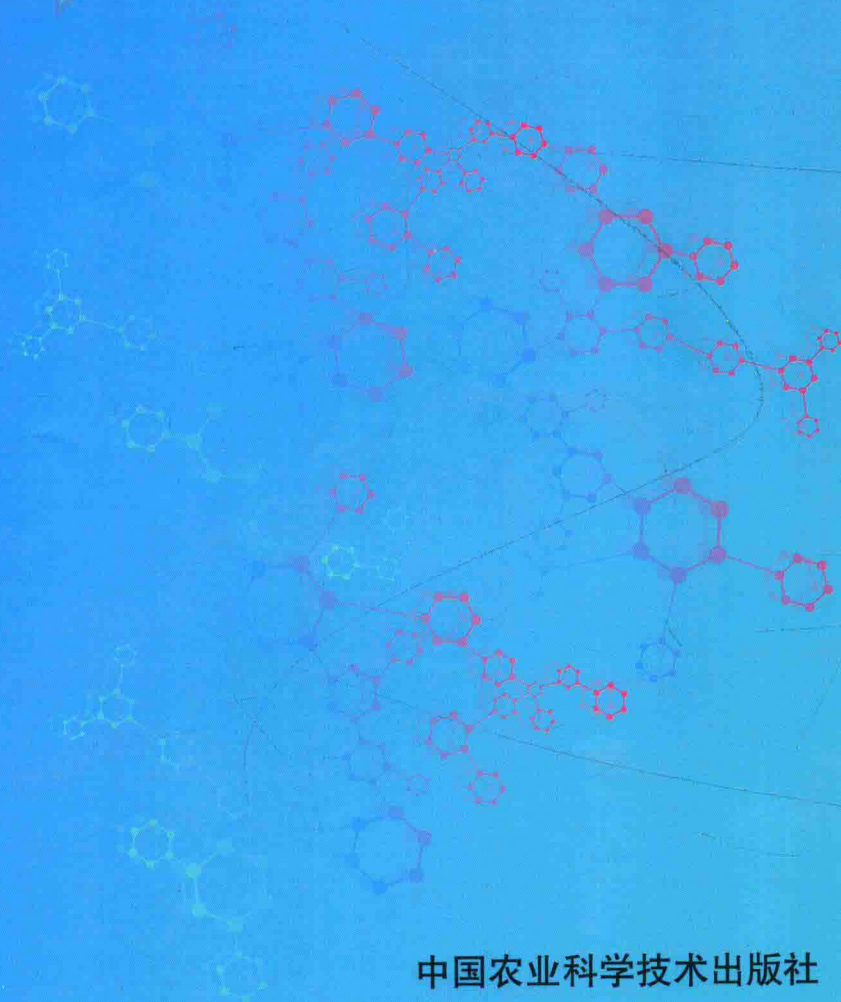


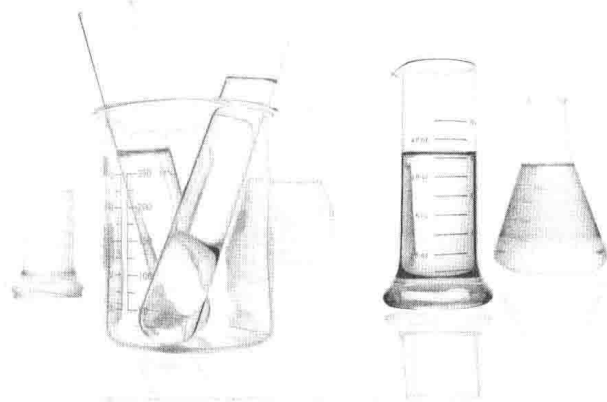


化学实验实训

沈喜海 等 主编



中国农业科学技术出版社



化学实验实训

沈喜海 等 主编

中国农业科学技术出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

化学实验实训 / 沈喜海等主编. —北京: 中国农业科学技术出版社, 2016. 11

ISBN 978 - 7 - 5116 - 2757 - 5

I. ①化… II. ①沈… III. ①化学实验 IV. ①O6 - 3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 227263 号

责任编辑 闫庆健 鲁卫泉

责任校对 杨丁庆

出版者 中国农业科学技术出版社

北京市中关村南大街 12 号 邮编: 100081

电话 (010) 82106632 (编辑室) (010) 82109702 (发行部)

(010) 82109709 (读者服务部)

传真 (010) 82106625

网址 <http://www.castp.cn>

经销者 各地新华书店

印刷者 北京富泰印刷有限责任公司

开本 787mm × 1 092mm 1/16

印张 29.75

字数 743 千字

版次 2016 年 11 月第 1 版 2016 年 11 月第 1 次印刷

定价 50.00 元

— 版权所有 · 翻印必究 —

《化学实验实训》

编委会

主 编	沈喜海	董淑荣	宋爱君	牛少莉	邵丽君
副主编	沈 莉	赵 莹	韩 璐	王利江	胡文斌
	鲁勛琳	张志伟	张 跃	张建平	田宏燕
	刘红梅	廉 琪			
主 审	彭友舜				

内容提要

本书为理工科基础化学实验课适用教材。全书将无机化学、分析化学、有机化学和物理化学实验有机地融合在一起，形成一个新的实验教学体系。全书内容涉及无机化学、有机化学、分析化学、物理化学等二级学科的化学基本原理与技能。本书精选了126个实验，包括化学基础知识实训、基本实验技能实验、元素化学实验、物理常数和性能测定实验、物质合成实验、定性定量分析实验、综合性与设计性实验以及现代化实验仪器使用等内容。本书所选的实训、实验项目，贴近生活和生产实际，注重实验的微型化和绿色环保。

本书可作为综合性大学和高等师范院校的化学、应用化学、化学工程与工艺、生物化学、环境化学等学科或专业的实验课教材，也可供从事化学工作的科技人员参考。

前 言

实验实训教学是高等学校化学教育中培养科学思维与方法、创新意识与能力，全面推进素质教育的最基本的教学形式，实验实训教学有其自身的系统性与教学规律，其作用是理论教学所无法取代的。如何保持实验实训自身的独立性和系统性，充分发挥其在人才培养中的巨大作用，是目前实验实训课程改革的研究方向。本教材的编写正是编者经过大量调查和分析研究，并借鉴其他高校在实验教学改革方面的经验，结合多年的教学实践经验，边研究、边实践、边探索和边修正的新型教材。

本教材立足于课程的整体性和基础性，着重于培养学生的创新精神和创新能力，将原来彼此独立、条块分割的无机化学、分析化学、有机化学、物理化学实验内容进行综合，形成一套全新的、与后续课程紧密联系的化学实验实训课程体系。

在内容编排上，改变了传统上以实验项目为主线的编写方法，而采用以实验基本操作技术为主线。每一节先介绍有关基本原理、基本仪器使用和基本操作规范，再配以相应实验项目，增加了现代实验仪器使用的相关内容，加大了综合性和设计性实验的内容比例。在实验手段的使用上，突出了现代化、微型化和绿色环保化；在实验项目的安排上，做到了贴近生活、生产和教学实际，尽量减少昂贵、有毒试剂的使用，避免对环境的污染和对学生身体的伤害。

实验教学改革是一项十分艰巨的任务，需要在长期教学实践中不断探索、总结和提高。编写这样一本教材需要丰富的实践经验，虽然在本书成书之前进行了多次讨论，并广泛征求后续专业课教师的意见，但编者水平有限，教材中不当之处和差错难免出现，希望读者和同行不吝指正。

在教材编写过程中，得到各级领导、专家和后续专业课教师的大力支持，并提出很多宝贵意见和建议，在此深表感谢。

编 者

2016 年 5 月

目 录

第一章 绪论	(1)
第一节 化学实验课程的目的	(1)
第二节 化学实验课程的要求	(1)
第三节 化学实验中的测量、数据记录与实验结果的表达	(4)
第四节 化学实验成绩的评定	(20)
第五节 实验室的安全与环保	(20)
第二章 化学实验的基本操作	(25)
第一节 实验室中常用器皿的认识	(25)
第二节 常用玻璃仪器的洗涤和干燥	(33)
第三节 加热、致冷及干燥技术	(35)
第四节 化学试剂的取用	(48)
第五节 温度测量技术	(50)
第六节 压力测量技术	(53)
第七节 氧气钢瓶和氧气减压阀	(57)
第八节 玻璃工操作和塞子钻孔	(61)
实验1 简单的玻璃工操作和洗瓶的装配	(64)
第三章 元素及化合物的性质	(66)
实验2 碱金属和碱土金属的性质	(66)
实验3 过渡金属的性质	(68)
实验4 常见非金属及其化合物的主要性质	(71)
实验5 配合物的生成和性质	(73)
实验6 氧化还原反应和氧化还原平衡	(76)
实验7 烃的性质	(78)
实验8 卤代烃的性质	(81)
实验9 醇、酚的性质	(82)
实验10 醛、酮的性质	(85)
实验11 羧酸及其衍生物的性质	(87)
实验12 胺的性质	(89)
实验13 糖类的性质	(91)
实验14 氨基酸、蛋白质的性质	(93)
第四章 物质分离与提纯技术	(96)
第一节 固液分离	(96)

实验 15	碘盐的制备及检验	(103)
实验 16	苯甲酸的重结晶	(105)
第二节	蒸馏	(106)
实验 17	蒸馏及沸点测定	(117)
实验 18	工业乙醇混合物的分馏	(119)
实验 19	水蒸气蒸馏	(120)
实验 20	苯甲酸乙酯的减压蒸馏	(121)
实验 21	无水乙醇的制备	(123)
第三节	物质的萃取与洗涤	(124)
实验 22	对甲苯胺、 β -萘酚和萘混合物的分离	(126)
实验 23	Fe^{3+} 、 Al^{3+} 离子的分离	(128)
第四节	升华	(130)
实验 24	茶叶中提取咖啡因	(131)
第五节	色谱法	(133)
实验 25	薄层色谱法分离有机色素	(140)
实验 26	菠菜色素的提取和色素分离	(141)
实验 27	纸色谱法分离和鉴定氨基酸	(143)
第六节	离子交换分离法	(145)
实验 28	去离子水的制备	(148)
实验 29	离子交换法分离 Co^{2+} 和 Cr^{3+}	(152)
第五章	物质的分析与鉴定	(154)
第一节	定性分析实验	(154)
实验 30	阳离子第一组(银组)的分析	(154)
实验 31	阳离子第二组(铜锡组)的分析	(156)
实验 32	阳离子第三组(铁组)的分析	(161)
实验 33	阳离子第四组(钙钠组)的分析	(164)
实验 34	阳离子未知试液的分析	(166)
实验 35	阴离子的分组和初步试验	(167)
第二节	滴定分析	(168)
实验 36	溶液的配制	(183)
实验 37	实验仪器的基本操作方法	(185)
实验 38	酸碱溶液的配制与标定	(186)
实验 39	食用碱中 Na_2CO_3 和 NaHCO_3 含量测定	(189)
实验 40	食醋中总酸量的测定	(192)
实验 41	EDTA 标准溶液的配制与标定及水硬度测定	(194)
实验 42	铅、铋混合液中铅、铋含量的连续测定	(197)
实验 43	铝合金中铝含量的测定	(199)
实验 44	医用双氧水中过氧化氢含量的测定	(201)

实验 45	亚铁盐中亚铁含量的测定	(204)
实验 46	硫代硫酸钠标准溶液的配制及标定	(205)
实验 47	维生素 C 片剂中 Vc 含量的测定	(207)
实验 48	胆矾中铜含量的测定	(210)
实验 49	$I_3^- \rightleftharpoons I^- + I_2$ 平衡常数的测定	(212)
实验 50	生理盐水中氯含量的测定 (莫尔法)	(215)
第三节	重量分析	(217)
实验 51	钡盐中钡含量的测定	(223)
实验 52	可溶性钡盐中钡含量的测定 (微波干燥法)	(224)
第四节	电位分析	(226)
实验 53	溶液 pH 值的测定	(232)
实验 54	醋酸解离度和解离常数的测定	(235)
实验 55	氟离子选择性电极测定水样中氟	(237)
实验 56	硫酸铜电解液中氯离子的电位滴定	(239)
实验 57	自动电位滴定法测定混合酸含量	(243)
第五节	吸光光度分析	(246)
实验 58	邻二氮菲分光光度法测定铁	(251)
实验 59	磺基水杨酸合铁配合物组成及稳定常数测定	(254)
实验 60	固体在溶液中的吸附	(258)
第六章	物质的物理常数测定	(264)
第一节	密度	(264)
实验 61	密度的测定	(266)
第二节	熔点	(267)
实验 62	熔点的测定	(268)
第三节	沸点的测定	(272)
实验 63	微量法测定沸点	(272)
第四节	电导率的测定	(273)
实验 64	$BaSO_4$ 溶度积的测定	(276)
实验 65	电导法测定硫酸铅的溶解度	(279)
实验 66	乙酸乙酯皂化反应速率常数的测定	(281)
实验 67	电导法测定表面活性剂的临界胶束浓度	(284)
第五节	液态化合物折光率的测定	(287)
实验 68	折光率的测定	(289)
实验 69	环己烷 - 异丙醇双液系气液平衡相图	(290)
第六节	旋光度的测定	(293)
实验 70	旋光度的测定	(297)
实验 71	蔗糖水解反应速度常数的测定	(298)
第七节	相对分子质量与相对原子质量的测定	(301)

实验 72	二氧化碳相对分子质量的测定	(302)
实验 73	凝固点降低法测定相对分子质量	(304)
实验 74	黏度法测定高聚物相对分子量	(306)
第八节	热化学测定	(310)
实验 75	化学反应速率与活化能的测定	(310)
实验 76	过氧化氢分解热的测定	(313)
实验 77	氯化铵生成焓的测定	(317)
实验 78	恒温槽的装配和性能测试	(320)
实验 79	溶解热的测定	(325)
实验 80	燃烧热的测定	(328)
实验 81	差热分析	(331)
实验 82	二组分金属相图的绘制	(339)
第九节	物质磁性的测定	(342)
实验 83	磁化率的测定	(342)
第十节	电化学测定	(345)
实验 84	电极制备及电动势的测定	(345)
实验 85	恒电位法测定阳极极化曲线	(348)
实验 86	溶胶的制备和电泳	(354)
实验 87	B-Z 振荡反应	(356)
第十一节	液体表面张力的测定	(360)
实验 88	液体表面张力的测定	(360)
第七章	综合性设计性实验	(365)
实验 89	碘化铅溶度积的测定	(365)
实验 90	由海盐制备试剂级氯化钠	(368)
实验 91	废旧干电池的综合利用	(372)
实验 92	硫酸亚铁铵的制备 (实验设计)	(373)
实验 93	硫酸铜的制备及检验	(375)
实验 94	五水合硫酸铜结晶水的测定	(377)
实验 95	转化法制备硝酸钾	(379)
实验 96	一种钴 (III) 配合物的制备	(380)
实验 97	碱式碳酸铜的制备	(383)
实验 98	硫代硫酸钠的制备	(386)
实验 99	环己烯的制备	(387)
实验 100	溴乙烷的制备	(388)
实验 101	1-溴丁烷的制备	(389)
实验 102	乙醚的制备	(391)
实验 103	甲基叔丁基醚的制备	(392)
实验 104	苯乙酮的制备	(393)

实验 105	苯亚甲基苯乙酮 (查尔酮) 的制备	(394)
实验 106	肉桂酸的制备	(395)
实验 107	香豆素-3-羧酸乙酯的制备	(396)
实验 108	呋喃甲醇和呋喃甲酸的制备	(397)
实验 109	苯片呐醇的制备及重排反应	(399)
实验 110	苯甲酸的制备	(400)
实验 111	乙酸异戊酯的制备	(401)
实验 112	乙酸乙酯的制备	(402)
实验 113	乙酰乙酸乙酯的制备	(404)
实验 114	2-庚酮的制备	(405)
实验 115	乙酰苯胺的制备	(406)
实验 116	对氨基苯磺酰胺的制备	(408)
实验 117	己二酸的制备	(409)
实验 118	己内酰胺的制备	(410)
实验 119	乙酰水杨酸的制备	(412)
实验 120	8-羟基喹啉的制备	(413)
实验 121	2-甲基-2-丁醇的制备	(414)
实验 122	1, 3, 5-三苯基吡唑啉的合成及表征	(415)
实验 123	四氮大环西佛碱及其铜配合物的合成与表征	(417)
实验 124	巴比妥的合成	(420)
实验 125	金属酞菁的制备	(422)
实验 126	外消旋 α -苯乙胺的制备和拆分	(424)
附录一	常用溶剂的纯化方法	(428)
附录二	常用有机化合物的物理常数	(433)
附录三	弱酸、弱碱在水中的电离常数 (298K)	(437)
附录四	实验室常用酸、碱的浓度	(439)
附录五	难溶化合物的溶度积	(440)
附录六	标准电极电势	(442)
附录七	常用指示剂	(447)
附录八	不同温度下水的饱和蒸汽压 (kPa)	(451)
附录九	常用元素原子量表	(452)
附录十	常用溶液的配制	(453)
附录十一	不同温度下水的表面张力 γ	(455)
附录十二	一些液体物质的饱和蒸气压与温度的关系	(456)
附录十三	水的黏度 (厘泊)	(457)
附录十四	甘汞电极的电极电势与温度的关系	(458)
附录十五	不同温度下 KCl 在水中的溶解热	(459)
附录十六	KCl 溶液的电导率	(460)

附录十七	一些电解质水溶液的摩尔电导率	(461)
附录十八	醋酸的标准电离平衡常数	(462)
参考文献		(463)

第一章 绪 论

第一节 化学实验课程的目的

基础化学实验课程是化学教育和应用化学专业开设的一门专业基础课。化学是一门实验科学，许多化学理论和规律都来自化学实验，同时，这些理论和规律的应用和评价也要依据实验来开发和检验，所以在高级化学专门人才的培养过程中，化学实验的作用显得特别重要。在全面推进素质教育的形势下，原有无机化学、有机化学、分析化学、物理化学实验等各自分隔的化学实验课程体系逐步被打破，以技术训练、能力培养为目标对课程内容进行科学组合，使之融汇组合为一个独立实验课程体系，正在成为国内实验课教学改革的大趋势，本课程即是在这个前提下形成的。期望通过实验教学达到以下目的。

(1) 完成从感性认识到理性认识的过渡。通过实验，可以直接获得大量的化学事实，验证、巩固、加深对基本理论和基础知识的认识和理解，并扩展课堂所获得的知识。

(2) 使学生掌握常用的化学实验操作技能，熟悉常用仪器的使用方法。培养学生获得准确的实验数据和结果的能力。

(3) 通过实验培养学生独立工作和独立思考的能力。如：观察并正确记录实验现象的能力；分析归纳、综合、合理处理实验数据的能力；正确表述实验结果的能力；用所学理论设计简单实验的能力。

(4) 通过实验培养学生求实、求真、存疑的科学精神、创新思维和创新能力，为今后的学习和工作打下坚实的基础。

(5) 通过实验使学生获得良好的科研素养和工作习惯。平时要注意细节：严肃认真，有条不紊，爱护财物，节约水电；干燥清洁，整齐有序；实验结束，做好善后工作等。逐步养成良好的实验素养和习惯。

第二节 化学实验课程的要求

为达到本课程的学习目标，学生在学习时应注意以下环节。

一、实验前的准备

1. 实验前要充分预习

一次成功的实验，开始于实验前的充分准备，没有准备就盲目地到实验室现看现做，照方抓药，一定不会收到好的效果。预习工作可以归纳为“看、查、写”。

(1) 看。认真阅读本书有关章节、有关教科书、参考资料，观看操作录像、CAI课件。使基本操作规范化，力求做到目的明确，理论透彻，做法清楚。必须掌握实验原理及数学关系；熟悉实验内容、主要操作步骤及数据的处理方法；预习（或复习）基本操作和仪器的使用；指出实验中注意事项，合理安排实验工作的顺序；回答实验教材中的思考题。只有这样，才可以避免机械地履行手续，照方抓药，知其然不知其所以然的现象。

(2) 查。从手册或资料中查出实验中所需数据或常数。

(3) 写。在充分预习的基础上写好实验提纲（或称预习实验报告）。实验提纲不是照抄实验教材的内容，而是它的提炼、简化，是通过自己的理解写出来的，能使自己一目了然。一般可以写在实验记录本上，并留下一些准备添入实验现象和数据的空间，以便省去在实验室作记录的麻烦。有关提纲的格式可自行拟定，在实践中不断完善。

2. 进入实验室后，按照预习要求清点所需仪器、试剂是否齐全，将所需仪器、试剂有秩序地摆放好；有需要刷洗的仪器可以进行刷洗，做好实验前的准备。

二、实验中的工作

实验的成败和效率高低，同实验者的科学习惯和操作技术有直接的关系。初学者由于不注意这些问题而导致失败的现象屡见不鲜。为此，要求实验者做到以下几点。

1. 清洁整齐，有条不紊

化学反应的灵敏度是很高的，物质含量在百万分之几都可反映出来，无意中带入了少量杂质，会给实验现象带来很大的影响。所以要求实验时使用的仪器或环境都必须清洁。要求有条不紊的工作秩序，把各种试液放到固定位置；对不能混用的仪器要严格分开使用；各种试剂的取用规则、各种仪器的操作要严格遵守规范。

实验台面应保持整洁有序，所用仪器按次序摆放在台面里侧，药匙、滴管、玻棒等小件用具放入净物杯中，随时清洗和擦拭。

2. 细致观察，深入思考

按拟定的实验步骤独立操作，既要大胆，又要细心，仔细观察实验现象，认真测定数据，并做到边实验、边思考、边记录。细致的观察，是掌握和积累知识的重要手段，没有直接观察，仅仅记熟了书本上的描述，还不算完全的知识。例如，同样是白色沉淀， AgCl 、 BaSO_4 、 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 都各不相同。他们的区别，只有通过实际的细致观察才可以得到正确的结论。

观察也是发现问题、解决问题的开始。有了问题就要深入思考，实事求是地去解决。在实验室中进行实验时，由于种种难以一一列举的原因，所观察到的现象有时可能与书上记载的不尽相同。对于这种差异绝不可忽视，更不可简单地照着书上写的去更改

自己的实验记录。这时候，要运用自己各方面的知识去设法弄清楚原因。应当知道，每弄清一次这种不一致的原因，都会取得知识上的更大进步。

3. 尊重事实，准确记录

观察的现象，测定的数据，要记录在记录本上。不要用铅笔记录，不要记在草稿纸、小纸片上。实验记录要忠于观察到的实验事实，如实反映实验中的重要操作、发生的现象、得到的数据和结果等。不可凭主观意愿删去自己认为不对的数据，不杜撰原始数据。原始数据不得涂改或用橡皮擦拭，如有记错可在原始数据上划一道杠，再在旁边写上正确值。既要避免繁琐，又要防止空洞。太空洞的记录日后无法据其写好实验报告、复习实验内容、总结实验的经验，从而也就失去了实验记录的作用。

4. 勤于思考

实验中要勤于思考，仔细分析，力争自己解决问题。碰到疑难问题，可查资料，亦可与教师讨论，获得指导。如对实验现象有怀疑，在分析和查找原因的同时，可以做对照实验、空白实验，或自行设计实验进行核对，必要时应多次实验，从中得到有益的结论。如果实验失败，要检查原因，经教师同意后重做实验。

三、实验后的结束工作

完成了规定的实验内容，仅是完成实验的一半，结束工作包括：

1. 清洗、整理好仪器、试剂

完成实验后，要把用过的仪器清洗干净，放回原处；试剂架上的试剂都要放回原来的位置；检查试剂瓶塞、滴管有无缺损；如有缺损要及时更换，用完的试剂也要及时添足。

2. 清理环境，检查安全

将实验台擦拭干净，实验室要认真清扫，按要求处理好废液。然后检查水、电开关是否关好，再关好门窗后离开实验室。

3. 及时完成实验报告

写好实验报告，是科学训练的重要内容。对实验报告的要求是：正确而又清晰，简明而又深入。实验步骤是必不可少的，重要的是分析实验现象，整理实验数据，把直接的感性认识提高到理性思维阶段。要做到：

(1) 认真、独立完成实验报告。对实验现象进行解释，写出反应式，得出结论，对实验数据进行处理（包括计算、作图、误差分析）。

(2) 分析产生误差的原因。对实验现象以及出现的一些问题进行讨论，敢于提出自己的见解；对实验提出改进的意见或建议。

化学实验报告的格式因实验类型而定，要自己设计完成。

写好实验报告是对有关内容的一次很好的复习、巩固和提高。一定要认真写，及时交。

第三节 化学实验中的测量、数据记录与实验结果的表达

一、化学实验中的测量

在化学实验中,经常需要量取或者测量物质的各种物理量和参数。常见的测量方法可以归纳为直接测量法和间接测量法两类。使用各种量器量取物质和使用某种仪器直接测定出物理量的结果都称为直接测量。直接测量是最基本的测量操作,例如用量筒量取某液体的体积、用温度计测定反应温度等。某些物理量需要进行一系列直接测量后,再根据化学原理、计算公式或图表经过计算才能得到结果,如平衡常数、反应速率、定量分析结果等都属于间接测量。

在测量实践中,一个结果是经过多次测量(如称量质量或测量体积)或一系列的操作步骤而获得的。由于测试方法本身的局限性,使用的测量仪器不可能是绝对精密的,试剂也不是绝对纯净,加之环境条件和个人操作技术的限制,测定结果和真实值之间总是存在差值,这个差值称为误差。即使同一个人用同一方法和仪器,对同一试样进行多次平行测定,测定结果也不会完全一样。这就是说,误差是客观存在的。因此既要掌握各种测定方法又要对测量结果进行评价,分析测量结果的精密度,误差的大小及其产生的原因,才能不断提高测量结果的准确度。

(一) 误差的分类

根据误差的性质和产生的原因,将误差分为系统误差和随机误差两大类。

1. 系统误差

系统误差是由某些经常的、固定的原因所引起的误差,如实验方法、所用仪器、试剂、实验条件的控制以及实验者本身的一些主观因素造成的。它对分析结果的影响比较固定,在同一条件下重复测定时会重复出现,误差的正负、大小一定,具有重复性和单向性。因此系统误差是可测的,有时又叫可测误差。

2. 随机误差

随机误差是由一些不易预测的偶然因素所引起的误差,因此也叫偶然误差。例如测量时环境的温度、湿度、气压的微小波动、仪器性能的微小变化等引起的误差。这类误差对分析结果的影响不固定,时大时小,时正时负,难以预测和控制,所以又叫不可测误差。表面看来,随机误差似乎没有规律可循,但如果在消除系统误差以后,对同一试样进行多次重复测定,便会发现随机误差的分布遵从如下统计规律。

(1) 大小相等的正负误差其出现的概率相等。

(2) 小误差出现的概率大,大误差出现的概率小,特大误差出现的概率更小。

应该指出的是,系统误差和随机误差都是指正常操作情况下产生的。由于实验人员操作不正确或粗心大意而造成的过失,例如,溶液溅失、加错试剂、读错刻度、记录错误等,这些都是不应有的过失,不属于误差讨论的范畴。只要分析人员加强责任感,严格遵守操作规程,认真仔细地进行实验,做好原始记录,反复核对,这些过失是完全可

以避免的。

(二) 误差的表示方法

1. 真实值、平均值和中位值的含义

(1) 真实值。是一个客观存在的真实数值，但又不能直接测定出来。如一个物质中的某一组分含量，应该是一个确切的真实数值，但又无法直接确定。由于真实值无法知道，往往都是进行许多次平行实验，取其平均值或中位值作为真实值，或者以公认的手册上的数据作为真实值。

(2) 平均值。是指算术平均值 ($\bar{X}$)，即测定值的总和除以测定总次数所得的商。

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + \cdots + X_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} \quad (1)$$

式中 X_i ——各次测定值； n ——测定次数。

(3) 中位值。将一系列测定数据按大小顺序排列时的中间值。若测定的次数是偶数，则取正中两个值的平均值。

2. 准确度和精密度

(1) 准确度。准确度是指测定值 (X_i) 与真实值 (简称真值) (T) 之间符合的程度。准确度用误差来表示，测定值与真值之差称绝对误差 (E)。

$$E = X_i - T \quad (2)$$

误差除用绝对误差表示外，也可用相对误差来表示。相对误差 (E_r) 是指绝对误差与真值的比值：

$$E_r(\%) = \frac{X_i - T}{T} \times 100\% \quad (3)$$

误差小，说明测定结果与真值接近，测定准确度高；误差大，说明测定结果准确度低。若测定值大于真值，则误差为正值；反之，误差为负值。

(2) 精密度。精密度是指在相同条件下多次测量结果互相吻合的程度，表现了测定结果的再现性。精密度用“偏差”来表示，偏差愈小，说明测定结果的精密度愈高。

①偏差：偏差分绝对偏差 (d) 和相对偏差 (d_r)。绝对偏差是某个测定值 (X_i) 与多次测定结果的平均值 ($\bar{X}$) 之差。

$$d_i = X_i - \bar{X} \quad (4)$$

相对偏差则是绝对偏差占平均值的百分数：

$$d_r(\%) = \frac{d_i}{\bar{X}} \times 100\% \quad (5)$$

绝对偏差和相对偏差都是表示单次测量结果对平均值的偏差。为了衡量一组数据的精密度，可用平均偏差。平均偏差是指各次偏差的绝对值的平均值：

$$\bar{d} = \frac{|d_1| + |d_2| + |d_3| + \cdots + |d_n|}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n |d_i|}{n} \quad (6)$$