

中英教师合编

新化学实验

中美教师合编

新化学实验

(美) 保罗·罗斯伯格
莫莉尔·布朗斯坦

(中) 卫子光
宁潜济 编

天津科学技术出版社

责任编辑：张炳祥

中美教师合编
新化学实验

(美) 保罗·罗斯伯格 (中) 卫子光 编
(美) 莫莉尔·布朗斯坦 (中) 宁潜济 编

天津科学技术出版社出版

天津市赤峰道124号

天津新华印刷一厂印刷

新华书店天津发行所发行

开本 850×1168 毫米 1/32 印张 11.25 字数 279,000

一九八五年三月第一版

一九八五年三月第一次印刷

书号：13212·90 定价：(精)3.55元

目 录

写在前面	(1)
序	(2)
绪论	(3)
实验0-1 科学的观察和描述——蜡烛燃烧实验	(3)
实验0-2 暗箱实验	(5)
实验0-3 间接观察 I	(6)
实验0-4 间接观察 II	(7)
第一章 一些基本概念	(8)
第一节 物质	(8)
实验1-1 物质是客观存在的	(8)
实验1-2 一切物质都在不停地运动	(10)
实验1-3 物质具有质量 I	(10)
实验1-4 物质具有质量 II	(11)
实验1-5 物质占有空间	(12)
实验1-6 物质具有惯性 I	(12)
实验1-7 物质具有惯性 II	(13)
实验1-8 密度	(14)
第二节 物理变化和化学变化	(14)
实验1-9 物质的物理性质	(15)
实验1-10 物质的熔化	(16)
实验1-11 物质的化学变化——自燃	(17)
实验1-12 物质的化学变化——黑火药	(17)
第三节 分子和原子	(18)
实验1-13 原子量的相对含义	(19)
实验1-14 10^{-24} 克有多小?	(19)
实验1-15 油酸分子的厚度	(20)

实验1-16 电子是带电微粒的验证	(22)
第四节 化合价	(23)
实验1-17 化合物的性质和元素的价态	(24)
实验1-18 金属离子的电性	(25)
实验1-19 氯化铜和氯化亚铜组成的近似测定	(25)
第五节 质量守恒定律	(27)
实验1-20 在化学变化中铜是守恒的	(27)
第六节 离子型化合物和共价型化合物	(28)
实验1-21 用硬纸板和图钉制作氯化钠和水分子模型	(29)
实验1-22 一个典型的共价型分子——碘的物理性质	(30)
实验1-23 离子型和共价型物质在不同溶剂中的溶解性	(31)
实验1-24 离子型和共价型化合物物理性质的比较	(31)
第二章 空气 氧气 氢气	(33)
第一节 空气的组成	(33)
实验2-1 空气的物质性	(34)
实验2-2 空气占有空间	(35)
实验2-3 空气中氧气含量的测定 I	(36)
实验2-4 空气中氧气含量的测定 II	(38)
实验2-5 空气中氧气含量的测定 III	(39)
实验2-6 模拟拉瓦锡 (Lavoisier) 实验	(40)
第二节 空气的污染	(42)
实验2-7 对酸性空气的检验	(44)
实验2-8 几种气体在水中的溶解性对产生酸性环境的作用	(46)
实验2-9 空气污染物——一氧化碳	(47)
实验2-10 空气污染物——硫化氢	(48)
第三节 氧气和氢气	(50)
实验2-11 模拟普利斯特里 (Priestley) 实验	(52)
实验2-12 催化作用	(53)
实验2-13 氢气的性质	(55)
第三章 碳	(58)
第一节 金刚石和石墨	(58)

实验3-1	金刚石和石墨的球棍模型	(59)
实验3-2	用石墨作电极	(60)
第二节	无定形碳	(62)
实验3-3	用不同物质制备碳	(63)
实验3-4	碳的制备	(64)
实验3-5	蔗糖的炭化	(65)
实验3-6	烟煤的干馏	(65)
实验3-7	无定形碳颗粒的大小	(67)
实验3-8	固体颗粒的分割程度与颗粒总表面积的关系	(68)
实验3-9	木炭对氨气的吸附作用	(69)
实验3-10	木炭表面吸附气体的验证	(70)
实验3-11	活性炭对气体的吸附作用	(71)
实验3-12	用活性炭使物质脱色	(72)
实验3-13	电除尘	(73)
第三节	碳的化合物	(74)
实验3-14	干冰	(77)
实验3-15	二氧化碳和植物的光合作用	(78)
实验3-16	氨碱法制纯碱——一种重要的工业制备碳酸盐的方法	(79)
实验3-17	煤和石油形成的模型	(81)
实验3-18	再生纸	(81)
第四章	溶液	(83)
第一节	分散系	(83)
实验4-1	溶液 悬浊液 胶体	(84)
实验4-2	乳浊液——蛋黄酱的制取	(85)
实验4-3	双液系	(86)
实验4-4	潜溶性	(87)
实验4-5	溶液的应用——无机染色	(87)
第二节	物质的溶解过程	(88)
实验4-6	溶解过程的“人的模型” I——物质的溶解	(89)
实验4-7	溶解过程的“人的模型” II——不饱和溶液	(90)

实验4-8	溶解过程的“人的模型”Ⅲ——饱和溶液	(90)
实验4-9	水化热	(91)
实验4-10	气化热	(93)
第三节	溶解度	(94)
实验4-11	溶解性	(96)
实验4-12	碘化铅在不同温度下的溶解度	(96)
实验4-13	温度对气体溶解度的影响	(97)
第四节	物质的结晶	(99)
实验4-14	晶种的制备	(100)
实验4-15	晶体的生成	(100)
实验4-16	结晶花	(101)
实验4-17	从过饱和溶液中结晶醋酸钠	(102)
实验4-18	结晶热	(103)
第五节	混和物的分离	(104)
实验4-19	利用混和物中各成分物理性质的不同进行分离	(104)
实验4-20	利用结晶法分离硝酸钾	(105)
实验4-21	发酵法制乙醇	(106)
实验4-22	萃取剂的用量与萃取率	(108)
实验4-23	纸上层析	(109)
第六节	溶液的浓度	(110)
实验4-24	不同浓度硫酸铜溶液的比较	(111)
附	灯盒	(112)
第五章	酸 碱 盐	(113)
第一节	酸、碱、盐的基本概念	(113)
实验5-1	初步认识酸、碱、盐	(115)
实验5-2	识别日常生活中的物质	(117)
第二节	酸	(118)
实验5-3	酸的相对强弱	(120)
实验5-4	强酸与强碱的中和	(121)
实验5-5	弱酸与强碱、强酸与弱碱的中和	(122)
实验5-6	利用中和反应制备盐	(122)

第三节 溶液的pH值	(123)
实验5-7 制备精确测定pH的储备液	(125)
实验5-8 通用酸碱指示剂在不同pH值溶液中的颜色	(126)
实验5-9 酸溶液浓度与pH值的关系	(127)
实验5-10 检验生活中具有酸性的物质——课外实验作业	(128)
第四节 碱	(128)
实验5-11 离子的消除	(129)
实验5-12 水在一些碱形成过程中的作用	(130)
第五节 盐	(132)
实验5-13 金属活动性顺序的检验	(134)
实验5-14 盐溶液的反应	(136)
实验5-15 盐类的水解	(137)
实验5-16 化肥对植物生长的作用	(138)
实验5-17 某些盐类在藻类生长中的作用	(139)
第六章 摩尔	(141)
第一节 摩尔	(141)
实验6-1 阿佛加德罗常数的近似测定——水电解法	(142)
实验6-2 测定等摩尔不同金属与酸反应时生成的氢气体积	(145)
实验6-3 为什么使用摩尔概念较方便	(147)
实验6-4 1摩尔雨滴的体积有多大?	(148)
实验6-5 氯酸钾实验式的测定	(149)
实验6-6 测定碳酸氢钠与盐酸反应中的物质的量之比	(150)
实验6-7 冰熔化热的近似测定	(152)
第二节 摩尔浓度	(153)
实验6-8 化学反应中物质间的摩尔比	(153)
实验6-9 不同摩尔浓度的溶液对化学反应速度的影响	(155)
实验6-10 体积摩尔浓度和质量摩尔浓度含义的形象化表示	(156)
实验6-11 电解质溶液的凝固点下降	(157)
第三节 反应热	(159)
实验6-12 盖斯定律的导出	(159)
实验6-13 比较不同物质燃烧时产生的热量	(162)

第七章 卤素 (164)

第一节 卤素 (164)

实验7-1 氯气和金属钠的反应 (166)

实验7-2 水的氯气净化 (167)

实验7-3 氯夺氢的实验 I —— 氯气跟氢的反应 (168)

实验7-4 氯夺氢的实验 II —— 乙炔在氯气中自燃 (169)

实验7-5 氯夺氢的实验 III —— 松节油在氯气中燃烧 (171)

实验7-6 溴的制取 (172)

实验7-7 溴和金属钠的反应 (173)

实验7-8 碘的制取 (174)

实验7-9 碘的溶解性 (175)

实验7-10 溶液中单质碘和碘离子性质的差异 (177)

实验7-11 碘和松节油的反应 (177)

实验7-12 氯从碘化钾里置换碘 (178)

实验7-13 保密信 (180)

实验7-14 卤素间的置换 (180)

第二节 卤化氢 (182)

实验7-15 氯化氢、溴化氢和碘化氢的性质 (184)

实验7-16 碘化氢和氯气的反应 (185)

第三节 卤化物 (187)

实验7-17 氯离子的检验 (188)

实验7-18 粮食中氯的检验 (189)

实验7-19 卤化银的感光性 (190)

第八章 硫和硒 (192)

第一节 单质硫 (193)

实验8-1 斜方硫晶体的制备 (194)

实验8-2 单斜硫晶体的制备 I (195)

实验8-3 单斜硫晶体的制备 II (195)

实验8-4 单斜硫晶体的制备 III (196)

实验8-5 斜方硫和单斜硫熔点的比较 (196)

实验8-6 弹性硫的制备 (197)

实验8-7	硫跟锌的反应	(198)
第二节	硫的化合物	(198)
实验8-8	“葡萄酒” — “矿泉水” — “牛奶” 的转变 (二氧化硫的还原性)	(201)
实验8-9	二氧化硫的漂白作用	(202)
实验8-10	亚硫酸氢钠的还原作用	(203)
实验8-11	二氧化硫的催化氧化	(203)
实验8-12	二氧化硫的实验室制备和反应	(204)
实验8-13	接触法制取硫酸	(206)
实验8-14	浓硫酸和稀硫酸性质的比较	(208)
实验8-15	浓硫酸的脱水性——制备纤维素硝酸酯	(210)
实验8-16	硫代硫酸钠的还原性	(211)
第三节	硒	(213)
实验8-17	单质硒的制备和性质	(214)
实验8-18	硒在油硬化中的作用	(215)
第九章	碱金属	(216)
第一节	单质	(216)
实验9-1	钠汞齐	(217)
实验9-2	锂、钠、钾的相对活动性	(218)
实验9-3	金属锂的制备	(219)
第二节	化合物	(220)
实验9-4	过氧化钠和水的反应	(223)
实验9-5	过氧化钠的催化分解	(224)
实验9-6	用氢氧化钠辨别动物纤维和植物纤维	(226)
实验9-7	用氢氧化钠制肥皂	(227)
实验9-8	钾和钠的难溶化合物	(229)
实验9-9	硝酸钾的氧化性	(230)
实验9-10	发酵粉	(230)
第十章	氮和磷	(232)
第一节	氮	(233)
实验10-1	氮气在电弧里的氧化	(234)

实验10-2	在铂催化剂存在下氨的氧化	(236)
实验10-3	氨和氯化氢的反应	(237)
第二节	磷	(238)
实验10-4	红磷转化成白磷	(239)
实验10-5	红磷跟溴的反应	(240)
实验10-6	磷在水中的燃烧 I	(240)
实验10-7	磷在水中的燃烧 II	(241)
实验10-8	磷化氢的制取	(242)
实验10-9	磷酸盐溶液的酸碱性	(243)
第十一章	化学反应速度	(245)
实验11-1	盐酸浓度对生成氢气速度的影响	(247)
实验11-2	过氧化氢的分解速度与溶液浓度的关系	(248)
实验11-3	亚硫酸钠溶液的浓度与反应速度的关系	(249)
实验11-4	甲醛浓度对反应速度的影响	(250)
实验11-5	温度对化学反应速度的影响 I	(251)
实验11-6	温度对化学反应速度的影响 II	(253)
实验11-7	各种催化剂对过氧化氢分解速度的影响	(254)
实验11-8	淀粉的催化水解	(255)
实验11-9	影响化学反应速度的盐效应	(258)
实验11-10	粉尘爆炸	(259)
第十二章	化学平衡	(261)
实验12-1	铬酸根离子与重铬酸根离子之间的平衡	(263)
实验12-2	氯化钴溶液中的化学平衡	(264)
实验12-3	温度对化学平衡的影响 I	(265)
实验12-4	温度对化学平衡的影响 II	(265)
实验12-5	同离子效应对醋酸pH值的影响	(266)
实验12-6	同离子效应对醋酸跟碳酸钙反应的影响	(267)
实验12-7	同离子效应对物质溶解度的影响	(268)
第十三章	铁	(270)
第一节	铁单质	(270)
实验13-1	用铁作电磁铁的芯子	(272)

实验13-2	钢的热处理	(273)
实验13-3	铁跟卤素单质的反应	(273)
实验13-4	用铁锅作反应器制备玫瑰珠	(274)
实验13-5	铁跟鞣酸的反应	(275)
实验13-6	用浮选法分离砂子和铁矿石	(276)
第二节 铁的化合物		(277)
实验13-7	三氧化二铁的还原——铝热法	(279)
实验13-8	氢氧化亚铁的制备	(280)
实验13-9	氢氧化铁胶体的布朗运动	(281)
实验13-10	利用半透膜精制氢氧化铁胶体	(282)
实验13-11	用铁盐形成水下花园	(283)
实验13-12	红五角星	(285)
实验13-13	普鲁士蓝的慢速形成	(286)
实验13-14	草酸铁的光致还原	(287)
实验13-15	制作蓝图	(288)
实验13-16	食物中铁含量的近似测定	(289)
实验13-17	检验血液中的铁	(291)
第三节 钢铁的腐蚀		(291)
实验13-18	引起铁腐蚀的物质	(294)
实验13-19	钢铁的吸氧腐蚀	(296)
实验13-20	钢铁的应力腐蚀和跟其它金属接触时的电化学反应	(297)
实验13-21	用氯化亚锡除铁锈	(299)
实验13-22	电化学法控制钢铁的腐蚀	(300)
实验13-23	在铁上镀锌	(302)
第十四章 氧化-还原反应		(304)
第一节 置换反应		(306)
实验14-1	钙跟盐酸的反应	(308)
实验14-2	锌的氧化	(309)
实验14-3	铝在空气中的氧化——硝酸汞的作用	(310)
实验14-4	铜、铅、锌及其二价阳离子氧化-还原能力的比较	(311)

实验14-5	金属还原性的相对强弱	(312)
实验14-6	化学能转变为电能	(313)
实验14-7	用一种比较活泼的金属来还原金属氧化物	(315)
第二节	其它的无机氧化-还原反应	(316)
实验14-8	高锰酸钾跟亚铁盐的反应	(317)
实验14-9	氧化-还原滴定——高锰酸钾法	(318)
实验14-10	水的电解	(319)
实验14-11	一些氧化剂跟硫化氢的反应	(321)
实验14-12	硝酸浓度对硫化氢氧化程度的影响	(321)
第三节	有机物的氧化-还原反应	(322)
实验14-13	甲醇的催化氧化	(326)
实验14-14	丙酮的催化氧化	(326)
实验14-15	葡萄糖的还原性	(327)
第十五章	诱发学生兴趣的化学实验选	(329)
实验15-1	变色液 I	(329)
实验15-2	变色液 II	(331)
实验15-3	变色液 III	(332)
实验15-4	变色液 IV	(334)
实验15-5	铜变“银”，“银”变“金”	(336)
实验15-6	地雷阵	(337)
实验15-7	“冰棍”着火	(339)
实验15-8	水中烈火	(340)
实验15-9	“神”点灯	(342)
实验15-10	火山爆发	(342)
实验15-11	爆燃	(343)

写在前面

实验是化学学科的基础。通过实验观察现象，认识事物变化规律，是培养和提高学生科学素养的重要手段。本书按照基础知识体系，把实验进行了系统的编排，以引导学生通过细致观察和认真思考，最终获得中学化学教学大纲范围内的重要知识。

本书共选编了235个实验。为了使读者对基础知识有系统的认识，在有关的实验前面编写了扼要的知识介绍。在实验的选材上，特别注意了内容新颖，现象明显，操作简便，不跟现行统编教材实验内容重复。为了使选用的实验具有普遍的实用价值，书中尽可能地使用最简单的仪器或其它代用品，对药品的使用也尽量考虑廉价易得，以便使学生在课外也能完成实验。

本书是在中美两国教师互相交流经验、共同研究讨论的基础上编写而成的。书中很多实验是由美国费城坦普尔大学研究生保罗·罗斯伯格 (Paul Roseberg) 和莫莉尔·布朗斯坦 (Murvie Brownstein) 提供素材，由卫子光、宁潜济翻译，并与曹金荪、徐祖迁、马声逵等分工协作进行整理和补充，最后由卫子光、宁潜济修改定稿的。其中的大多数实验经雷颜萍和天津师范大学化学系79、80届部分同学反复验证。

本书可供中学师生以及师范院校的化学系师生参考。

美国坦普尔大学科学教育系主任约瑟夫·史莫克勒 (Joseph S. Schmuckler) 教授为本书写了序，并在成书的过程中给予关怀和支持，在此谨致感谢。

编者将以感激的心情接受来自读者的批评和意见。

编者

1984年3月

序

摆在教师面前必须解决的一个难题，是如何激发没有学习动力的学生，使之具有强烈的学习要求。真正合格的教育工作者都会深刻地认识到，人的头脑是太宝贵了，不能有丝毫的荒废。

现在由中、美两国教师合编的这本新化学实验，有利于教师使用，也有利于学生学习。我们试图激励教师提高业务能力和教学水平，并希望通过教师采用多种形式的实验来吸引学生的注意力和开拓他们的思维。人们都懂得，最宝贵的是人类的头脑，以及由她而产生的思想。正是这种宝贵的思想，将促进自己的国家成长和发展；也只有贯彻了这种思想，才能达到预期的教育目的。

既然本书所涉及的主要是化学实验，那么，一些化学概念的应用应该是帮助学生理解 and 解决科学技术问题的基础。细致地观察、积极地思考并发现变化的规律，将导致学生科学技能的提高，使他们能够较好地理解科学知识，从而能成为做出较大贡献的公民。从教育的目标来说，不管学生自己是继续成长为科学家，还是成为科学技术的消费者，都应该是自己国家的可靠公民。

为了社会的发展和昌盛，不能对青年人的想象力有所限制。我们希望，这本书能够对学生起到帮助促进想象力的作用。

美国费城坦普尔大学

科学教育系主任、化学教授

约瑟夫·史莫克勒 1983年



绪 论

化学是建立在实验基础上的一门自然科学。从化学发展史来看，化学上所取得的一切重大成果，几乎大多数都是建立在实验的基础上的。因此，我们应该充分地强调实验的重要性。

通过实验，不仅可以帮助学生形成化学概念，理解和巩固化学知识，从而获得比较熟练的实验技能，而且，通过有计划地、周密细致地观察实验现象，通过分析、推理和判断等思维活动，有利于对观察能力、想象能力、记忆能力和思维能力的培养。因此，化学实验将成为学习化学过程中培养能力、发展智力的一种重要手段。

在化学实验中，如何在理解知识的同时，开发智力，培养能力，学习探索问题的科学方法呢？以下的一组实验，将对帮助开阔思路大有裨益。

实验 0-1 科学的观察和描述——蜡烛燃烧实验

实验用品 蜡烛，直尺，火柴。

实验需用时间 10~15分钟。

实验步骤 发给参加实验的每个人两支蜡烛和一把直尺。

1.参加实验的每个人，运用所有的感官（除了味觉以外），尽可能具体地对一支蜡烛分别在点燃前、燃着时和熄灭后三个阶段进行观察，并将观察到的现象加以描述，记录于一张表中。统计一下，能观察到多少种现象？

2.另取一支蜡烛，按照下列提供的步骤再次做细致地观察。

（1）点燃前 观察蜡烛的聚集状态、颜色、气味、形状、直径、长度、硬度以及它的构成情况。记录于另一张表中。

（2）点燃蜡烛 仔细观察蜡烛燃烧时，都发生了哪些变

化？外界条件变化对燃烧有无影响？蜡烛燃烧的火焰高度及其火焰的各个部分温度有无差异？将观察结果记录于表中。

(3) 熄灭蜡烛 观察蜡烛又有何变化？

3. 分别统计两次观察所得到的现象，并将两张表进行比较。

问题与讨论

1. 蜡烛燃烧的实验虽然非常简单，但是不同人对这一实验所观察到的现象，却有着明显的不同。一般说来，开始时仅观察到如黄色火焰、冒黑烟、火焰分三层等几种现象。但是，在上述提供的线索引导下，再次进行观察时，将会提出更多种有趣的现象。这表明，学习者的观察能力有赖于逐步的、有意识的不断培养才能形成。

2. 现将一份《燃烧着的蜡烛的描述》报告，摘录如下，仅供参考。

蜡烛呈圆柱形，直径约为2厘米。在点燃前，新蜡烛的长度为20厘米，点燃后，在燃烧的过程中缓慢地变短。蜡烛是由半透明的、具有轻微气味、没有味道的白色固体制成。质地较软，能用指甲划出刻痕。沿着蜡烛的中心轴有一根烛芯，从底部一直伸延到顶部，并有1.3厘米左右露出顶部。烛芯由三股线绳编织而成。

当用火源接近烛芯时，几秒钟内即可点燃蜡烛。当撤去火源后，烛芯本身能持续有火焰。燃烧着的蜡烛并无声音，除了靠近蜡烛顶部发生燃烧现象外，烛体本身仍然是冷的。在距离蜡烛顶部1.3厘米的地方，蜡烛是温热的（但不是灼热），其柔软的程度足可以任意压塑。火焰由于气流而闪烁不定，并有黑烟产生。在无空气流动的情况下，火焰可以长时间地保持轻微的闪动。距蜡烛顶部0.3厘米处的火焰底部呈淡蓝色。在紧挨着烛芯约0.6厘米宽的区域，一直向上伸展到距烛芯顶端约1.3厘米处，火焰是暗淡的，这一暗淡区略呈圆锥形。围绕着这一区域的外面约1.3厘米宽处，是一个发射出黄色光辉的区域，它明亮但不眩目。火焰既有明显的边缘，又有不确定的顶部。从蜡烛中刚刚露出的烛