

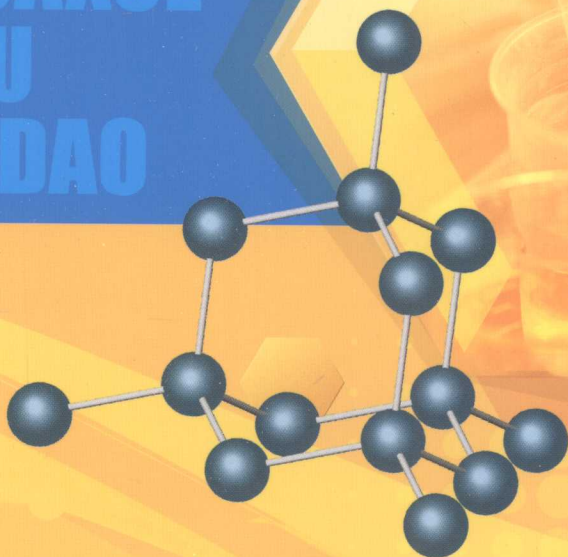
高等学校“十二五”规划教材

大学化学

实验与学习指导

柯强 张世红 段文猛 主编

DAXUE HUAXUE
SHIYAN YU
XUEXI ZHIDAO



化学工业出版社

014003343

06-3
276

高等学校“十二五”规划教材

大学化学 实验与学习指导

柯 强 张世红 段文猛 主编



英凤林：解编字文
李阿史：书费特英

燕 金 青林：解编升英
李仕林：书费

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第181490号

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第181490号

2013年11月北京第1次印刷

16开 138mm×216mm 1.16印张 138千字

 化学工业出版社

· 北京 ·



北航

C1690459

定价：32.00元

定价：32.00元

01400334

全书分上、下两篇，上篇为大学化学实验，下篇为大学化学学习指导。

上篇共6章，第1章为大学化学实验基础知识，介绍大学化学实验的学习目的、要求，实验室安全守则，有效数字、误差、数据处理等常识性内容。第2章为大学化学基本实验技能，介绍常用仪器及玻璃器皿的洗涤，实验室加热、制冷、称量、玻璃加工操作方法等内容。第3章为大学化学实验常用仪器及使用方法，包括电子天平、离心机、酸度计、气压计、电导率仪、分光光度计、阿贝折光仪、旋光计等仪器及使用方法。第4章为基础实验，主要是培养学生化学实验的基础知识和基本技能。最后两章为综合实验、设计实验等。附录列出了一些基础数据和资料供查阅、参考。

下篇为与《大学化学教程》配套的学习指导，供学生学习时参考和考试前复习用。每章按学习目的与要求、典型例题、习题及参考答案三部分编写。

本书可供广大工科类专业本科生使用。

图书在版编目(CIP)数据

大学化学实验与学习指导/柯强，张世红，段文猛主编. —北京：
化学工业出版社，2013.9
高等学校“十二五”规划教材
ISBN 978-7-122-18151-0

I. ①大… II. ①柯…②张…③段… III. ①化学实验-高等
学校-教材 IV. ①O6-3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 181490 号

责任编辑：宋林青 金 杰
责任校对：边 涛

文字编辑：孙凤英
装帧设计：史利平

出版发行：化学工业出版社（北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011）

印 刷：北京云浩印刷有限责任公司

装 订：三河市宇新装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张19½ 字数484千字 2013年11月北京第1版第1次印刷

购书咨询：010-64518888（传真：010-64519686） 售后服务：010-64518899

网 址：<http://www.cip.com.cn>

凡购买本书，如有缺损质量问题，本社销售中心负责调换。

定 价：35.00 元

版权所有 违者必究

前 言

《大学化学》作为非化工类专业工科学生的公共基础课,对完善学生的知识结构和素质培养具有重要作用。《大学化学实验与学习指导》是《大学化学教程》(梁发书等主编)的配套教材,同样可以作为其他学校的大学化学实验教材。

本书编写的宗旨是培养学生通过化学实验进一步巩固、扩大和加深对化学基础理论和基本知识的理解,培养学生独立思考、动手、观察、综合分析问题的能力以及帮助学生深刻理解大学化学教材的重点内容,牢固掌握基础知识和基本原理,启迪科学思维,培养学生的独立学习能力和创新能力。同时鉴于目前普遍存在学时较少,教学内容多,教师因教学时间有限,例题数量有限,一部分学生学习大学化学时感到基本概念多、公式多、重点难以把握、解题困难,给教学带来一定困难,为满足广大学生的迫切要求,我们编写了大学化学学习指导这一部分。

本书分为上、下两篇,上篇为大学化学实验,下篇为大学化学学习指导。大学化学实验包括6章,第1、2章是化学实验基础知识、大学化学基本实验技能,主要介绍实验基本知识、实验基本操作及实验数据处理,并将其分散到各个实验中,通过反复练习,使学生初步掌握一定的化学实验技能。第3章是大学化学实验常用仪器及使用方法,对大学化学实验中常用的电子天平、酸度计、电导率仪、分光光度计等进行了系统介绍。第4章为基础实验,实验内容紧密结合大学化学课程的理论教学,对重要的基础理论、基本知识都配有相应的实验。第5、6章是综合实验和设计实验,所选内容紧密联系工程实际和目前成熟且适宜的热点知识,以拓宽学生的知识面。大学化学学习指导配合《大学化学教程》后的习题,分为12章,每一章都包括学习目的与要求、典型例题、习题及参考答案三部分。下篇内容主要围绕课程的教学要求、重点、难点等内容精选而成,有助于加深学生对所学内容的消化、理解和提高,力求起到举一反三的效果。

本书由下列人员合作完成:柯强(主编,执笔上篇第3章,实验22~29,下篇第4、5、6章,附录),张世红(主编,执笔上篇第2章,实验30~37,下篇第1、2、3章),段文猛(主编,执笔上篇第1章,实验17~21、实验38~44,下篇第9、11章),梁发书(执笔上篇实验1~8,下篇第7、8章),尹忠(执笔上篇实验9~16,下篇第10、12章)。全书由柯强统稿。本书在编写过程中,参考了相关的大学化学实验、学习指导及习题解答等参考书,在此对这些参考书的作者表示感谢。

本书是西南石油大学《大学化学》课程组全体教师和实验室工作人员多年教学实践与教学成果的结晶,同时也吸取了许多兄弟院校的宝贵经验。本书的出版得到了西南石油大学教材建设基金的资助和化学工业出版社的大力支持。全书由西南石油大学化学化工学院陈集教授主审,陈集教授对本书提出了中肯的意见与建议。在此一并表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,时间仓促,书中难免存在疏漏和不当之处,恳请使用本书的师生、读者提出宝贵意见,以便再版时改正。

编 者
2013年6月

目 录

上篇 大学化学实验

第1章 大学化学实验基础知识	2	实验11 熔点的测定及温度计的校正	82
1.1 大学化学实验的目的及学习方法	2	实验12 工业酒精的蒸馏	86
1.2 大学化学实验安全与防护	2	实验13 圈环法测定表面张力	87
1.3 实验数据的记录和处理	4	实验14 液体饱和蒸气压的测定	89
第2章 大学化学基本实验技能	8	实验15 二组分气液相图	92
2.1 常用玻璃器皿介绍	8	实验16 三组分液液相图	94
2.2 玻璃仪器的洗涤与干燥	14	实验17 有机化合物的鉴定	97
2.3 化学试剂与试剂取用	16	实验18 环己烯的合成	101
2.4 加热与冷却	18	实验19 溴乙烷的合成	102
2.5 试纸的使用	25	实验20 蔗糖水解反应速率常数的测定	104
2.6 容量瓶、移液管、滴定管的使用	26	实验21 乙酸乙酯皂化反应速率常数 的测定	106
2.7 物质的溶解、浓缩、结晶与干燥	30	实验22 荧光防伪材料的制备	109
2.8 固液分离及沉淀的洗涤	31	实验23 分光光度法测定溴甲酚绿的 电离常数	110
2.9 溶液的配制	34	实验24 凝胶的制备与性质	111
2.10 萃取、蒸馏和分馏	36	第5章 综合实验	115
第3章 大学化学实验常用仪器及 使用方法	41	实验25 水的净化与水质检验	115
3.1 电子天平	41	实验26 油井水泥中铁和铝含量的测定	117
3.2 离心机	42	实验27 含铬废水中铬含量的测定和 处理(铁氧体法)	120
3.3 酸度计	43	实验28 BaTiO_3 纳米粉的制备	121
3.4 气压计	45	实验29 聚苯胺的电化学合成	123
3.5 电导率仪	46	实验30 铝的阳极氧化和电解着色	126
3.6 分光光度计	47	实验31 由铁合成硫酸亚铁和硫酸亚 铁铵	129
3.7 阿贝折光仪	49	实验32 铁矿石中铁含量的测定	131
3.8 旋光仪的使用	51	实验33 从废定影液中回收金属银	132
3.9 高压钢瓶的安全使用	53	实验34 金属的电化学腐蚀及其防止	134
3.10 表面张力仪	55	实验35 胶黏剂与粘接	136
第4章 基础实验	57	实验36 净水剂聚合硫酸铁的制备研究及 主要性能指标的测定	139
实验1 硫酸铜的提纯	57	实验37 从橙皮中提取香精油	142
实验2 化学反应焓变的测定	58	第6章 设计实验	145
实验3 化学反应速率和化学平衡	60	实验38 阴、阳离子未知液的鉴定 与分离	145
实验4 醋酸电离度和电离常数的测定	63	实验39 酸奶中总酸度的测定	145
实验5 电离平衡与沉淀反应	65	实验40 彩色固体酒精的制备	146
实验6 氧化还原与电化学	68		
实验7 单质	71		
实验8 无机化合物	74		
实验9 配合物的形成和性质	77		
实验10 化学平衡常数的测定	80		

实验 41 缓冲溶液的配制及性质	146	能评价	147
实验 42 海带中碘的提取	146	实验 44 日用化学品的制备及应用	147
实验 43 高吸水性树脂的制备及性			

下篇 大学化学学习指导

第 1 章 物质的聚集状态	150	第 7 章 单质和无机化合物	230
1.1 学习目的与要求	150	7.1 学习目的与要求	230
1.2 典型例题	150	7.2 典型例题	230
1.3 习题及参考答案	153	7.3 习题及参考答案	231
第 2 章 化学热力学基础	161	第 8 章 配位化合物	243
2.1 学习目的与要求	161	8.1 学习目的与要求	243
2.2 典型例题	161	8.2 典型例题	243
2.3 习题及参考答案	166	8.3 习题及参考答案	244
第 3 章 电解质溶液和解离平衡	180	第 9 章 有机化合物	254
3.1 学习目的与要求	180	9.1 学习目的与要求	254
3.2 典型例题	180	9.2 典型例题	254
3.3 习题及参考答案	185	9.3 习题及参考答案	255
第 4 章 电化学基础	198	第 10 章 相平衡	260
4.1 学习目的与要求	198	10.1 学习目的与要求	260
4.2 典型例题	198	10.2 典型例题	260
4.3 习题及参考答案	202	10.3 习题及参考答案	264
第 5 章 原子结构	212	第 11 章 化学动力学	273
5.1 学习目的与要求	212	11.1 学习目的与要求	273
5.2 典型例题	212	11.2 典型例题	273
5.3 习题及参考答案	214	11.3 习题及参考答案	275
第 6 章 分子结构和晶体结构	221	第 12 章 表面化学和胶体化学	282
6.1 学习目的与要求	221	12.1 学习目的与要求	282
6.2 典型例题	221	12.2 典型例题	282
6.3 习题及参考答案	223	12.3 习题及参考答案	286
附录	292		
附录 1 国际相对原子质量表	292	附录 8 常用基准物质的干燥条件	
附录 2 部分物理化学常用数据	293	和应用	298
附录 3 实验室常用洗涤剂的配制	294	附录 9 常见无机化合物在水中的	
附录 4 常用酸碱溶液的密度、浓度	295	溶解度	299
附录 5 常用试剂的配制	295	附录 10 常见气体在水中的溶解度	301
附录 6 常用缓冲溶液及其配制	296	附录 11 不同温度下水的饱和蒸气压	301
附录 7 常用指示剂及其配制	297	附录 12 常见离子和化合物的颜色	302

参考文献	303
------------	-----

上篇

大学化学实验

第 1 章 大学化学实验基础知识

第 2 章 大学化学基本实验技能

第 3 章 大学化学实验常用仪器及使用方法

第 4 章 基础实验

第 5 章 综合实验

第 6 章 设计实验

附录 1 大学化学实验安全

附录 1.1 实验室安全

实验室是进行科学研究的重要场所，也是培养人才的重要基地。在实验室中，学生可以接触到各种先进的实验仪器和设备，通过动手实践，加深对理论知识的理解，提高实验技能和创新能力。然而，实验室也是一个充满危险的地方，如果不遵守安全规定，很容易发生事故，造成人身伤害和财产损失。因此，在实验室中，安全是第一位的。本附录旨在介绍实验室安全的基本知识，包括实验室安全守则、实验室安全设施、实验室安全操作规程等，希望广大师生能够认真学习，严格遵守，确保实验室的安全。

第1章 大学化学实验基础知识

1.1 大学化学实验的目的及学习方法

化学是一门以实验为基础的学科，化学中的许多定律和学说以及科研成果都源于实验，同时又不断接受实验的检验，化学课程的许多理论知识需要在实验课上进行消化和理解，实验教学是大学化学学习过程中必不可少的重要内容。

大学化学实验的目的，就是让学生通过实验来巩固和加深课堂所学的理论知识，训练实验基本操作和技能，了解常用仪器并掌握正确的使用方法，培养理论联系实际和分析问题、解决问题的能力。在实验过程中，通过观察现象、分析原因、测定数据、撰写报告等过程，培养科学的思维方法。通过大学化学实验的学习，培养学生严格认真、实事求是的科学态度，养成准确、细致、整洁的实验习惯，使学生具有较高的实验素养，为以后的学习和工作打下良好的基础。

为达到大学化学实验的目的，学生除了要有正确的学习态度外，还应遵循实验课程的学习方法。

(1) 课前仔细预习。认真阅读实验教材，做到明确实验目的，了解实验原理，熟悉实验内容、主要操作步骤及数据的处理方法。列出仪器、药品清单，提出实验注意事项，合理安排实验时间。查阅相应的参考资料，明确实验和操作原理，初步了解仪器设备的性能和操作方法。在明确以上内容的基础上，写出简明的预习报告。

(2) 课上认真操作。学生应遵守实验室规则，接受教师指导，按照实验方法、步骤、要求及药品的用量进行实验，做到边操作、边思考、边记录。细心观察实验现象，如实记录实验数据，深入思考产生现象的原因。若有疑问，力争自己解决，也可相互讨论或询问指导教师。实验过程中，要爱护仪器设备，严守操作规程。实验完毕后，做好仪器设备的维护，使之恢复于待用状态，同时清理好实验台面，做好“三废”处理，养成良好的实验习惯。

(3) 课后撰写报告。实验报告是对实验的总结和归纳，它从一定角度反映一个学生的学习态度、知识水平和观察问题、正确判断问题的能力。实验结束后，应严格按照实验记录，独立认真地完成实验报告的撰写工作。实验报告要格式正确、记录清楚、结论明确、文字简练、书写整洁。

1.2 大学化学实验安全与防护

1.2.1 实验室规则

实验室规则是人们在长期的实验室工作中，从正反两方面的经验和教训中归纳总结出来的，它可以防止意外事故，保持实验的环境和工作秩序，遵守实验室规则是做好实验的重要前提。

(1) 实验前一定要做好预习和实验准备工作，检查实验所需要的药品、仪器是否齐全。

做规定以外的实验，应经教师允许。

(2) 实验过程中要集中精力，认真操作，仔细观察，积极思考，如实详细地做好实验记录。

(3) 实验中必须保持肃静，不得大声喧哗，不要到处走动。不可无故缺席实验，因故缺席未做的实验应择机补做。

(4) 爱护公共财物，小心使用仪器设备，养成节约用水、用电和用气的好习惯。每人应取用自己的仪器，不得动用他人的仪器；公用仪器和临时仪器用毕应恢复至待用状态。仪器设备如有损坏，需要及时登记并补领。

(5) 实验台上的仪器应整齐地放在一定位置上并保持台面的清洁。废纸、火柴梗和碎玻璃等应及时倒入垃圾箱内，酸性液体、碱性液体均应倒入指定的废液缸内，切勿倒入水槽。

(6) 按实验用量取用药品，厉行节约。量取药品后要及时盖好瓶盖，公用药品不得擅自拿走。

(7) 使用精密仪器时，必须严格按照操作规程进行，应细致谨慎，避免因粗心大意造成仪器损坏。如发现仪器故障，应立即停止使用并报告老师。使用仪器后应自觉填写仪器使用记录。

(8) 发生意外事故时应保持镇静，不要惊慌失措。遇有烧伤、烫伤和割伤等情况时应报告老师，及时进行处理和治疗。

(9) 实验完毕后，应清洗整理好所用的仪器和试剂，保持实验台和试剂架的清洁卫生，关闭实验室中的水、电、气。每次实验后由学生轮流值勤，负责打扫和整理整个实验室，并对实验室进行安全检查。

1.2.2 实验室安全规则

化学药品中有很多是易燃、易爆、有腐蚀性或有毒的，所以在实验前应充分了解安全注意事项。在实验时，应在思想上十分重视安全问题，集中注意力，遵守操作规程，避免事故的发生。

(1) 加热试管时，不要将试管口指向自己或别人，不要俯视正在加热的液体，以免液体溅出，受到伤害。

(2) 嗅闻气体时，应用手轻拂气体，扇向自己后再嗅。

(3) 使用酒精灯时，应随用随点，不用时盖上灯罩。不要用已点燃的酒精灯去点燃别的酒精灯，以免酒精溢出而失火。

(4) 浓酸、浓碱具有强腐蚀性，切勿溅在衣服、皮肤上，尤其勿溅到眼睛里。稀释浓硫酸时，应将浓硫酸慢慢倒入水中，而不能将水倒入浓硫酸中，以免酸液溅出。

(5) 乙醚、乙醇、丙酮、苯等有机易燃物质，存放和使用时必须远离明火，取用完毕后应立即盖好瓶塞和瓶盖。

(6) 凡产生有刺激性或有毒气体的实验，应在通风橱内（或通风处）进行。

(7) 有毒药品（如重铬酸钾、钡盐、铅盐、砷的化合物、汞的化合物、氰化物等）不得进入口内或接触伤口，也不能将有毒药品随便倒入下水管道。

(8) 实验室内严禁饮食和吸烟。实验完毕，应及时洗净双手。

1.2.3 实验室事故的处理

(1) 割伤：先挑出伤口内的异物，然后在伤口处抹上红药水或紫药水后用消毒纱布包

扎,也可贴上“创可贴”,能立即止血,且易愈合。必要时可送医院治疗。

(2) 烫伤和烧伤:轻度烫伤或烧伤,可在伤口处抹上烫伤油膏或万花油,不要把烫出的水泡挑破;严重的烫伤和烧伤,要用消毒纱布轻轻包扎伤处,并立即送医院治疗。

(3) 受酸腐伤:先用大量水冲洗,再用饱和碳酸氢钠溶液或稀氨水冲洗,最后再用水冲洗。

(4) 受碱腐伤:先用大量水冲洗,再用2%醋酸溶液或3%硼酸溶液冲洗,最后再用水冲洗。

(5) 酸和碱不小心溅入眼中,必须用大量水冲洗,持续15min以上,随后即送医生处检查。

(6) 溴灼伤:立即用大量水冲洗,再用酒精擦至无溴存在为止。

(7) 毒物误入口中,可取5~10cm³稀CuSO₄溶液加入一杯温水中,内服后用手指伸入咽喉,促使呕吐,然后立即送医院治疗。

(8) 毒气侵入:不慎吸入煤气、Br₂蒸气、Cl₂、HCl、NH₃等气体时,应立即到室外呼吸新鲜空气。

(9) 触电:首先切断电源,必要时进行人工呼吸。

(10) 起火:起火后,要立即一面灭火,一面防止火势蔓延,灭火时要针对起因选用合适的方法。一般的小火用湿布、石棉布或砂子覆盖燃烧物即可,火势大时可使用泡沫灭火器。电器设备所引起的火灾,只能使用二氧化碳或四氯化碳灭火器灭火,不能使用泡沫灭火器,以免触电。活泼金属如钠、镁以及白磷等着火,宜用干沙灭火,不宜用水、泡沫灭火器及四氯化碳灭火器。实验室人员衣服着火时,切勿惊慌乱跑,应立即脱下衣服或用石棉布盖住着火处。

1.2.4 实验室三废的处理

实验中经常会产生有毒的气体、液体和固体,需要及时排弃,如不经处理直接排出就可能污染周围环境,损害人体健康。因此,对废气、废水和废渣要经过一定的处理后方可排弃。

对产生少量有毒气体的实验应在通风橱内进行,通过通风设备将少量毒气排到室外而被空气稀释,以免污染室内空气。产生毒气量大的实验必须备有吸收或处理装置,如NO₂、SO₂、Cl₂、H₂S、HF等可用导管通入碱液中而被吸收。

废渣(包括少量有毒的废渣)应集中收集,然后运至指定地点掩埋;有毒成分较多的废渣,应进行处理后方可掩埋。

酸、碱废液可中和后排放。含重金属离子的废液可加碱调pH值8~10后再加硫化钠处理,使有害成分转变成难溶于水的氢氧化物或硫化物而沉淀分离,残渣掩埋,清液达到排放标准后就可以排放。废铬酸洗液可加入FeSO₄,使六价铬还原成三价铬后按普通重金属离子废液处理。含氰废液量少时可先加NaOH调至pH值大于10,再加适量KMnO₄使CN⁻氧化分解;量多时则在碱性介质中加入NaClO使CN⁻氧化成CO₂和N₂。

1.3 实验数据的记录和处理

在化学实验过程中,不仅要准确测量有关物理量,还要及时正确地记录数据并加以归纳

整理,最后才能以适当的方式表达实验的准确结果。

1.3.1 数据的记录与有效数字

实验过程中,各种测量数据都应及时、准确、详细地记录下来。为确保记录真实可靠,实验者应备有专门的实验原始记录本,并按顺序编排页码,一般不得随意撕去造成缺页。原始记录是化学实验工作原始情况的真实记载,所记录的内容不能带有主观因素。原始数据不能缺项,不得随意涂改,更不能抄袭拼凑和伪造数据。如发现某数据因测错、记错或算错而需要改动时,可将该数据用一横线划去,并在其上方写上正确数值。

实验中所记录的测量值,不仅要表示出数量的大小,而且要正确地反映出测量的精确程度。例如用精确度为万分之一克的分析天平(其称量误差为 $\pm 0.0001\text{g}$)称得某份试样的质量为 0.5780g ,则该数值中 0.578 是准确的,其最后一位数字“ 0 ”是可疑的,可能有正负一个单位的误差,即该试样的实际质量是在 $(0.5780 \pm 0.0001)\text{g}$ 范围内的某一数值。此时称量的绝对误差为 $\pm 0.0001\text{g}$,相对误差为:

$$\frac{\pm 0.0001}{0.5780} \times 100\% = \pm 0.02\%$$

若将上述称量结果记作 0.578g ,则意味着该份试样的实际质量是在 $(0.578 \pm 0.001)\text{g}$ 范围内的某一数值,即称量的绝对误差为 $\pm 0.001\text{g}$,相对误差也将变为 $\pm 0.2\%$ 。由此可见,在记录测量结果时,小数点后末位的“ 0 ”写与不写对于测量数据精确度的影响很大。正确记录的数据应该是除最末一位数字为可疑的,可能有 ± 1 的偏差外,其余数字都是准确的。这样的数字称为有效数字。

应当注意,“ 0 ”在数字中有几种意义。数字前面的 0 只起定位作用,本身不算有效数字;数字之间的 0 和小数点末位的 0 都是有效数字;以 0 结尾的整数,最好用 10 的幂指数表示,这时前面的系数代表有效数字。由于 pH 值为氢离子浓度的负对数值,所以 pH 值的小数部分才是有效数字。

下面列举几例化学实验中经常用到的各类数据。

试样的质量	9.5g	两位有效数字(用托盘天平称量)
	0.2030g	四位有效数字(用分析天平称量)
溶液的体积	24cm^3	两位有效数字(用量筒量取)
	25.34cm^3	四位有效数字(用滴定管计量)
溶液的浓度	$0.1010\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$	四位有效数字
	$0.2\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$	一位有效数字
质量分数	34.26%	四位有效数字
电离常数	1.8×10^{-5}	两位有效数字
pH	8.40	两位有效数字(注意:对数的整数不计入有效数字)

1.3.2 有效数字的运算和修约规则

对有效数字进行运算处理时,应遵循下列规则。

(1) 几个数字相加、减时,应以各数字中小数点后位数最少(即绝对误差最大)的数字为依据来决定结果的有效数字位数。

(2) 几个数字相乘、除时,应以各数字中有效数字位数最少(即相对误差最大)的数字为依据来决定结果的有效数字位数。若某个数字的第一位有效数字 ≥ 8 ,则有效数字的位数

应多算一位。

(3) 需要弃去多余数字时,按“四舍六入五取双”的原则进行修约,即当尾数 ≤ 4 时,舍去;当尾数 ≥ 6 时,进入;当尾数为5而后面数为0时,若5的前一位是奇数则入,是偶数(包括0)则舍;若5后面还有不是0的任何数皆入。

应注意,若所拟舍去的为两位以上数字时,不得逐级多次修约,只能对原始数据进行一次修约到所需要的位数。

【例 1-1】 完成下列运算

$$(1) 34.37 + 6.3426 + 0.034 = 40.7466 \xrightarrow{\text{修约}} 40.75$$

$$(2) \frac{15.3 \times 0.1988}{8.6} = 0.35368 \xrightarrow{\text{修约}} 0.354$$

【例 1-2】 将下列数据修约到两位有效数字

$$2.412 \rightarrow 2.4$$

$$0.626 \rightarrow 0.63$$

$$34.52 \rightarrow 35$$

$$9.050 \rightarrow 9.0$$

$$44.50 \rightarrow 44$$

$$3.6498 \rightarrow 3.6$$

1.3.3 实验数据的处理与表达方法

实验中测得的数据经归纳、处理后,其结果应以简明的方式表达出来。化学实验中,数据处理和结果的表达通常采用列表法、图解法或数学方程法。

(1) 列表法。列表法是将实验数据按自变量与因变量——对应列表,并把相应的计算结果填入表中。

使用列表法应注意以下几点。

① 每个表格应有序号及完整的表名。

② 表格中每一横行或纵行应标明项目名称和单位,有时也可采用符号表示,如 V/cm^3 , p/Pa , $m.p./^\circ\text{C}$ 等,斜线后表示单位。

③ 表中所列有效数字的位数应取舍相当;同一纵行中数字的小数点应上下对齐,以便相互比较;数字为零时计作“0”;数值空缺时应记一横划“—”。

④ 必要时可在表的下方注明数据的处理方法或计算公式。

列表法简单明了,便于参考比较,不仅适于表达实验结果,也可用于原始数据的记录。

(2) 图解法。图解法是将实验数据按自变量与因变量的对应关系绘制成图形,这种图形可将变量间的变化趋势、变化速率、极大值、极小值、转折点以及周期性等主要特征清楚直观地表现出来,便于分析研究。

图形的绘制方法如下。

① 正确建立坐标轴和分度。选择大小适当的直角坐标纸,以 x 轴代表自变量、 y 轴代表因变量,每个坐标轴均应标明名称和单位,如 $c/\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ 、 λ/nm 等。坐标分度应便于从图上读出任一点的坐标值,而且其精度应与测量精度一致。对于主线间为十等分的坐标纸,每格代表的变量值取 1、2、4、5 等数值较为方便。曲线若为直线或近乎直线,则应使图形位于坐标纸的中央位置或对角线附近。比例尺的选择要得当,以便使图形准确显示变化规律。

② 按原始数据标出作图点。用圆点(•)或叉(×)等符号将实验测得的原始数据标绘在坐标纸相应的位置上。若需在同一张坐标纸上表示几种不同的测量结果时,可选用不同

符号加以标记,并需在图上注明不同符号所代表的含义。

③ 按作图点绘制曲线。若各数据点成直线关系,则用铅笔和直尺依各点的趋向,在点群之间画出一直线,注意应使直线两侧点数及其与直线间距离接近相等。若数据点为曲线,则先用铅笔沿各点的变化趋向轻轻描绘,再以曲线板逐渐拟合,绘出光滑曲线。描绘曲线时,不一定通过图上所有点及两端的点,但应力求使各点均匀地分布在曲线两侧邻近处。

④ 标注图名。每图都应标有简明的图题,并注明取得数据的主要实验条件等。

(3) 数学方程法。数学方程法是将实验数据经过整理,总结为一个数学方程表达式。还可按数学方程式编制计算程序,由计算机完成数据处理和表图制作等。数学方程法可更精确地表达自变量和因变量之间的函数关系。

1-3 常用玻璃仪器及其用途

常用玻璃仪器及其用途 (续)

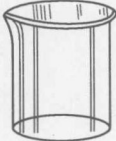
仪器名称	规格	用途	备注
玻璃棒	100 mm × 10 mm × 10 mm	搅拌、引流	
烧杯	100 mL, 250 mL, 500 mL, 1000 mL	加热、反应、溶解	
锥形瓶	100 mL, 250 mL, 500 mL, 1000 mL	滴定、反应、溶解	
容量瓶	100 mL, 250 mL, 500 mL, 1000 mL	配制标准溶液	
移液管	1 mL, 2 mL, 5 mL, 10 mL, 25 mL, 50 mL	精确移取液体	
滴定管	1 mL, 2 mL, 5 mL, 10 mL, 25 mL, 50 mL	滴定	
量筒	10 mL, 25 mL, 50 mL, 100 mL, 250 mL, 500 mL, 1000 mL	粗略量取液体	
试剂瓶	10 mL, 25 mL, 50 mL, 100 mL, 250 mL, 500 mL, 1000 mL	盛放试剂	
广口瓶	100 mL, 250 mL, 500 mL, 1000 mL	盛放固体试剂	
细口瓶	10 mL, 25 mL, 50 mL, 100 mL, 250 mL, 500 mL, 1000 mL	盛放液体试剂	
碘瓶	100 mL, 250 mL, 500 mL, 1000 mL	盛放碘液	
称量瓶	10 g, 20 g, 50 g, 100 g, 250 g, 500 g, 1000 g	称量固体试剂	
干燥器	100 mL, 250 mL, 500 mL, 1000 mL	干燥固体试剂	
马弗炉	1000 °C, 1200 °C, 1500 °C	高温灼烧	
电炉	1000 W, 2000 W, 3000 W, 4000 W, 5000 W	加热	
水浴锅	100 °C, 120 °C, 150 °C, 180 °C, 200 °C	加热	
油浴锅	200 °C, 250 °C, 300 °C, 350 °C, 400 °C	加热	
沙浴锅	400 °C, 450 °C, 500 °C, 550 °C, 600 °C	加热	
电热套	100 W, 200 W, 300 W, 400 W, 500 W	加热	
磁力搅拌器	100 W, 200 W, 300 W, 400 W, 500 W	搅拌	
振荡器	100 W, 200 W, 300 W, 400 W, 500 W	振荡	
离心机	1000 rpm, 2000 rpm, 3000 rpm, 4000 rpm, 5000 rpm	离心	
分光光度计	100 nm, 200 nm, 300 nm, 400 nm, 500 nm, 600 nm, 700 nm	测定吸光度	
气相色谱仪	100 °C, 200 °C, 300 °C, 400 °C, 500 °C	分离混合物	
液相色谱仪	100 °C, 200 °C, 300 °C, 400 °C, 500 °C	分离混合物	
原子吸收光谱仪	100 nm, 200 nm, 300 nm, 400 nm, 500 nm, 600 nm, 700 nm	测定元素含量	
红外光谱仪	1000 cm ⁻¹ , 2000 cm ⁻¹ , 3000 cm ⁻¹ , 4000 cm ⁻¹	测定官能团	
核磁共振仪	100 MHz, 200 MHz, 300 MHz, 400 MHz, 500 MHz	测定分子结构	
质谱仪	100 m/z, 200 m/z, 300 m/z, 400 m/z, 500 m/z	测定分子量	
热重分析仪	100 °C, 200 °C, 300 °C, 400 °C, 500 °C	测定热稳定性	
差热分析仪	100 °C, 200 °C, 300 °C, 400 °C, 500 °C	测定热效应	
扫描电镜	10000 ×, 20000 ×, 30000 ×, 40000 ×, 50000 ×	观察表面形貌	
透射电镜	100000 ×, 200000 ×, 300000 ×, 400000 ×, 500000 ×	观察内部结构	
扫描隧道显微镜	1000000 ×, 2000000 ×, 3000000 ×, 4000000 ×, 5000000 ×	观察原子结构	
原子力显微镜	1000000 ×, 2000000 ×, 3000000 ×, 4000000 ×, 5000000 ×	观察表面形貌	
激光干涉仪	100 nm, 200 nm, 300 nm, 400 nm, 500 nm, 600 nm, 700 nm	测定长度	
激光测距仪	100 m, 200 m, 300 m, 400 m, 500 m, 600 m, 700 m	测定距离	
激光雷达	100 m, 200 m, 300 m, 400 m, 500 m, 600 m, 700 m	测定距离	
激光陀螺仪	100 °C, 200 °C, 300 °C, 400 °C, 500 °C	测定角速度	
激光干涉仪	100 nm, 200 nm, 300 nm, 400 nm, 500 nm, 600 nm, 700 nm	测定长度	
激光测距仪	100 m, 200 m, 300 m, 400 m, 500 m, 600 m, 700 m	测定距离	
激光雷达	100 m, 200 m, 300 m, 400 m, 500 m, 600 m, 700 m	测定距离	
激光陀螺仪	100 °C, 200 °C, 300 °C, 400 °C, 500 °C	测定角速度	

第 2 章 大学化学基本实验技能

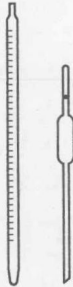
2.1 常用玻璃器皿介绍

常用的化学实验仪器见表 2-1。

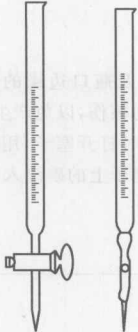
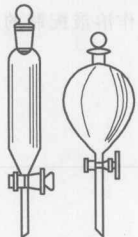
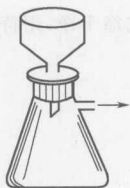
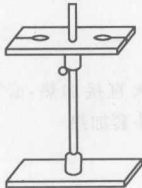
表 2-1 常用的化学实验仪器

仪器	材料及规格	一般用途	使用注意事项
 试管	以管口直径×管长表示,如 25mm×100mm、15mm×150mm、10mm×70mm 等	反应容器,便于操作、观察,用药量少	(1)可直接加热,但不能骤冷 (2)加热时用试管夹夹持,管口不要对人,使受热均匀,盛放液体不要超过试管容积的 1/3
 离心管	分有刻度和无刻度两种,以容积表示,如 25cm ³ 、15cm ³ 、10cm ³ 等	少量沉淀的分离和辨认	不能直接用火加热,必要时可用水浴加热
 烧杯	以容积表示,如 500cm ³ 、250cm ³ 、100cm ³ 、50cm ³ 等	反应容器,用于反应物较多的反应	(1)可加热至高温,使用时注意不要使温度变化过于剧烈 (2)加热时底部应垫石棉网,使受热均匀
 烧瓶	有平底和圆底之分,以容积表示,如 2500cm ³ 、500cm ³ 、100cm ³ 、50cm ³ 等	反应容器,用于反应物较多且需要长时间加热的反应	(1)可加热至高温,使用时注意不要使温度变化过于剧烈 (2)加热时底部应垫石棉网,使受热均匀
 锥形瓶(三角瓶)	以容积表示,如 250cm ³ 、100cm ³ 、50cm ³ 等	反应容器,振荡比较方便,适用于滴定操作	(1)可加热至高温,使用时注意不要使温度变化过于剧烈 (2)加热时底部应垫石棉网,使受热均匀

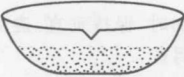
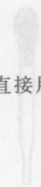
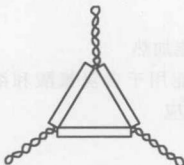
续表

仪器	材料及规格	一般用途	使用注意事项
 碘量瓶	以容积表示, 如 250cm^3 、 100cm^3 、 50cm^3 等	用于与碘量法有关的容量分析, 也可用于其他滴定分析	(1) 塞子及瓶口边缘的磨砂部分应注意勿擦伤, 以免产生漏隙 (2) 滴定时打开塞子, 用蒸馏水将瓶口及塞子上的碘洗入瓶中
 量杯和量筒	以所能量度的最大容积表示 量筒: 如 250cm^3 、 100cm^3 、 50cm^3 、 10cm^3 等 量杯: 如 100cm^3 、 50cm^3 、 10cm^3 等	用于液体体积计量	(1) 不能加热 (2) 不可作溶液配制的容器使用
 吸量管和移液管	以所能量取的最大容积表示 吸量管: 如 10cm^3 、 5cm^3 、 1cm^3 等 移液管: 如 100cm^3 、 50cm^3 、 10cm^3 、 2cm^3 等	用于精确量取一定体积的液体	使用前洗涤干净, 用待吸液润洗
 容量瓶	以容积表示, 如 1000cm^3 、 250cm^3 、 100cm^3 、 50cm^3 、 25cm^3 等	用于配制准确浓度的溶液	(1) 不能受热 (2) 不能在其中溶解固体
 漏斗	以口径和漏斗颈长表示, 如 6cm 长颈漏斗、 4cm 短颈漏斗等	用于过滤或倾注液体	不能用火直接加热, 必要时可用水浴漏斗套加热

续表

仪器	材料及规格	一般用途	使用注意事项
 滴定管	滴定管分酸式和碱式, 无色和棕色, 以容积表示, 如 50cm^3、25cm^3 等	滴定管用于滴定操作或精确量取一定体积的溶液	(1) 碱式滴定管盛碱性溶液, 酸式滴定管盛酸性或氧化性溶液, 两者不能混用 (2) 碱式滴定管不能盛氧化性溶液 (3) 见光易分解的滴定溶液宜用棕色滴定管
 滴液漏斗和分液漏斗	以容积和漏斗形状表示(筒形、球形、梨形), 如 100cm^3 球形分液漏斗、50cm^3 筒形滴液漏斗等	(1) 滴液漏斗用于往反应液中滴加较多的液体 (2) 分液漏斗用于互不相溶的液-液分离	活塞应涂油, 用橡皮筋固定, 防止滑出跌碎
 布氏漏斗和吸滤瓶	布氏漏斗以直径表示, 如: 10cm、8cm、6cm 等 吸滤瓶以容积表示, 如 500cm^3、100cm^3 等	减压过滤	防止倒吸
 玻璃砂(滤)漏斗	以砂滤板微孔孔径的大小分为 6 种型号: G_1 ($20 \sim 30\mu\text{m}$)、G_2 ($10 \sim 15\mu\text{m}$)、G_3 ($4.9 \sim 9\mu\text{m}$)、G_4 ($3 \sim 4\mu\text{m}$)、G_5 ($1.5 \sim 2.5\mu\text{m}$)、G_6 ($1.5\mu\text{m}$ 以下)	用于过滤定量分析中只需低温干燥的沉淀	(1) 应选择合适孔径的漏斗 (2) 干燥和烘烤沉淀时, 最高不超过 500°C, 最适用于只需在 150°C 以下干燥的沉淀 (3) 不宜用于过滤胶状沉淀或碱性较强的溶液
 漏斗架	木质或有机塑料	用于过滤时放置漏斗	固定螺丝要拧紧

续表

仪器	材料及规格	一般用途	使用注意事项
 表面皿	以直径表示,如 15cm、12cm、9cm 等	盖在蒸发皿或烧杯上,以免液体溅出或灰尘落入	 不能用火直接加热
 试剂瓶	材料:玻璃或塑料 规格:分广口和细口;无色和棕色,以容积表示,如 1500cm ³ 、1000cm ³ 、250cm ³ 、100cm ³ 等	广口瓶盛放固体试剂,细口瓶盛放液体试剂	(1)不能加热 (2)取用试剂时瓶盖应倒放 (3)盛碱性溶液要用橡皮塞或者塑料瓶 (4)盛放见光易分解的物质用棕色瓶
 蒸发皿	材料:陶瓷或玻璃 规格:分有柄、无柄,以容积表示,如 150cm ³ 、100cm ³ 、50cm ³ 等	用于蒸发浓缩	 可耐高温,能直接用火加热,高温时不能骤冷
  坩埚	材料:陶瓷、石英、银、铁、镍、铂等 规格:以容积表示,如:50cm ³ 、40cm ³ 、30cm ³ 等	用于灼烧固体	(1)灼烧时放在泥三角上,直接用火加热,不需石棉网 (2)取下的灼热坩埚不能直接放在桌上,要放在石棉网上 (3)灼热的坩埚不能骤冷
 泥三角	材料:瓷管和铁丝 规格:有大小之分	用于盛放加热的坩埚和小蒸发皿	(1)灼烧的泥三角不要滴上冷水,以免瓷管破裂 (2)选择泥三角时,要使放在上面的坩埚所露出的上部不超过本身高度的 1/3
 坩埚钳	材料:铁或铜合金,表面常镀镍或铬	夹持坩埚和坩埚盖	(1)不能和化学药品接触,以免腐蚀 (2)放置时,令其头部朝上 (3)夹持高温坩埚时,钳尖需预热