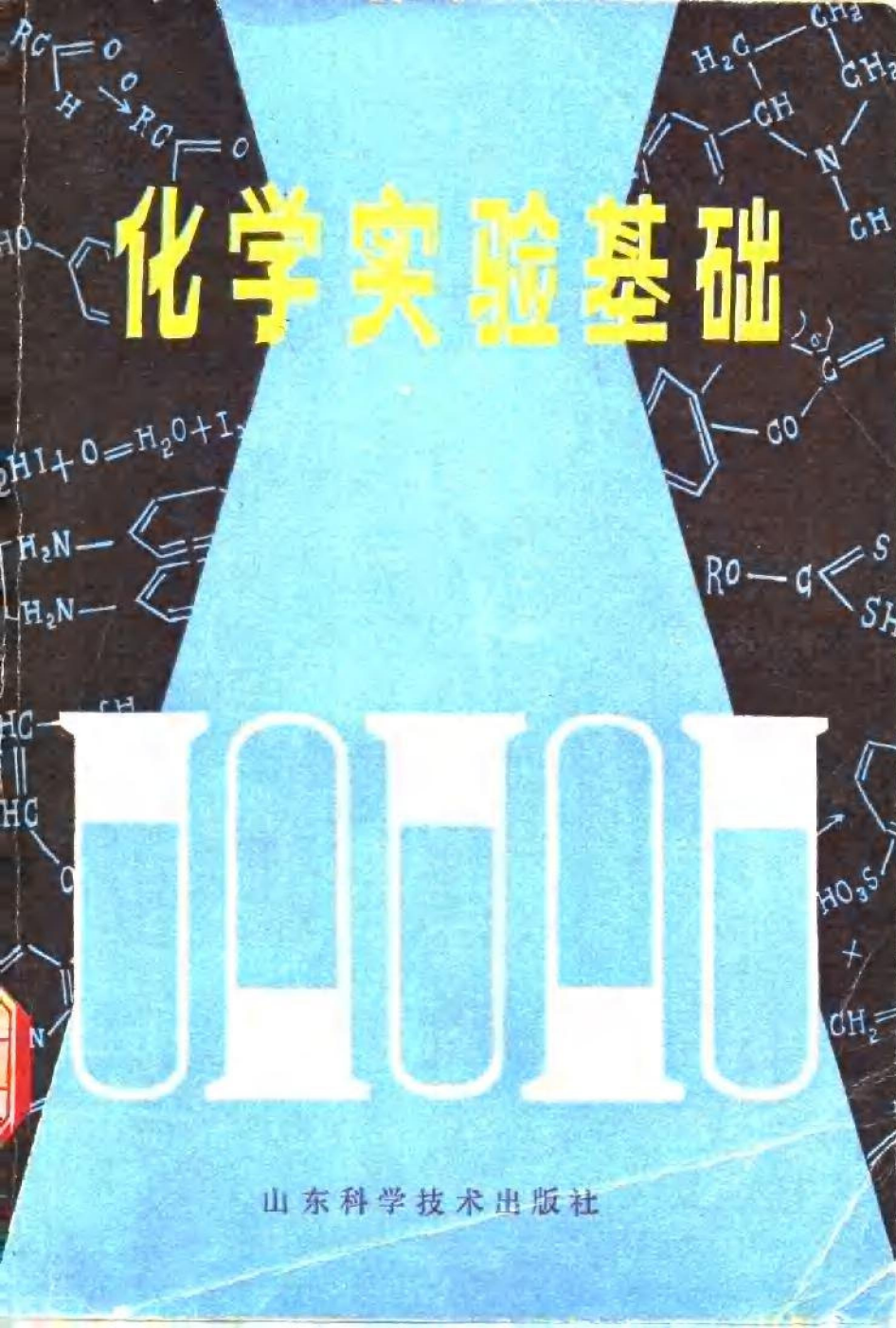




化学实验基础

山东科学技术出版社

化 学 实 验 基 础

刘 洪 范 编

山 东 科 学 技 术 出 版 社

一 九 八 一 年 · 济 南

化学实验基础

刘洪范 编

*

山东科学技术出版社出版

山东省新华书店发行

山东新华印刷厂潍坊厂印刷

*

787×1092毫米 32开本 20.75印张 1插页 425千字

1981年12月第1版 1981年12月第1次印刷

印数 1—28,000

书号 13195·56 定价 1.80元

出 版 说 明

化学是重要的基础学科。化学上所取得的一切重大成果，多数是在进行实验的基础上取得的。因此，对于化学工作者来说，熟练地掌握化学实验技术是非常重要的。

本书是一本工具书。它主要介绍了玻璃仪器、化学试剂、常用分析仪器的性能、分类、保管、制作的方法，使用时应该注意的一些问题。对配制溶液、制备和检验纯水、加热、冷却、蒸馏与分馏、分离与提纯、测定化合物重要物理常数、制备气体、回收与净化常用贵金属、防护与去污放射性物质，以及运用高真空技术、特殊器皿时的一些基本操作技能，书中也作了详尽的介绍。书末还附有化学实验人员应该掌握的一些数据。

本书可供大、中专院校、科研、工矿、医疗等单位从事化学工作的师生、实验员、化验员学习参考。

目 录

第一章 玻璃仪器	1
第一节 玻璃的性质、组成及分类	1
一、玻璃的性质	1
二、玻璃的组成和化学稳定性	5
三、玻璃的分类及其应用	8
✓四、鉴别玻璃的一般方法	11
第二节 玻璃的蚀刻、镀银和玻璃表面的吸附、解吸	12
一、蚀刻技术	12
二、镀银技术	13
三、玻璃表面的吸附、解吸及其处理	14
第三节 玻璃与金属的封接技术及其应用	16
第四节 常用玻璃仪器的分类、规格及其用途	20
一、容器类	20
二、量器类	22
三、特殊用途器皿类	30
第五节 玻璃仪器的校正	48
一、容量仪器的校正方法	48
二、容量仪器的校正实例	51
三、水银温度计的校正	55
第六节 玻璃仪器的洗涤、干燥与贮藏	57
一、玻璃仪器的洗涤及洗涤剂	57
二、玻璃仪器的干燥及贮存	63
第七节 玻璃的加工技术	64

第八节 玻璃仪器使用规则	70
第二章 化学试剂	72
✓ 第一节 化学试剂的分类和纯度的等级标准	72
一、化学试剂的分类	72
二、化学试剂纯度的等级标准	75
✓ 第二节 化学试剂的包装规格与贮藏	78
一、化学试剂的包装规格	78
二、化学试剂的贮藏	78
✓ 第三节 常用无机试剂质量的粗略判断与回收处理	87
一、常用试剂质量的粗略判断	87
二、常用试剂的回收和处理	98
✓ 第四节 危险化学试剂的分类及其通性	106
一、爆炸品	106
二、易燃品	110
三、氧化剂	116
四、毒害品	118
五、腐蚀品	120
✓ 第五节 离子交换树脂	120
一、离子交换树脂的分类与命名	121
二、离子交换树脂的化学性能	126
三、离子交换树脂的鉴别方法及其分离	129
四、离子交换树脂的选择	132
五、离子交换树脂的再生处理	133
六、离子交换柱装置	135
七、离子交换树脂的使用与贮藏	135
✓ 第六节 分子筛	147
一、什么叫分子筛	147
二、分子筛的化学组成及其分类	150

三、分子筛的特性	157
四、分子筛的应用	162
五、分子筛的活性处理	166
✓ 第七节 指示剂	167
一、酸、碱指示剂	167
二、氧化还原指示剂	184
三、吸附指示剂	186
四、荧光指示剂	188
五、特殊专用指示剂	190
六、络合滴定指示剂	190
✓ 第八节 特殊试剂	198
✓ 第九节 滤纸与滤纸浆	206
一、滤纸的分类及其用途	206
二、滤纸的折叠及用法	211
三、滤纸浆与石棉浆的制备	214
✓ 第十节 试纸及其制备	214
✓ 第十一节 气相色谱试剂	218
一、固定相试剂	222
二、担体试剂	222
✓ 第十二节 化学试剂的使用规则	227
第三章 实验室基本操作	228
第一节 溶液	228
一、溶液	228
二、溶液的配制	231
三、溶液的浓度	233
四、溶液浓度的换算	240
第二节 水的纯化及检验	245
一、水的一般性质	245

二、纯水的制备方法	245
三、纯水及其检验	252
第三节 加热、冷却及温度测量	256
一、加热与灼烧	256
二、冷却	260
三、温度测量仪器	262
第四节 蒸馏及分馏	271
一、蒸馏	271
二、分馏	279
第五节 干燥	282
一、干燥的方法	282
二、常用的干燥剂	283
三、气体的净化及干燥	288
第六节 分离与提纯	291
一、结晶	291
二、升华	297
三、溶剂萃取	298
第七节 层析分离	306
一、吸附柱层析	306
二、薄层层析	310
三、凝胶层析	314
第八节 化合物重要物理常数的测定	320
一、熔点的测定	320
二、沸点的测定	324
三、蒸气压的测定	324
第四章 实验室基本技能	330
第一节 气体与气体钢瓶	330
一、气体的制备	330

二、常用气体	334
三、气体钢瓶	343
第二节 高真空技术	349
一、获得高真空的主要装置	351
二、真空泵与真空计的选择	368
三、高真空系统的操作方法与探漏	368
第三节 蓄电池	371
一、银锌蓄电池	371
二、铅蓄电池	373
第四节 粘合剂与涂料	383
一、环氧树脂	384
二、常用粘合剂	396
三、涂料	402
第五节 特殊器皿的使用	406
一、铂质器皿	408
二、金质器皿	412
三、银质器皿	412
四、镍质器皿	413
五、铁质器皿	414
六、玛瑙器皿	414
七、石英器皿	415
八、刚玉器皿	415
九、石墨器皿	415
十、瓷质器皿	416
十一、塑料器皿	416
第六节 常用贵金属的回收与净化	417
一、银的回收与净化	417
二、铂的回收与净化	419

三、汞的回收与净化	420
第七节 放射性物质的防护与去污	428
一、对放射性物质的防护	429
二、除去放射性沾污的方法	431
第五章 常用分析仪器	434
第一节 光电比色计与分光光度计	434
一、光电比色计	438
二、分光光度计	444
三、紫外分光光度计、红外分光光度计 和原子吸收分光光度计	451
第二节 旋光及旋光仪	453
一、WXG—4 型旋光仪	455
二、WXG—6 型旋光仪	458
第三节 阿贝折射仪	460
第四节 酸度测量与酸度计、离子计及其电极	466
一、指示电极	467
二、参比电极	490
三、铂电极和盐桥的制备	494
四、标准缓冲溶液的配制和保存	495
五、酸度计	497
六、离子计	506
第五节 电导测量与电导仪	507
一、电导电极和电导池	509
二、DDS—11A 型电导率仪	512
第六节 极谱测量与极谱仪	517
一、极谱仪的工作原理	517
二、极谱仪的分类与型号	522
三、极谱(伏安)法用电极	523

四、电解池及其它附属装置	528
五、应用举例和有关数据	531
第七节 气相色谱仪	532
一、载气及其流速	536
二、汽化室	536
三、色谱柱	537
四、检测器	538
第八节 粘度与粘度计	539
一、绝对粘度	540
二、相对粘度	541
三、粘度计	542
第九节 天平	553
一、天平的类别	553
二、天平的计量性能	557
三、天平的使用与维护	560
四、砝码	563
五、常用分析天平	568
第十节 常用测量分析仪器的养护和安全用电常识	583
一、常用测量分析仪器的养护	583
二、安全用电常识	588
附 录	
一、各种元素的物理性质	589
二、某些盐的焰色	592
三、离子的颜色	593
四、空气的主要成分	594
五、各种气体的容重和比重	594
六、试剂的配制	595
七、各种盐类的溶解情况	601

八、弱酸、弱碱在水中的离解常数	605
九、某些络合物的稳定常数	607
十、微溶化合物的溶度积	612
十一、标准电极电位表	614
十二、金属的阳极溶出伏安法在分析中的应用	622
十三、阳极溶出伏安法应用选例	625
十四、变价离子溶出伏安法在分析中的应用	627
十五、变价离子(与无机试剂形成沉淀)的溶出伏安法	629
十六、变价离子(与有机试剂形成沉淀)的溶出伏安法	631
十七、阴离子的阴极溶出伏安法在分析检测中的应用	632
十八、某些金属离子在不同底液下的半波电势(伏) (以饱和甘汞电极为标准)	633
十九、某些元素含氧酸根在不同底液下的半波电势(伏) (以饱和甘汞电极为标准)	634
二十、某些金属离子在中性、酸性、碱性、微酸性、氨性 底液中的半波电势(伏)(以饱和甘汞电极为标准)	635
二十一、某些阴离子与汞作用产生氧化波的半波电势(伏) (以饱和甘汞电极为标准)	636
二十二、常用的缓冲溶液	636
二十三、常用的酸和碱溶液的比重和浓度	637
二十四、常用物理和化学常数	638
二十五、常用单位及其换算	639
二十六、化学灼伤、创伤、中毒急救措施	648
二十七、原子量表	650
二十八、化学元素周期表	

第一章 玻璃仪器

第一节 玻璃的性质、组成及分类

一、玻璃的性质

化学工作者了解玻璃的性质，对于顺利地进行实验是十分重要的。

玻璃是由二氧化硅 (SiO_2) 和碳酸钠 (Na_2CO_3) 等原料在高温下熔炼而成的。

玻璃被加热慢慢变软而成为流体时，没有特定的熔点和沸点，并具有不导电的特性。

玻璃比钢铁硬，一般硬度为 6~7 莫氏。它的抗拉强度为 300~900 公斤/平方厘米，抗压强度为抗拉强度的 15 倍，即 300~900×15 公斤/平方厘米。因此，玻璃具有较好的机械性质。但是，玻璃的抗冲击强度很小，为 1~3.1 公斤/平方厘米，在冲击或扭曲的作用下，它容易裂碎。玻璃的强度与其表面的处理有密切关系。干燥的玻璃比潮湿的玻璃强度大 3~4 倍。因此，切割玻璃时，在锉痕处沾湿一下，玻璃就较容易被折断。放置时间长的受潮的玻璃仪器，加热时也容易破碎。所以在实验室或库房中的玻璃仪器，不宜长久地放在潮湿的地方。

玻璃还具有良好的电绝缘性能，容易加工，能与金属封接，有良好的透光性、耐热性、化学稳定性，结晶倾向小，

可以透过不同波长的光和发生不同的折射现象（普通玻璃能强烈吸收紫外线，而石英玻璃却能透过紫外线。玻璃中三氧化二铁等氧化物的含量低于 0.01% 时亦可透过紫外线）等特性。

玻璃还会产生热应力，其厚度大，产生的热应力也就大。它受热后膨胀的程度可用线膨胀系数或体膨胀系数来表示，通常用线膨胀系数来表示。所谓线膨胀系数，是指当温度升高 1°C 时，单位长度所增加的长度，以 $\alpha \times 10^{-7}$ 厘米/厘米·度来表示。不同成分的玻璃具有不同的线膨胀系数，在 25°C 以上时，软质玻璃为 $80 \sim 100 \times 10^{-7}$ 单位；硬质玻璃为 $30 \sim 50 \times 10^{-7}$ 单位；石英玻璃为 $5.3 \sim 5.8 \times 10^{-7}$ 单位。有关各种质料玻璃的线膨胀系数及其它性质见表 1—1。线膨胀系数大的玻璃受热时产生的热应力也大，其热稳定性当然就差。石英玻璃的线膨胀系数最小，只有普通玻璃的十四分之一，所以石英玻璃受热时能耐急冷急热，因而它具有特殊的用途。

延迟断裂现象是玻璃的又一特性。例如，在组装固定仪器时，由于夹子夹得过紧或因组装角度的扭曲而产生一定的应力，当时仪器虽未破碎，但经过一段时间后仪器却碎裂了，这种现象称为延迟断裂。

加工成型的玻璃，粘度规定在 $10^4 \sim 10^6$ 泊之间。它的粘度与温度、化学成分有关。一般地说，玻璃中二氧化硅含量愈高，玻璃的粘度愈高，也就是说玻璃愈硬，如石英玻璃、GG—17 料玻璃。玻璃中氧化铝 (Al_2O_3) 的含量增加，也能使其粘度增大，如高铝玻璃。玻璃内含碱性氧化物较高时，其粘度就下降，成为软质玻璃。

表 1—1 常用玻璃化学组成及性能

灯工玻璃料 分 类	品 种 名 称	20~300℃ 线膨胀系数 $\alpha \times 10^{-7}$	使用 温度	退火温度	软化 温度	耐冷热急 变试验温度	加工 温度	热 稳 定 性	比 重
耐高温特种 玻璃	石英玻璃	5.3~5.8	1000	1135	1650	1200	1800 } 2000		2.2
硬质玻璃 (硼硅酸 盐玻璃)	GG—17 料	32	520	560	820	300	1200	300	2.23
	95料	39	480	535	750	250	1000	230	2.28
	2号	48	470	500	750			220	2.36
软质玻璃 (钠钙玻璃)	4号	88	430	470	668				2.38
	5号	98	430	480	698			120	2.39
	中国灯工 料	85~95		480	698	150			
特种用途 玻璃	高铝玻璃	38	620	680	910	625	1500	200	2.74
	DB—404	88		360~450	500			110	3.05
	DM —346	47		550~420	590			210	2.30
	DW —211	41		520~385	610			230	2.25
	502 滤器 玻璃	58		515	720			180	2.40
	八一中性 玻璃	50	460	550	740			182	2.36
	棕色量器 玻璃	90		480				130	
	温度计玻 璃	80				-200~ +360			

(续)

灯工玻 璃料分 类	品种名称	SiO ₂ (%)	B ₂ O ₃ (%)	Al ₂ O ₃ (%)	CaO (%)	MgO (%)	ZnO (%)	K ₂ O (%)	Na ₂ O (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	BaO (%)	ZrO (%)
耐高温 特种玻 璃	石英玻璃	99.50		~0.01		~ 0.01		0.03	0.04			
硬质玻 璃(硼 硅酸盐 玻璃)	GG-17 料	80.50	12.75	2.00	0.35	0.12		0.40	4.00			
	95料	78.40	14.20	1.70	0.44	0.18		0.12	5.40	0.085		
	2号	76.25	13.29	3.72			0.37	1.50	5.80			
软质玻 璃(钠 钙玻璃)	4号	75.00										
	5号	71.00		4.00	8.00			4.50	12.50			
	中国灯工 料	67.60	1.70	3.60	4.00	3.10		2.30	17.80			
特种用 途玻璃	高铝玻璃	55.00	12.00	21.00	5.50	6.50						
	DB-404	55.50		1.50				9.20	3.80			
	DM -346	68.50	17.20	2.50			5.00		6.80			
	DW -211	74.80	18.00	1.40				1.60	4.20			
	502 滤器 玻璃	74.70	7.40	5.30	1.20				8.00			
	八一中性 玻璃	74.50	8.00	5.00			2.00		9.00		1.00	0.50
	棕色量器 玻璃	74.50	1.00		8.50	0.05		1.00	13.80	4.00		
	温度计玻 璃	67.30	2.00	2.50	7.00		7.00		14.00			

二、玻璃的组成和化学稳定性

玻璃是由无机物组成的,其主要成分是二氧化硅(SiO_2),约占其总重量的 65~81%,此外,还有硼酸(H_3BO_3)、二氧化锆(GeO_2)、五氧化二砷(As_2O_5)、五氧化二锑(Sb_2O_5)、五氧化二钒(V_2O_5)、二氧化锆(ZrO_2)、三氧化二磷(P_2O_3)、五氧化二磷(P_2O_5)、三氧化锑(SbO_3)等,它们是玻璃的形成剂。在玻璃的化学成分中,还有氧化钠(Na_2O)、氧化钾(K_2O)、氧化钙(CaO)、氧化锶(SrO)、氧化钡(BaO)等,它们是玻璃的改良剂。就是说,它们本身并不形成玻璃,但可以改变玻璃的性质,如降低软化点等。至于三氧化二铝(Al_2O_3)、氧化铍(BeO)、氧化锌(ZnO)、氧化镉(CdO)、氧化铅(PbO)、二氧化钛(TiO_2)等,则是玻璃的中间组成物。它们也不形成玻璃,但可以使玻璃具有较好的化学性质,如降低玻璃的膨胀系数等。在玻璃的化学成分中,还有一些杂质,如三氧化二锰、三氧化二铁、三氧化二砷、三氧化硫等。不过,一般不希望这些杂质存在在玻璃中。

玻璃的化学组成不同,其化学稳定性也不同。它的表面耐受介质(如水、酸、碱等)的化学侵蚀能力越大,化学稳定性就越高。一般来说,玻璃都能很好地抵抗三酸(硫酸、硝酸、盐酸)的侵蚀,但它抗碱能力较差(比水、酸低 14~19 倍)。除了氢氟酸、热磷酸以及浓碱、浓盐外,玻璃对所有化学试剂都是比较稳定的。常用玻璃的化学性能见表 1~2。

值得注意的是,水对各种玻璃都有不同程度的侵蚀作用,这是因为玻璃与水发生水解后,其中的硅酸钠($\text{Na}_2\text{H}_2\text{SiO}_4$)和硅酸钾($\text{K}_2\text{H}_2\text{SiO}_4$)被分解为游离碱与硅酸(H_4SiO_4),并