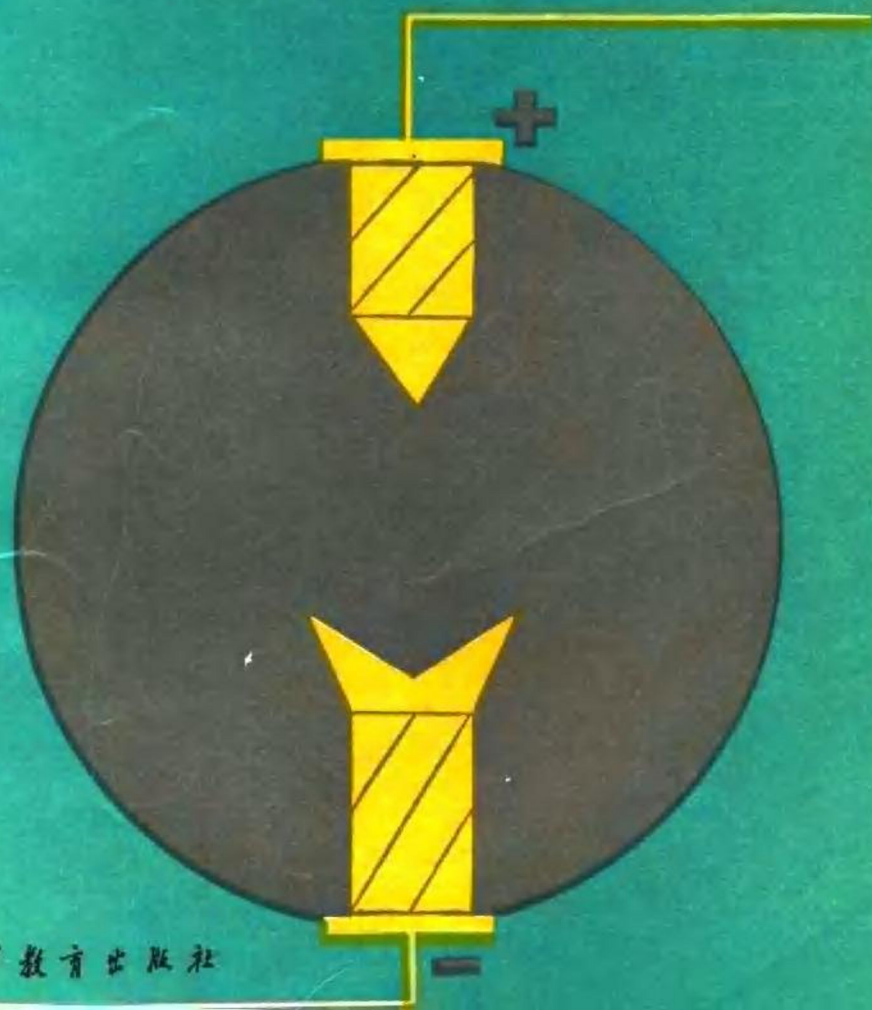


高等学校教材

化学实验 教学研究

王希通 主编



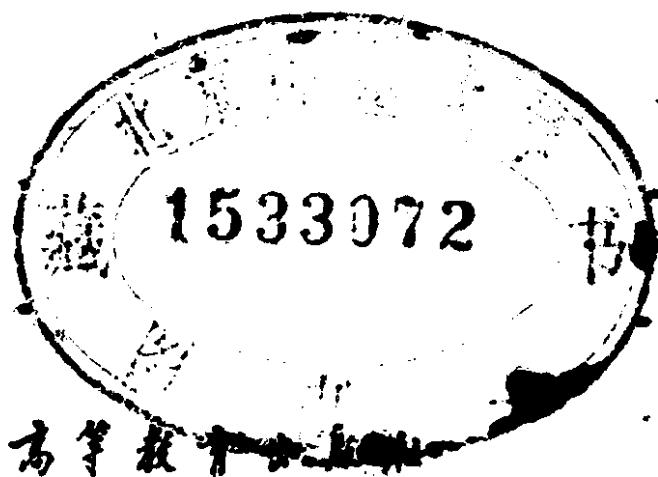
高等教育出版社

高等学校教材

化学实验教学研究

王希通 主编

JY1179119



内 容 简 介

本书是根据国家教委关于高等师范院校本科化学专业“化学教育”学科实验部分的教学基本要求精神编写的。它是与《化学教学论》(刘知新主编,高等教育出版社)一书配套使用的实验教材。

原属“化学教学法”课程教学内容的“中学化学实验”概述部分,移入了本书的第一部分,其中包括化学实验在中学化学教学中的作用、实验内容、类型和基本要求,以及中学化学实验室的建设和管理等内容。本书的第二部分是实验教学研究,这一部分共列出了8个单元,21个比较典型的中学化学实验。其具体内容安排,除要求必要的操作练习外,主要是从优化中学化学教学的目的出发,把重点放在相关的实验教学研究上;研究实验的成败关键和改进措施;探索该实验在教学过程中的地位和作用,以及如何控制实验条件、改进实验手段、设计实验程序、寻求代用仪器和试剂等。在每一个实验中都提出了与中学化学教学紧密相关的具体要求,同时也提供了一定数量实验研究的参考资料。

本书可作高等师范院校化学专业教材,也可作为从事中等化学教育工作者的进修教材或教学参考书。

高等学校教材

化学实验教学研究

王希通 主编

高等教育出版社出版

新华书店北京科技发行所发行

北京市顺义县印刷厂印装

开本850×1168 1/32 印张6.25 字数160 000

1990年3月第1版 1990年3月第1次印刷

印数0001—4 500

ISBN7-04-002580-9/O·854

定价 1.65 元

前 言

化学实验教学研究是为我国高等师范院校化学系开设的，专门研究中等学校化学实验教学的原理、过程、内容和方法的一门必修课程。其目的是使本科生掌握化学实验教学的基础知识和基本技能，培养从事化学实验教学工作 and 进行实验教学研究的初步能力，为将来独立担任中等学校化学教学工作，奠定一个良好的基础。《化学实验教学研究》一书是为完成上述教学目的而编写的教材，它与《化学教学论》一书配套使用。

作为一个合格的中等学校化学教师，不仅应该从道理上懂得化学实验在化学教学中的重要作用，而且更重要的是能够真正掌握中学化学教学中所必需的实验操作技术和方法，并应具有选择恰当实验类型、配合课内外教学活动以提高化学教学质量的能力。为此，必须深刻地体会中学教学中每一个具体实验的目的和意义，必须熟练地掌握所应控制的实验条件，才能使实验充分地发挥预期的教学效果。

对于演示实验来说，无论是实验现象的鲜明程度，还是实验操作的准确和熟练程度，都应该达到上乘，才能对学生起正确的示范作用。

不仅要求教师自己会做和做好有关的实验，而且还应掌握指导学生做好实验的教学方法，懂得如何通过实验教学来培养学生智能和良好的非智力心理品质。

作为合格的中等学校化学教师还应初步具有（并不断增长）改革实验内容、方法、步骤、逐步提高改进实验手段和设计新实验的教学研究能力，以及管理好化学实验室的起码知识和能力。

本书从中等学校化学教学需要出发，编写了实验教学理论和实验教学研究两部分：其中，理论部分是对中学化学实验教学的

概述，着重论证化学实验在化学教学中的重要作用、中学化学实验的主要内容、类型和基本要求，并简要地介绍了中学化学实验室的建设和管理知识。实验教学研究部分是从基本操作、气体制备和性质、简单的定量测定、直流电源的利用、揭示化工生产原理、有机化合物、幻灯和投影以及课外活动等不同角度上加以探讨，共分成八个单元，选编了21个实验供选做。

要求学习者在具体实验过程中，无论涉及到的是实验内容，还是技术和方法都要从如何教好课的角度来考虑问题。要随时关注到，怎样做才能使这些实验在中学化学教学效果上达到优化。例如：

1. 在具体实验过程中要十分注意，及时评价自己的操作是否达到了示范的水平？

2. 怎样操作、选择什么品种和纯度级别的试剂、控制什么条件、采用什么手段才能获得鲜明的实验现象，并做到既节约教学时间又节省药品和设备的费用？

3. 要认真总结实验的成功经验和失败的教训，并尽可能地找出改进措施。

4. 为了更好地说明教学中的某个问题、讲清某个概念、验证某个原理，应该选择哪一个实验才更恰当更贴切？通过实验研究你能否找到或设计出比现行中学教材里安排得更为合适的实验？或是增减一些实验内容？

5. 所做实验应如何合理地安排在课堂教学的环节之中？而且这些实验在课外活动中又可以有哪些发展？

综上所述，不难看出，学习者能否通过本课程来取得良好的学习效果，将在很大程度上取决于自身的学习态度和方法：

关于学习态度，要求学习者起码应有做一名中等学校合格化学教师的愿望，并表现为努力提高中等学校化学教学质量而刻意追求的行动。

至于化学实验教学研究课程的学习方法，则应抓住三个主要

环节；

1. 预习：预习是课前必须完成任务，是学习好本课程的前提条件，一般应达到下列要求：

(1) 翻阅中学化学教学大纲和教材的相应部分，分析这些实验在教学当中的地位和作用；

(2) 阅读相应的参考资料和参考书，回忆已经在大学基础课中做相关实验时的经验和教训；

(3) 参照本教材所提出的要求，根据实验室的具体条件来设计实验的全过程；

2. 实验和讨论：本实验教学研究课程的特点之一，在于纳入了有关中学化学教学的研讨性、探索性内容，并提出了“试教”的要求。

(1) 根据预习时的实验设计来认真操作、细心观察分析，并充分考虑怎样将有关实验运用于中学教学实际。

(2) 在实验过程中如果发现实验设计有问题，或不符合预习时的设想，就应该认真探索发生问题的原因，修正后重新做实验，直到获得满意的结果。

(3) 在实验中取得成功经验和遇到疑难问题时，都可以在同学间展开讨论。

对本课程来说，配合实验的“试讲”活动，也应列为实验和写实验报告的具体内容。

3. 实验报告：实验报告不必拘于一定格式，也不必重复教材或指导书中已有的内容。主要应记录实验成败的关键、操作所需的特殊技术，以及对实验改进的理论分析和具体措施。报告中还要讨论该实验对中学化学教学中，引导学生获取知识、培养能力和发展非智力心理品质等方面应选择的途径和方法，并对所能起的作用做出充分的估计。

本书所列举的21个实验均系中学化学教学中比较典型的题目，在实验设备条件和教学时数许可的情况下，从八个单元中选做

并做好不少于16个实验，相信基本上能够达到高等师范院校本科化学专业课程中化学教育学科对实验教学的基本要求。

本书由河北师范学院潘鸿章、北京师范大学姚乃红、上海师范大学杨启富和四川南充师范学院邹荣贤等同志参加编写，由河北师范学院王希通负责主编。在撰写过程中，随时和《化学教学论》教材编写组同志们进行横向联系，取得他们和王世显同志的热情帮助。书稿由苏州大学化学系金立藩教授主审，并提出了宝贵意见，谨致谢意。

编者

1989.1.

目 录

前 言	(1)
-----------	-------

第一部分 中学化学实验

一、中学化学实验教学 概 述	(1)
(一) 化学实验在中学化学教学中的作用	(1)
(二) 中学化学实验内容	(6)
(三) 中学化学实验的类型	(8)
(四) 中学化学实验教学的基本要求	(12)
(五) 中学化学实验教学的改革	(17)
二、中学化学实验室的建设和 管 理	(21)
(一) 中学化学实验室的设置	(21)
(二) 化学实验室的科学管理	(28)

第二部分 实 验 研 究

第一单元 化学实验基本 操 作	(37)
实验一 灯的使用和玻璃管的加工	(33)
实验二 常用仪器的规范操作练习	(50)
第二单元 气体的实验室制取和性质 实 验	(55)
实验三 氧气	(58)
实验四 氢气	(66)
实验五 氯气	(74)
实验六 二氧化硫的制取和性质实验的设计	(80)
第三单元 简单的定量测定 实 验	(84)
实验七 硝酸钾溶解度的测定和溶解度曲线的绘制	(85)
实验八 阿佛加德罗常数的测定	(89)
第四单元 利用直流电源进行的化学 实 验	(94)
实验九 电解水	(95)

实验十 胶体的电泳·····	(100)
实验十一 电解饱和食盐水实验的设计·····	(104)
第五单元 揭示工业生产原理的实验·····	(108)
实验十二 一氧化碳还原氧化铁·····	(108)
实验十三 接触法制硫酸·····	(113)
实验十四 氨氧化法制硝酸实验的设计·····	(118)
第六单元 有机化学实验·····	(122)
实验十五 甲烷的制法和性质·····	(123)
实验十六 乙醇分子结构的测定·····	(133)
实验十七 酚醛树脂的制取·····	(138)
实验十八 石蜡催化裂化实验的设计·····	(143)
第七单元 幻灯和投影在化学教学中的使	
用和练习·····	(148)
实验十九 投影实验·····	(149)
实验二十 摄影法制作幻灯片·····	(156)
第八单元 中学化学课外实验·····	(171)
实验二十一 化学课外实验设计和实践·····	(172)
附录·····	(179)
一、中学化学教学仪器配备目录·····	(179)
二、中学化学实验试剂配备目录·····	(186)

第一部分 中学化学实验

一、中学化学实验教学概述

(一) 化学实验在中学化学教学中的作用

化学是一门以实验为基础的科学。化学实验促进了化学科学的形成和发展。中学化学教学中的实验,虽然在实验目的、研究对象、实验条件等方面与科学研究的实验有所不同,但由于化学教学中的认识过程与科学研究中的认识过程本质是相同的,所以教学实验在使学生形成化学概念,理解和巩固化学基础知识,培养学生观察现象、提出问题、分析问题、解决问题的能力,获得比较熟练的实验技能,培养实事求是、严肃认真的科学态度等方面都有着十分重要的意义。因此说:教学中的实验是化学的魅力和激发学生化学学习兴趣的源泉,是化学教学的重要手段,也是学习化学的基本方法。所以,加强实验教学是提高化学教学质量的重要环节。化学实验在中学化学教学中的重要作用可以概括为以下几方面:

1. 化学实验能使学生形成有关物质的概念、化学基本概念和基础理论

形成物质的概念,要从揭示物质的性质入手。而物质的性质,特别是物质的化学性质,只有借助于一定的物质手段(实验仪器和设备),在人为的控制条件下,使物质发生物理变化或化学变化时才能显露出来,被人们所认识。例如:氯气是具有刺激性气味的气体;二氧化硫、二氧化氮、氨、硫化氢等也都具有刺

激性气味，而它们的刺激性气味各不相同。只有通过实验，亲自闻过它们的气味以后，才能辨别出各种气体的气味。又如各种气体的颜色也只有通过观察实物，才能获得深刻的感性认识。至于物质的化学性质，例如氯气能漂白，氯气与氢气混和后见光发生爆炸等，只有通过实验，才能形成牢固的概念。

化学基本概念（如原子、分子、离子、氧化、电离、渗透等）和化学基础理论（如质量守恒定律、化学平衡移动原理等）在化学教学中占有重要地位。为了使学生理解这些抽象的概念和基础理论，先通过实验获得一些感性认识，然后通过对实验分析、概括、推理，判断，达到对学习对象的本质和规律性的认识，从而形成化学概念和化学基础理论。例如，要使学生形成“电离”的概念，可以从观察溶液导电的实验入手，以获得感性知识，然后分析溶液导电的原因，再通过讲解得出结论，就不会使学生感到抽象和空洞。又如：讲质量守恒定律时，先通过实验使学生看到反应前后物质的质量总和不发生变化的事实，并且指出经过无数的实验，都证明了这个规律，然后用化学反应过程中，反应前后原子的种类没有改变，原子的个数也没有增减来加以论证，这样就会使学生对质量守恒定律有比较深刻的认识。

2. 化学实验能帮助学生检验和巩固化学知识

化学实验（如实验习题、实验测验、实验设计）是检验、考核学生理解和掌握化学知识情况的一种有效方法，也是考核实验操作技能的最好方法。因为实验操作的熟练性和准确性，只有亲自动手操作才能表现出来。此外，重复性实验（如实验复习）对深化理解和巩固化学知识，以及提高化学实验技能都有积极作用。例如，复习电解质溶液时，可以通过导电滴定实验进行。用滴定管将稀硫酸逐滴滴入氢氧化钡溶液里。开始时可以看到溶液里有白色沉淀生成，同时看到线路中串联的灯泡由亮变暗，甚至熄灭。可是当继续滴入过量硫酸时，灯泡又由暗变亮。然后让学生解释上述现象，再经归纳、推理、综合，就可以使所学的有

知识系统化，掌握的更加牢固。

3. 化学实验有助于培养和发展学生的观察能力和思维能力

从心理学角度看，能力就是使活动的任务得以顺利完成的心理特征。能力是同活动密切联系着的。离开了活动，能力既不能形成，也无从表现。化学实验是化学教学中的一种特殊形式的学习实践活动。通过这种学习实践活动，对学生的能力，特别是对观察能力和思维能力的培养有着重要的作用。这是因为在化学实验教学过程中，实验、观察和思维三者始终是联系在一起的，彼此是相互影响、相互制约的。

观察是认识事物、获得知识，发现问题的源泉。许多科学上的重大发现（如X射线，放射性元素等）都是经过观察现象、比较异同，从中得到启发，再深入研究而得出科学结论。因此，在中学学习阶段，就应努力培养学生的观察能力。观察能力只能通过观察才能得到培养和提高。化学实验离不开观察。实验对象的外部属性（如颜色、大小、形状、气味），实验过程中产生的各种化学现象（如颜色的变化、发光发热、生成沉淀、产生气体等），都要用感觉器官通过观察来认识。因此，加强实验教学，将有利于观察能力的培养。

观察离不开思维，观察不应是消极的观看和注视，而应是积极思维的过程。在观察化学实验现象时，就会自觉或不自觉地把观察到的东西与已学过的知识、已见到过的现象、已有的经验联系起来，这就是一个思维活动的过程。例如，在进行氢气还原氧化铜实验时，学生看到黑色氧化铜变成红色光亮的金属铜，而在干燥的试管口处有水滴生成。当引导学生分析为什么会生成水时。就会联想到是氧化铜失去了氧，并还原成了红色的铜。在这个实验中还可以让学生分析：为什么加热氧化铜；前要先往试管里通入氢气，反应结束后，已经停止加热，还要继续通入氢气直到试管冷却为止？让学生通过积极思维得出结论。这就是以观察实验现象获得的感性认识为基础，上升为理性认识的过程。这个认识过

程上的飞跃，是离不开思维活动的。因此，观察实验有助于思维能力的培养。

要教育学生不应把实验看成是简单的照方抓药或操作上的机械重复。因为学生对于每一个实验都需要明确它的目的和要求、了解实验原理和注意事项、清楚实验进行的步骤和采用的方法。而所有这些又都离不开思维。在实验进行的全过程中，从实验仪器的选用、连接和安装，到试剂的取用，实验条件的控制等，也都离不开思维对操作的支配作用。所以在实验中必须进行思维，思维支配着实验活动，这是一个辩证统一的关系。注意到这一点，将有助于实验教学质量提高和思维能力的培养。

4. 化学实验是培养学生实验操作技能的唯一手段

技能是指完成一定任务的活动方式。化学实验技能按其本身的性质和特点看，应属于动作技能。化学实验的动作主要是由手的活动来完成的。化学实验技能有初级和高级两个阶段，前者是初步学会阶段，后者是实验技能形成的阶段，即形成熟练技巧的阶段。不论是初步学会阶段，还是形成熟练实验技巧的阶段，都必须经过亲自动手操作才能形成。这是其它任何教学形式和方法所不能取代的。

在实验过程中，要注意引导学生做到手脑并用，也就是说不仅要求学生在实验操作的基本功上、技术上做到学会乃至达到灵活、准确、协调，甚至接近自动化的程度，还要让学生动脑思考问题，要明了实验应该怎样做，为什么要这样做的道理，使积极的思维渗透到实验技能练习的全过程中去，这才是主动的练习，才有利于实验技能的形成。

5. 化学实验有助于向学生进行唯物论和辩证法的教育

物质的性质是学习化学的重要内容，而物质的性质往往是它们在发生变化时才能表现出来。物质与物质之间、物质与现象之间、现象与现象之间、物质变化与外界条件之间的相互联系，以及物质变化与能量之间的关系等等，几乎都要通过化学变化才能

显露出来。要认识物质的属性，要了解化学运动的一般规律以及上述各种联系和关系，就必须借助于化学实验。化学实验不仅可以为学生提供丰富的感性认识材料，而且还使学生受到了最为生动的辩证唯物主义的基本规律和观点的教育。

6. 化学实验有助于培养学生严谨的科学态度和进行科学研究方法的训练

培养学生严谨的科学态度主要有以下三方面：第一，在化学实验中，培养学生重视化学理论知识对实验的指导作用；第二，在化学实验中，做到一丝不苟、精益求精、严格按照规程进行操作，对实验现象和实验结果要做科学地分析和解释，而不是以想当然代替事实；第三，要有实事求是的态度，一切从客观实际情况出发，如实地反映实验中观察到的各种现象和化学事实。即使观察到的现象与预期的现象有些出入，测定的数据出现了偏差，也不能随意臆造事实或修改数据。

化学实验是研究科学的一种重要方法。对每一次化学实验，都要控制实验的条件，或者做量的观测，都要进行认真的观察，都要记录观察到的实验现象或测得的数据，并且要对数据进行分析和处理。所以通过化学实验，能使学生会观察、测定、实验条件控制、实验记录、数据分析和处理等跟化学实验有密切联系的各种科学研究方法。这些科学研究方法都是学生获得感性知识的重要工具和手段。在化学实验这个感性认识的活动中，又时时渗透着理性思维。因此，如能注意到这一点，对学生进行理性思维方法的训练也是有积极作用的。在化学实验中学生进行科学研究方法的训练，不仅是提高化学教学质量的要求，也是增强学生的科学素质，培养创造性人才的需要。

7. 化学实验能激发学生的认识兴趣，调动学生的学习积极性

化学实验能引起学生浓厚的认识兴趣和强烈的求知欲。认识兴趣是学习动机中最现实、最活跃的成分。在化学实验活动中，引起学生的认识兴趣主要表现在对实验中产生的现象（如颜

色的变化、产生气体、生成沉淀、燃烧、爆炸、放出气味等)是有趣的。这些生动、新奇、鲜明的各种化学现象,可引起学生的直接兴趣,直接兴趣有助于培养学生的观察能力和积极主动地去获取感性知识的意向。中学生亲自动手进行实验操作,通过他们的手使化学变化重现出来,实验的成功会给他们带来极大的学习兴趣。这有助于培养他们的实验操作兴趣和实验操作技能。对化学现象的解释,探究化学现象产生的原因,透过现象认识其本质,这又会有利于引起和培养学生的更高一级的、认识实验现象的因果关系和本质联系,以及概括性的认识兴趣。如此,直接兴趣与间接兴趣的有机结合,有利于发展学生学习的稳定兴趣,并进一步调动学生学习积极性和主动性,从而成为推动学生努力学习的巨大动力。

此外,通过化学实验还能培养学生勤俭节约、爱护公物、讲究卫生、互相协作的美德。以及提高学生的审美意识。因此,加强化学实验教学是提高化学教学质量的重要环节。

(二)中学化学实验内容

中学化学实验内容是根据化学学科的教学需要而精选的。一般化学教材中所选实验内容应有利于帮助学生掌握化学概念,理解和巩固化学知识,培养各种能力和技能。根据实验对学生学习化学基础知识,以及掌握实验技能等方面所起的作用,中学化学实验内容大致可分为以下几种:

1. 化学基本操作实验

化学实验中的基本操作是构成化学实验活动的基本要素,它对保证实验的顺利进行起着重要作用。因此,实验基本操作是学生必备的基本功,必须学会或者熟练掌握。

属于实验基本操作的内容主要有:药品的取用、称量、溶解、振荡、搅拌、过滤、倾泻、加热、蒸发、结晶、升华、气体的收集、溶液的配制等。根据中学化学教学大纲的规定,有的要求学会,

有的要求初步掌握，学会和初步掌握都需要经过有计划、有步骤反复多次练习才能达到(初中只要求练习或初步学会)。

基本操作技能的培养，应先由教师在演示实验时作示范操作，特别是在实验中第一次出现某项操作时，要指出操作的基本要求，并说明为什么要这样做。还要指出，只有正确操作，才能保证实验安全，才能顺利进行实验并获得正确的结果。要使学生理解其重要性的基础上自觉地进行练习，而不是机械地模仿。要使学生掌握基本操作技能，不仅要在第一次实验时认真操作，而且在以后每一次实验遇到各项基本操作时，还要严格地按规定操作，做到一丝不苟。一旦发现学生操作不够规范，应及时纠正，以养成良好的操作习惯。

2. 元素化合物的性质和制备的实验

任何一种元素、化合物，都具有多种物理性质和化学性质。元素化合物的颜色、状态、气味等物理性质，可以通过感官直接感知，密度、沸点、熔点、溶解度等物理性质则须借助仪器设备测定。而元素化合物的化学性质，只有在发生化学变化时才能显露出来。因此，要借助于化学实验仪器，创设一定实验条件，在人为的控制下发生化学变化。学生通过观察变化时发生的现象，就会形成感性认识。经过思维加工上升到理性认识后，才能牢固地掌握这些性质。

元素化合物的制备实验，比关于性质的实验有更高的要求，它要求学生有牢固的元素化合物性质的知识和有较熟练的实验技能。例如，制取氢气和氨气时必须用向下排空气取气法收集，这是因为它们的密度比空气的平均密度小。收集氢气除了可以用向下排空气法收集外，还可以用排水集气法收集。但不能用排水集气法收集氨气，这是因为氨气易溶于水。因此，制备实验对巩固元素化合物性质的知识、全面训练实验操作技能、培养分析问题解决问题的能力都是有益的。

3. 形成化学概念和化学基础理论的实验

化学基本概念和化学基础理论是中学化学教学的重要内容，但是它们都比较抽象，不易被学生理解和接受。如果以观察实验得到的信息为基础，运用抽象思维的能力对这些信息进行加工整理，概括出本质属性和一般规律，就可以形成化学概念和化学基础理论。这样不仅有利于接受比较抽象的概念和基础理论，而且有助于培养学生运用科学方法进行科学思维。例如：质量守恒定律的实验、影响化学平衡移动的实验、电解质溶液导电的实验等等都属于这一类的实验。

4. 揭示化工生产中化学反应原理的实验

在中学化学教材中，揭示化工生产中化学反应原理的实验，虽然数量不多（如合成氨、氨氧化法制硝酸、接触法制硫酸、石油裂解等），但它们的实验装置比较复杂，综合性强，有利于培养学生实验能力。在实验时要做到重点突出，能帮助学生认识在化工生产中实现化学反应所需要的典型设备和生产流程，了解控制实验条件对实现化学反应的重要性。

5. 运用基础知识和基本技能进行综合设计的实验

这类实验与前面提到的实验不同，没有规定的实验步骤和方法，需要根据实验习题提出的问题，独立设计实验方案，拟订仪器装置、应用试剂、操作方法以及如何得出结论等。这对于锻炼学生灵活运用已有的基础知识和操作技能，发展学生智力、培养创造精神、独立实验能力、分析问题和解决问题的能力也是十分有益的。

(三) 中学化学实验的类型

按不同的标准，可以把中学化学实验分成不同的类型。根据实验内容，可以分为上述化学基本操作实验等五种。根据实验质和量的关系可以分为定性实验和定量实验（如阿佛加德罗常数的测定、乙醇分子结构式的测定等）。根据实验的形式可以分为演示实验和学生实验。学生实验根据实践形式的不同，又可分为学