前提下进行。学生的实验是以学生本人为主体的学习活动,因此,在课前不但教师要备课,学生更要备课,这是上好实验课的先决条件。如果学生事先没有备课或预习得不充分,要完成课前讲授内容是很不容易的,因为许多内容往往需要教师和学生共同活动来完成的(例如提问、讨论等)。

课前讲授的一种安排是,在同一单位时间里(例如下午)先完成课前讲授,紧接着进行学生

的实验操作。还有一种安排是，二个环节不在同一单位时间里进行。考虑到本课程的对象刚从中学进入大学，化学实验的训练一般比较薄弱，因此，入学后的开头一批实验的课前讲授，如果有条件的话，采取后一种安排较为适宜。这种安排的优点是，课前讲授的时间比较充裕，问题讨论比较深入，学生首次见到的仪器和装置、药品可以详细观察；课前讲授以后，学生还有一定的时间去深入备课，充分做好预习报告。

在课前讲授时，还可以总结上一次实验课或实验报告中出现的问题，布置下一次实验的有关事项。

我们这门课是学习化学的第一门基础课，在开始进行这种完整的课前讲授是完全必要的。随着时间的推移，课前讲授应该是越讲越少，甚至不必进行。主要由学生积极备好课，教师可抽查学生的准备情况。

三、实验指导

学生的实验操作是实验课的中心环节，进行实验指导是教师的中心任务。

学生实验操作的效能，是各人预习程度、基础知识、基本实验技能、解决实际问题能力的总体现。在实验中，能看出学生的学习态度、科学精神、良好习惯和学习纪律等情况。指导教师就是要面向全体学生，在上述各个方面进行细心观察、及时指正、耐心引导、认真总结。通常一位教师指导约十五名学生为宜，学生多了，肯定达不到应有的指导效果。

一般来说，学生由被动转入主动需要较长时间，而且可能有反复，教师要有充分的思想准备，不厌其烦地加以引导。对于未做过实验或基础很差的学生（从农村来的学生占多数），一开始就要以鼓励为主，不断增强他们的信心；对于有一定实验基础的学生（多数是大城市来的学生），一开始就要严格要求，养成良好的实验素养。

1. 细心观察

细心观察学生的仪器使用是否正确，操作要领是否得当，现象和数据的记录是否及时和正确，是否爱惜国家财物，卫生习惯和课堂纪律如何。这些都是教师所应关心的方面。

2. 及时指正、耐心引导

如发现问题，不管问题大小，无论是谁，都要及时指出，督促纠正。发现一次，指正一次，反复发现，反复纠正，不厌其烦，耐心引导。有共同性的问题，可集体引导。有时可请全体学生暂停实验，给予启发指正。也可由某学生当场表现，再作指导。

3. 认真总结

要把学生实验中的好作风和好习惯，及时总结表扬。要把存在的问题，在总结时重点指出。可以在学生实验操作课结束前，集中起来进行总结，也可以在下一次课前讲授时加以总结。根据多年经验，发现在课结束前抽不多时间进行总结，能起到趁热打铁、印象深刻、纠正及时之效。当然，要及时总结好，对指导教师来讲，是一件不容易的事情。

在进行实验指导过程中，要立足于学生的独立思考和解决实际问题能力的培养。尽量用启发式。要求学生自己多动手、细观察、善动脑，在条件许可的情况下，尽量一人一组，独立操作。

要注意培养学生实事求是的科学态度。严格要求学生遵循仪器使用规程和基本操作要

领。要求学生注重实验现象的观察和各种数据的记录。一切结论来源于事实。有问题或发现反常,要及时找出原因,得出较正确的结论。要保持数据记录的“原始性”,即及时记录、不准涂改。要善于从感性材料出发上升到一定条件下的理性概括。引导学生正确对待失败,培养坚韧不拔意志。

要使学生逐步养成各种良好习惯。桌面、药品架的整洁,地面和水槽的卫生,保持课堂的安静,遵守实验室的各项规章制度,爱护国家财物,注意节约药品、水电、煤气等,都需要教师以身作则,不断引导。

四、批阅报告

批阅学生的实验报告是教师的应尽职责,也是教师指导学生实验的又一重要环节。

实验报告是学生进行实验的真实记录。虽然从实验报告上不能看出学生的实验技能、科学态度、良好习惯等各方面的全部详细情况(个别抄袭他人报告、弄虚作假者除外),但是它却能直接反映出学生实验效果的好坏、综合分析问题能力的强弱以及收获体会的多少。

因此认真批阅每一个学生的实验报告,对于了解学生的学习情况,及时发现教学中的问题,对于今后更好指导学生实验、改进教学方法,都是很有帮助的。

批阅实验报告时,要从头至尾看过,并对重点项目(例如实验现象和数据的记录、解释和结果处理、问题讨论等)进行认真批改,有时要写上一定的评语,有的学校还给予评分。

第一学期,特别是开头几个实验报告,个别学生还有不少错别字,也要给予指正。还要适当进行如何书写实验报告(可推荐学生中较好的实验报告),包括数据处理、作图等方面的技术指导。

实验报告批阅后,教师要有基本情况的记录。其内容包括:报告上交与否,报告的质量(有的学校记成绩),有什么好的经验和主要问题,统计实验效果和数据处理结果的大体情况等。这些情况可供教师今后总结和考察学生平时成绩作参考,也给将来改进和提高本实验的教学质量提供可靠依据。

实验报告的格式,各学校的要求不一样。有的学校由学生用练习本自行设计。有的学校对于每个实验都印有统一格式,发下后由学生填充即可。对于不同的实验,报告的格式也不同。大体有表格式、图块式、叙述式、问答式、综合式、论文(研究报告)式等。每一种“式”样中,还有不同的表示方法。有关各种实验报告式样,请见本书第二部分中各个具体实验中的“报告实例”和“结果选述”。有关论文(研究报告)式的实验报告,请参考本书第三部分中的报告示例。

五、实验考试

实验课作为一门独立的主课程开设,必须逐步健全和完善有关的考试制度。多年来的实践,充分证明了考与不考其效果大不一样。成功的考试,确是能帮助学生重视实验、提高学习自觉性的有效手段,是促进教学相长的有力措施。严格执行考试制度,也是提高实验课的应有地位,克服“重理论、轻实验”传统观念的有效办法。

实验考试的方式多种多样。总的来说,有笔试和操作考试二种,或二种方式结合并用。虽然操作考试的工作量较大,但为了逐步扭转传统的“重理论、轻实验”的偏向,我们的重点应

放在抓好这种考试的工作上。

操作考试的内容一般有二类。一类是单元操作考试,例如要求某学生单独完成一项减压过滤操作,或天平称量操作。另一类是综合操作考试,即许多单元操作结合起来,完成某一实验题目。例如要求学生精确测定某一酸溶液的浓度,提纯一份硫酸铜晶体,制备某一化合物,鉴别某个物质,分离某些混合离子等。

在进行综合性操作考试时,一个教师可以监考数个学生操作。为了简便记成绩,只要当场记下每个学生的错误操作,正确操作当场不必记下,事后根据评分标准统计给分。

学生的“无机化学实验”课的总成绩,应以考试成绩结合平时成绩,统一评分。平时成绩占总分的多少,各校规定不一。平时成绩要不要打分,如何打分,各校都有规定。

实验考试的评分,可有百分制(特别是笔试)、五级分制或其他记分制。如果采用百分制,下面的比例转换为五级分制比较合适:100~90分为优,89~80分为良,79~70分为中,69~60分为及格,60分以下为不及格。考试不及格者,要不要补考,各校自有章程。

有关无机化学实验考核专题讨论及各种试题举例,请见本书第四部分§4-6和§4-7。

六、开放实验

开放实验,包括课内开放实验和课外开放实验两类。

课内开放实验,是指完成实验课规定的“基本实验”以外,在课内完成各种类型的“研究式实验”,为进一步开发全体学生的智力作出贡献。有关“研究式实验”的作用、类型和实施,请见本书的第三部分详细论述。

课外开放实验,是指指导学生的课外活动,或称开辟“第二课堂”。部分学生有余力要搞一些化学实验方面的课外活动,教师应该给予支持,并努力做好这方面的指导工作。

课外实验内容的选择,首先要考虑兴趣性。以浓厚的兴趣,帮助这些学生巩固实验技能,进一步扩大知识面。其次要考虑实用性,使学生感到处处有化学,化学很有用。另外,可以结合教学实验的改进,选择适当的题目,放手给学生搞,以取得数据或经验,为更新实验内容创造条件。因此,从长远来看,重视这项工作,对于实验课的提高和改革是非常有意义的。

七、其它任务

其它任务,主要是指教师要为实验教材和实验室建设作出应有的努力。这方面的内容请见§1-4的论述。

(二) 指导教师的素质修养

指导教师的素质修养是一个非常重要的问题。因为我们这门课和无机化学理论课是为学生打下坚实基础的关键课,因此很多经验丰富的老教授都强调,实验教学是最直接最具体的对学生进行指导,给学生留下的影响也往往最深刻,必须由业务水平较高、经过严格训练的、有经验的教师担任。

指导教师的素质修养是指自身的经验、能力和品格的积累和培养,以适应无机化学实验教学水平的不断提高。

经验的积累,只能靠在教学实践中经过较长时期的锤打和磨炼。除了参加实验教学以外,

也要较多地参加无机化学理论课的教学工作;除了掌握无机化学实验技能以外,还要熟悉分析、物化、有机、电子学、计算机等必要的基本技能;另外有关修理仪器、自制简易设备等知识也要懂得一点。总之,知识面要广一些,基础要扎实一些。

能力的培养,是指一个实验指导教师,特别是实验教学小组负责人,必须具备开设和改进无机化学实验课的基本能力培养。这些能力是指:①比较合理地制订出学年内实验课需要的药品、仪器、材料等计划并付之实施的能力;②较熟练地完成实验课中各个教学环节的能力;③能组织好学生实验考试、课外活动以及开展研究式实验的基本能力;④具有编写和修改实验教材、加强实验室建设的基本能力;⑤具有积累资料、总结经验的能力。

能力的培养,还有一个很重要的方面,是指教学科学研究方面的能力培养。实验教学的科学研究,一般包括:①改进或新建一项实验(包括内容、方法、技能等)的研究;②实验教学法方面的研究;③实验课程改革方面的研究。为此,指导教师必须注意培养查阅文献、了解动态的能力,善于组织师生共同实施研究的能力,不断总结和提高自身实践经验的能力。

品格修养,主要是指各种基本道德修养。要求学生做到的各种品德、纪律、遵守规章制度等,教师首先要以身作则、为人师表。作为一个教师,与学生打成一片、互教互学是非常重要的。事实上,实验中的不少新改进,大多来源于学生的新发现,较大功劳应归功于广大学生。

综上所述,真正要教好一门实验课,对一个实验指导教师的要求是非常高的。这些要求的达到,不但主要靠教师本人的修养,重要的还要靠师生配合、教师的集体努力、领导关心和政策保证。事实上大家都知道,实验教师的工作是很繁重和辛苦的,真正教好一门实验课,其重要意义决不在理论课教学之下,新编和改进一个水平较高、受益较大的教学实验,也应当是一项重要的科研成果。这些道理是否得到公认和尊重,还有待于研究和深化改革。然而,作为一个教师,能默默无闻地为我国的教育事业大厦添上一砖一瓦,已经感到心安理得了。

§ 1-4 实验教材和实验室建设的一些要求

实验教材和实验室装备是实验课教学的根本依据和物质基础。因此,为了不断提高教学质量,必须经常注意这二个方面的充实和提高。我们这里不是讨论编写一本实验教材或建立一个实验室的原则,而是谈一些在正常教学运行条件下的教材建设和实验室建设应注意的一些问题。

一、实验教材建设

不管是选用通用教材,还是使用自编教材,由于化学实验通常要受到各校实验条件和教师水平的限制,同时也会随着教学经验的积累和对外的学习交流,总会感到实验教材需要有一定的变动和充实。就无机化学实验教材的建设,谈二点粗浅意见。

1. 相对稳定和某些变化

实验教材的相对稳定,就是要使相当数量的基本实验内容使之定型。这些定型的实验内容,一定是重复性好、实验效果佳、教学意义大。定型化工作,只能是从本校教师和实验室条件的实际出发,经过逐年实践、摸索改进(即使是微小改进)、总结提高后才能完成。有了这些基