

HXHGSYSSC

化学化工实验师手册

HUAXUE HUAGONG SHIYANSHI SHOUC

李伯骥 编著



大连理工大学出版社

DALIAN LIGONG DAXUE CHUBANSHE

化学化工实验师手册

李 伯 骥 编著

大连理工大学出版社

内 容 简 介

本手册介绍了化学、化工实验室中常用到的一些数据、基本知识、仪器仪表、设备、材料以及实验技术、实验设计等知识。全书共十六章:物质的性质、水和空气的性质、气体的性质、常用试剂、溶液的配制、实验室常用材料简介、实验室常用仪器、现代分析仪器的有关知识、实验室常用仪器仪表、实验室常用设备、实验技术、实验设计、安全知识、实验室“三废”处理和防腐常识、化学实验室的建筑设计知识及附录。

本书的特点是简明、实用、针对性强,并附有较多的数据、图表和部分例题,便于使用。

本书可供大专院校化学、化工专业师生、实验室工作人员使用,也可供化工、石油、轻工等部门从事科研、生产的技术人员使用。

图书在版编目(CIP)数据

化学化工实验师手册/李伯骥编著. —大连:大连理工大学出版社,1996.12

ISBN 7-5611-1059-6

I. 化… I. 李… I. ① 化学实验-手册 ② 化学工业-化学实验-手册 N. ①06-3②TQO16.1-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(95)第 17954 号

化学化工实验师手册

李 伯 骥 编 著

大连理工大学出版社出版发行
(大连市凌水河 邮政编码 116024 电话 0411-4708842)
辽宁矿产地质研究所印刷厂印刷

开本: 787×1092 1/16 印张: 65 字数: 1984 千字
1996 年 12 月第 1 版 1996 年 12 月第 1 次印刷

插页: 4

印数: 1—3000 册

责任编辑: 王佳玉 责任校对: 宋玉珠
封面设计: 孙宝福

ISBN 7-5611-1059-6
TQ · 34

定价: 100.00 元

前 言

在化学、化工实验室里从事教学实验、科学研究工作很需要一本包括基础数据、实验技术、分析仪器、化工仪表等内容的实用手册。这样的手册不但用起来方便,还能使工作效率提高;另外,小试研究成果扩大到工业生产,其过渡阶段(中间试验)也需要提供一些方法和素材。

针对上述两方面的需要,编者根据多年来从事的教学实验、科学研究和中间试验所积累的知识和经验以及收集的有关资料编写了这本手册。

本手册的特点是:紧密结合实际,既有必要的原理又有实验操作方法,实用性较强;在写法上力求简明、有针对性;本书提供了必要的数据和图表,并附有部分例题;书中还阐述了常见的化学类手册中没有编入的“实验设计”的一般原理,介绍了“化学实验室的建筑设计知识”等内容。

编者试图使这本书兼备化学和化工手册的全部特点,但是在有限的篇幅内要具备化学、化工实验需要的所有素材实感困难,本书仅写进常用的知识和较新的内容。

本书的编写,首先应感谢书中所列参考文献的作者,正是由于他们优秀的著作,为撰写本书提供了很多宝贵的素材,丰富了书中的内容。

在编写本书过程中,不少同志给予大力支持并提出宝贵意见,在此一并表示感谢和敬意。

李严同志、白贵斌同志为本书提供一些资料并编写部分内容。

由于编者水平与经验有限,错误难免,恳请广大读者给予指正。

作 者

1996. 3

目 录

第一章 物质的性质

§ 1-1 化学元素	1
一、化学元素的性质	1
二、同位素	6
三、单质的物理和化学性质	12
四、化学元素中外文名称对照表	12
五、元素周期表	32
§ 1-2 分子结构的一些数据	33
一、非金属元素的共价单键键长	33
二、一些化学键的键长、键角	33
三、一些化学键的键能	35
四、一些化合物的原子间距及键角	36
§ 1-3 无机化合物的物理性质	42
一、常见无机化合物的物理性质	42
二、一些无机化合物的热效应值	66
三、无机化合物在有机溶剂中的溶解度	77
四、无机化合物在水中的溶解度	80
§ 1-4 有机化合物的物理性质	86
一、常见有机化合物的物理性质	86
二、常见有机化合物的热效应值	124
三、共沸混合物	135
四、一些有机化合物的溶解度	146
§ 1-5 单质、无机化合物及有机化合物的热容、标准生成热、自由能和熵	154
§ 1-6 溶液的浓度和相对密度	170
一、无机化合物水溶液的百分浓度和相对密度	170
二、几种常见的无机酸、碱、盐和有机酸等化合物水溶液的密度和相对密度	179

第二章 水、空气的性质

§ 2-1 水、水蒸气的物理性质	199
------------------------	-----

一、水的物理化学常数	199
二、水的物理性质	199
三、不同温度下水的粘度	201
四、水的饱和蒸气压	201
五、饱和水蒸气的物理性质	202
六、饱和水蒸气表	202
七、水的硬度	207
八、冰的蒸气压力	207
§ 2-2 空气的物理性质	208
一、空气的物理化学常数	208
二、干空气的组成	209
三、空气的折射率	210
四、空气密度及其计算方法	211
五、空气的湿度	211
六、空气的露点、水分压和含水量	219
七、空气在水中的溶解度	220

第三章 气体的性质

§ 3-1 一些气体的重要物理性质	221
一、一些气体的重要物理性质	221
二、一些气体在水中的溶解度	222
§ 3-2 气体的 p - V - T 关系	223
一、理想气体及其状态方程	223
二、实际气体及其状态方程	223
§ 3-3 实际气体及混合气体的某些常数的计算	223
一、临界常数	223
二、压缩因子	225
三、混合气体的其它物性常数计算	228

第四章 常用试剂

§ 4-1 化学试剂的分类	236
一、化学试剂的分类	236
二、化学试剂纯度的等级标准	237
§ 4-2 化学试剂的包装规格与贮藏	239
一、化学试剂的包装规格	239
二、化学试剂的贮藏	239
§ 4-3 指示剂	241
一、酸碱指示剂	241

二、混合酸碱指示剂	248
三、氧化还原指示剂	249
四、金属指示剂	251
五、吸附指示剂	253
六、荧光指示剂	255
七、非水滴定指示剂	255
八、络合滴定指示剂	256
九、沉淀滴定指示剂	264
§ 4-4 其它试剂	266
一、掩蔽剂和解蔽剂	266
二、沉淀剂	267
三、吸附剂和干燥剂	269
四、冷却剂	272
五、气体吸收剂	273
六、显色剂	275
七、溶剂、熔剂	277

第五章 溶液的配制

§ 5-1 溶液浓度的表示方法及换算	280
一、溶液浓度的表示方法	280
二、溶液浓度之间的换算	281
三、百分浓度溶液配制的混合法则	282
§ 5-2 某些酸碱的近似浓度	283
§ 5-3 常用标准溶液的配制与标定	283
一、常用物质的干燥条件	283
二、常用标准溶液的配制与标定	286
三、标准溶液的温度修正	293
四、常用标准溶液的保存期限	294
§ 5-4 实验室中几种常用溶液的配制	295
§ 5-5 一些特殊试剂溶液的配制	296
§ 5-6 缓冲溶液的配制	303
一、常用缓冲溶液	303
二、通用缓冲溶液	303
三、标准缓冲溶液	305
四、测定指示剂 pH 变色域的缓冲溶液	306
五、挥发性缓冲溶液	308

第六章 实验室常用材料简介

§ 6-1 橡 胶	309
一、橡胶的分类	309
二、橡胶的成分与性能	310
§ 6-2 合成树脂及塑料	313
一、合成树脂的成分与性能	314
二、部分合成高分子材料的英文缩写代号	322
三、一些合成高分子材料的溶解性	324
四、化工用硬聚氯乙烯管材	327
§ 6-3 纤 维	328
一、纤维的分类	328
二、无机纤维	330
三、有机纤维和天然聚合物纤维	330
四、常用纤维的性质	333
§ 6-4 石油及天然油脂	338
一、我国原油的一般性质	338
二、石油产品的馏分组成	338
三、石油产品的分类	338
四、实验室常用的石油产品	342
五、其它油品	356
六、天然油脂和蜡	367
§ 6-5 涂 料	371
一、涂料的分类	371
二、涂料命名原则	372
三、涂料编号原则	373
四、其它规定	374
五、涂料的组成	374
六、各类涂料的性能	375
七、特性涂层	376
八、底 漆	377
九、工业用漆	377
十、油漆稀释剂与脱漆剂	379
§ 6-6 胶粘剂与密封材料	380
一、胶粘剂	380
二、密封材料	389
§ 6-7 离子交换树脂	391
一、离子交换树脂的类型	391

二、国产树脂	394
§ 6-8 分子筛	398
一、分子筛的化学组成及分类	399
二、A,X,Y 型分子筛的结构特性	400
三、分子筛的特性	403
四、分子筛的应用	404
五、分子筛的活化	405
§ 6-9 水玻璃、硅胶、膨润土	405
一、水玻璃	405
二、硅胶	406
三、膨润土	407
§ 6-10 表面活性剂	408
一、表面活性剂的分类	408
二、表面活性剂的应用	413
§ 6-11 金属材料	415
一、金属材料的分类	415
二、钢铁牌号及表示方法	416
三、常用金属材料的物理性能与化学性能	418
四、钢材的品种和规格	420
五、有色金属材料	421
六、各种材料的参考价格	425

第七章 实验室常用仪器

§ 7-1 天平	426
一、天平的分类	426
二、天平的计量性能	428
三、天平的使用与维护	429
四、砝 码	430
五、常用分析天平简介	433
§ 7-2 比色计与分光光度计	440
一、光电比色计	440
二、分光光度计	444
三、其它类型分光光度计	450
§ 7-3 阿贝折射仪	452
一、基本原理	452
二、仪器结构	453
三、操作方法及注意事项	453
四、其它类型折射仪	455

§ 7-4 旋光仪	455
一、旋光仪原理	456
二、仪器结构	456
三、使用方法及注意事项	457
四、其它类型旋光仪	458
§ 7-5 酸度计、离子计	458
一、酸度计测量 pH 值的基本原理	458
二、指示电极	459
三、参考电极	470
四、复合电极	472
五、酸度计	472
六、离子计	477
§ 7-6 电导仪	478
一、电导电极和电导池	479
二、电导仪工作原理	480
三、使用方法	481
四、注意事项	481
五、新型电导仪简介	482
§ 7-7 粘度计	484
一、粘度	484
二、玻璃毛细管粘度计	485
三、其它类型粘度计	489
§ 7-8 闪点测定器	490
一、开口闪点测定器	491
二、闭口闪点测定器	492
§ 7-9 熔点测定仪	493
一、毛细管熔点测定法	494
二、显微镜熔点法	495
三、其它类型熔点测定仪	496
§ 7-10 密度测定计	496
一、基本概念	496
二、称重法和浮力测定法	497
三、浮筒式密度计	499
四、吹气式密度计	501
五、重力式密度计	502
六、放射性同位素密度计	503
七、固体密度测定	506
§ 7-11 化学耗氧量(COD)测定仪	508

一、仪器简介	508
二、主要技术指标	509
三、仪器工作原理	509
四、仪器的使用方法	510
五、仪器面板上各部件功能说明	513
六、仪器的验收及检查方法	514
七、注意事项	515
§ 7-12 浊度仪	517
一、仪器的特点	517
二、技术参数、工作条件	517
三、仪器工作原理	518
四、操作步骤	519
五、其它类型浊度仪	520
§ 7-13 燃烧热测定仪	520
一、仪器工作原理	520
二、操作步骤	522
三、其它类型量热计	524

第八章 几种现代分析仪器的有关知识

§ 8-1 红外线气体分析仪	525
一、有关知识	525
二、组成与测量原理	526
三、调校与气体取样系统	527
四、特 点	528
§ 8-2 核磁共振波谱仪	529
一、基本原理	529
二、组 成	530
三、应 用	530
· § 8-3 顺磁共振波谱仪	533
一、基本原理	533
二、应 用	533
三、组成系统	534
§ 8-4 质谱仪	535
一、基本原理	535
二、质谱图	537
§ 8-5 热分析仪	538
一、热重分析	538
二、差热分析	539

§ 8-6 X 射线分析仪	540
一、X 射线吸收光谱法简介	540
二、X 射线荧光光谱法简介	541
三、俄歇电子能谱法简介	541
四、X 射线衍射法简介	542
五、X 射线光谱仪的基本结构	542
§ 8-7 气相色谱仪	543
一、基本原理	543
二、组 成	544
三、定性、定量方法	552
四、常见故障的排除	553

第九章 实验室常用仪器仪表

§ 9-1 弹簧管压力表	557
一、基本原理	557
二、带电接点的弹簧管压力表	557
三、弹簧管压力表的使用	558
四、弹簧管压力表的校验	559
§ 9-2 流 量 计	559
一、气体流量计	560
二、转子流量计	562
三、节流式流量计	565
§ 9-3 液 面 计	570
一、差压式液面计	571
二、锅炉汽包水位的测量	572
三、吹气式液面计	573
四、特殊介质液面测量的方法	574
五、界面的测量方法	575
§ 9-4 测温元件	576
一、热电偶	576
二、热电阻	580
§ 9-5 动圈式温度指示调节仪	581
一、测量指示原理	582
二、断偶保护	583
三、控制调节原理	584
四、应用举例	584
§ 9-6 电位差计	585
一、手动电位差计	585

二、自动电位差计	586
§ 9-7 平衡电桥	589
一、手动平衡电桥	589
二、自动平衡电桥	590

第十章 实验室常用设备

§ 10-1 恒温浴	592
一、实验室常用的恒温浴	592
二、新型浴	593
§ 10-2 电加热炉	593
一、箱式电加热炉	593
二、管式电加热炉	593
三、电热板	595
§ 10-3 干燥箱、气流干燥器	595
一、普通电热干燥箱	595
二、电热鼓风干燥箱	598
三、真空干燥箱	598
四、红外线干燥器	602
五、气流干燥器	603
§ 10-4 高压釜	607
一、供小试用的高压釜	607
二、供中试用高压釜	610
三、微型釜	610
四、超高压釜	612
五、玻璃釜	612
§ 10-5 均质机	618
一、GR 系列均质机	618
二、JL 型均质器	620
§ 10-6 高压气瓶	621
一、高压气瓶型号、规格	621
二、高压气瓶漆色及标志	622
三、高压气瓶钢印标记	624
四、减压阀及气体钢瓶的安全使用	625
§ 10-7 空气压缩机	626
一、空气压缩机分类	626
二、活塞式空气压缩机工作原理	627
三、压缩机有关性能参数的计算	628
四、实验室常用的几种小型空气压缩机	633

§ 10-8 真空泵	635
一、工作原理及结构	635
二、主要技术参数	635
三、使用与维护	636
四、其它类型真空泵	636
§ 10-9 输液泵	637
一、泵的分类	637
二、泵的特性简介	638

第十一章 实验技术

§ 11-1 高真空技术	651
一、高真空系统的主要设备	651
二、高真空系统的操作	653
§ 11-2 常用计量仪器的校正	654
一、容量仪器的校正	654
二、水银温度计的校正	655
三、流量计的校正	657
§ 11-3 纯水制备	658
一、蒸馏水	658
二、无离子水	658
§ 11-4 汞的净化技术	659
一、固体物的去除	660
二、电解提纯法	660
三、清洗	660
§ 11-5 焊接技术	661
一、热电偶的焊接	661
二、不锈钢管的焊接	661
三、玻璃与金属的封接	662
§ 11-6 贵重器皿的使用	663
一、铂质器皿	663
二、银质器皿	665
三、镍质器皿	665
四、玛瑙器皿	666
五、石英器皿	666
六、刚玉器皿	666
七、各类器皿的使用性能	666
§ 11-7 贵金属的回收	668
一、铂的回收	668

二、银的回收	668
§ 11-8 常用试剂的纯化	669
一、常用有机试剂的处理	669
二、常用无机试剂的处理	670
§ 11-9 去 渍	672
一、常用洗涤液的配制	672
二、去 渍	673
§ 11-10 粘合剂、固封剂、润滑剂	674
一、有机粘合剂	674
二、无机粘合剂	674
三、固封剂	676
四、润滑剂	677
§ 11-11 加热与致冷	677
一、常用热源的火焰温度	677
二、实验室用电炉及烘箱加热最高温度	678
三、常用加热浴	678
四、致 冷	679
§ 11-12 电镀铂黑的方法	681
一、电极的预处理	681
二、镀铂黑	681

第十二章 实验设计

§ 12-1 科学实验研究的基本过程	682
一、制定实验方案阶段	682
二、实验实施阶段	682
三、总结阶段	682
§ 12-2 小试研究阶段	682
一、方案准备	683
二、确定小试工艺流程	683
三、画流程图、定工艺条件	684
四、设备设计、仪器仪表选型	686
§ 12-3 扩大试验	687
一、制定工艺流程	687
二、确定反应器形式	687
三、制定工艺操作条件	690
四、均相反应装置的选择与操作	691
五、非均相反应装置的选择与操作	692
§ 12-4 反应装置设计举例	695

一、物料衡算	695
二、热量衡算	696
三、反应器设计示例	698

第十三章 安全知识

§ 13-1 化学药品的安全知识	705
一、可燃物质与灭火剂	705
二、易燃物质爆炸极限的计算方法	712
三、实验室化学危险品安全使用规则	719
四、常用化学药品的分类保管与贮存	720
§ 13-2 对人体有毒害的化学药品及中毒急救措施	723
一、常见化学物质对人体的危害	724
二、化学致癌物质	727
三、放射性危险物质	727
四、化学灼伤与中毒急救措施	731
§ 13-3 几种实验操作的注意事项	735
一、加热低沸点易燃液体	735
二、蒸馏易燃液体	736
三、烧瓶塞口的密封	736
四、汞的安全使用	736
§ 13-4 安全用电常识	737
一、保证电气安全的基本要求	737
二、屏护、电气安全距离	737
三、接地、接零	738
四、对地电压、跨步电压、接触电压	741
五、电流对人体的伤害	742
六、熔断器、漏电保护装置	742

第十四章 实验室“三废”处理和防腐常识

§ 14-1 实验室“三废”处理概述	744
一、废 气	744
二、废 水	744
三、废 渣	746
四、特殊废弃物的处理	746
§ 14-2 废试剂的回收	747
§ 14-3 防腐常识	748
一、允许相接的金属	748
二、金属的化学除锈	749

三、金属的防锈	750
四、金属材料、非金属材料的耐腐蚀性能	754

第十五章 化学实验室的建筑设计知识

§ 15-1 化学实验室工艺设计内容	755
一、建筑方面	755
二、结构方面	756
三、给水与排水	756
四、采暖通风	756
五、气体管道	756
六、供 电	756
七、公害处理	756
八、辅助房间及设施	756
§ 15-2 化学实验室建筑设计原则	757
一、基本原则	757
二、建筑空间的组织要求	757
§ 15-3 各类型房间的工艺设计	758
一、实验室的规模	758
二、实验室布置的几种形式	759
三、实验室内设施安排与要求	759
§ 15-4 化学实验室建筑工艺设计参考	764
一、实验台设计	764
二、通 风	764
三、供电负荷设计计算	767
四、采光与遮阳设计	767
五、防振措施	769
六、吊 顶	770

第十六章 附 录

§ 16-1 误差分析及数据处理	771
一、基本概念	771
二、误差分析	775
三、作图方法	779
§ 16-2 物性数据的计算	784
一、纯组分特性	785
二、蒸气压	790
三、气体和液体的 p - V - T 关系	791
四、比热容和热焓	797