

医用化学实验技术

● 李学骥 主编

● 陕西科学技术出版社

75388

医 用 化 学 实 验 技 术

主 编

李 学 骥

编 者

尹 浚 刘品吉 骆文博

刘天全 李学骥

陕 西 科 学 技 术 出 版 社

医用化学实验技术

李学骥 主编

陕西科学技术出版社出版

(西安北大街131号)

陕西省新华书店发行 第四军医大学印刷所印刷

787×1092毫米 16开本 33.625印张 812千字

1986年 3月第1版 1986年 3月第1次印刷

印数: 1—7,000

统一书号: 14202·148 定价: 7.00元

前 言

化学实验是医药卫生工作中经常遇到的一种实验类型，是每个医学工作者必须学习和掌握的一种基本实验技能。医务工作者希望有一本内容丰富、新颖，既有原理又有具体操作方法的医用化学实验用书。本书就是适应这种要求编写的。

本书作为医学院校技术人员的培训教材，曾在第四军医大学使用数年，反映良好。现将其修改增补出版，供广大医药卫生工作者使用。

本书共分六部分，十五章。第一至三章为化学实验的基本操作技术；第四至五章为定性分析；第六至九章为定量分析，包括容量分析和气体分析；第十至十一章为比色分析及其它光学分析；第十二章为电位分析；第十三至十四章为色谱分析和电泳分析，第十五章为免疫化学分析。

实验有52个，每个实验约需2—3小时，是按本书各章内容的顺序编排的。使用时可依据教学要求，学时数及学生情况进行选做。

附录中有药品保管，试剂配制。附表中有各种常用的数据和材料。

本书可作为高等医学院校化学实验课及技术人员培训班的教材或参考书，还具有手册的功用。除供医药卫生工作者使用外，对理、工、农、师等院校师生也有一定的参考价值。

本书第一至五章由刘品吉同志编写；第六至十章由骆文博同志编写；第十一至十二章由李学骥同志编写；第十三至十五章由尹浔同志编写；附录及附表由刘天全同志编写。最后由李学骥同志审阅定稿。本书中的插图主要由陈伯龙同志绘制。

由于我们水平有限，书中不妥和错误之处在所难免，恳切希望读者批评指正。

编 者

于西安第四军医大学化学教研室

1985年9月1日

目 录

第一章 实验规则及常用仪器	1
第一节 实验规则	1
一、一般实验规则	1
二、使用试剂和药品的规则	1
三、意外事故的预防与处理	3
第二节 常用仪器简介	5
一、普通仪器	5
二、标准磨口仪器	12
第二章 化学实验的基本操作	14
第一节 化学实验仪器的洗涤和干燥	14
一、玻璃仪器的洗涤	14
二、塑料仪器的洗涤	16
三、玻璃仪器的干燥和保管	16
第二节 常用仪器的使用	18
一、普通天平	18
二、量筒及量杯	18
三、煤气灯	19
四、酒精灯及酒精喷灯	20
五、离心机	21
六、电冰箱	22
七、气压计	24
八、真空泵	24
九、电热恒温干燥箱	26
十、药筛的型号及使用	27
第三节 加热方法及固体的溶解	28
一、加热	28
二、溶解	32
三、震荡和搅拌	32
第四节 物质的分离	34
一、沉淀的倾倒、过滤、离心沉降及洗涤	34
二、蒸发、结晶、干燥	41
三、萃取与升华	47

四、渗漉与透析(渗析)	5050
第五节 实验室气体的制备	52
一、气体的发生	52
二、气体的净化和干燥	53
三、气体的收集	54
第三章 有机化学实验基本操作	55
第一节 玻璃管的处理及塞子钻孔	55
一、玻管的处理	55
二、塞子的选择和钻孔	57
第二节 蒸馏和分馏	59
一、蒸馏	59
二、分馏	64
第三节 熔点、沸点的测定	66
一、熔点的测定	66
二、沸点的测定	69
第四节 比重的测定	70
一、比重计法	71
二、比重天平法	71
三、比重瓶法	72
第五节 粘度的测定	73
一、原理	73
二、毛细管粘度计	74
三、测定方法	74
第四章 无机定性分析	75
第一节 定性分析的一般知识	75
一、定性分析方法与反应条件	75
二、定性反应的灵敏度与选择性	76
三、空白试验与对照试验	76
第二节 无机离子的鉴定	77
一、各种离子在机体中及医药卫生分析中的意义	77
二、常见阳离子的一般性质	78
三、一些重要阳离子的检出	81
四、常见阴离子的初步试验	91
五、一些重要阴离子的检出	92
六、应用实例	99
第五章 有机定性分析	101
第一节 有机元素定性分析	101
一、金属钠熔法	101
二、元素的鉴定	102

一、节 溶解度试验	105
一、溶剂的分类	105
二、化合物在钝性溶剂中的溶解性	105
三、化合物在反应性溶剂中的溶解性	106
第三节 官能团的定性反应	108
一、不饱和化合物的鉴定	108
二、羟基化合物的鉴定	109
三、羰基化合物的鉴定	111
四、醚类的鉴定	114
五、羧酸和酯的鉴定	114
六、胺类的鉴定	115
七、硝基化合物的鉴定	117
八、糖类的鉴定	118
九、氨基酸的鉴定	119
十、蛋白质的鉴定	120
十一、生物碱的鉴定	121
第六章 定量分析的基本概念	122
第一节 定量分析的方法和分类	122
第二节 定量分析的误差和计算	123
一、定量分析的误差	123
二、准确度与精密度	124
三、有效数字和计算规则	125
四、分析数据的统计处理	126
第七章 分析天平与称量	135
第一节 天平的称量原理	135
第二节 分析天平的结构	135
第三节 分析天平应具备的条件	138
一、分析天平应具备的条件	138
二、天平的分级	139
第四节 常用的分析天平	140
一、摆动式天平	140
二、空气阻尼天平	140
三、电光天平	141
四、精密扭力天平	144
五、部分新产品天平	145
第五节 称量规则与称量	146
一、天平室规则	146
二、称量规则	146
三、称量	149

四、砝码的校正.....	151
第六节 天平的安装和故障的排除.....	152
一、天平的安装.....	152
二、天平故障的排除.....	154
第八章 容量分析.....	157
第一节 容量分析的方法及其分类.....	157
一、容量分析的方法.....	157
二、容量分析的分类.....	157
第二节 容量分析仪器的使用 and 校正.....	158
一、滴定管.....	158
二、容量瓶.....	161
三、移液管及吸量管.....	163
四 滴定操作.....	164
五、容量仪器的校准.....	166
第三节 容量分析的步骤.....	168
一、标准溶液的制备.....	169
二、标定.....	169
三、物质成分含量的测定.....	169
四、滴定度.....	170
五、容量分析的计算.....	170
六、容量分析的误差.....	173
第四节 中和法.....	174
一、中和法原理.....	174
二、酸碱指示剂.....	174
三、中和滴定过程中溶液pH值的变化 与指示剂的选择.....	176
四、标准溶液的制备与标定.....	181
第五节 氧化还原法.....	183
一、概述.....	183
二、高锰酸钾法.....	183
三、碘量法.....	185
第六节 氨羧络合量法 (EDTA 法).....	189
一、氨羧络合剂.....	189
二、影响金属离子与 EDTA 络合的因素.....	191
三、金属指示剂.....	192
四、EDTA 标准溶液的配制与标定.....	194
五、应用实例.....	194
第九章 气体分析.....	196
第一节 气体分析理论.....	196

一、概述	196
二、气体的基本定律	196
第二节 空气中有害物质的存在状态	197
一、气体和蒸气	197
二、气溶胶	198
第三节 有害气体	198
第四节 空气样品的采集和采样仪器	200
一、采样方法	200
二、采样仪器	201
第五节 气体分析的方法	206
一、混合物中相容的和不相容的气体	206
二、测定方法	206
第六节 应用实例	207
一、二氧化碳的测定	207
二、空气中苯含量的测定	207
三、空气中氯含量的测定	208
四、用酶化学法测定1059	210
第十章 比色分析	213
第一节 比色分析概述	213
第二节 比色分析的基本原理	213
一、光的色散	213
二、物质的颜色	215
三、朗伯-比尔定律	215
第三节 比色分析的显色反应	217
一、对显色反应的要求	217
二、显色反应的条件	218
第四节 比色分析的测定方法	218
一、标准系列比色法	219
二、杜氏比色计比色法	219
三、光电比色法(581G光电比色计)	220
四、可见光分光光度法(72型和721型分光光度计)	223
第五节 比色分析的条件选择	229
一、显色条件的选择	229
二、比色条件的选择	229
第六节 比色分析的误差	230
一、有色溶液偏离朗伯-比尔定律所引起的误差	230
二、反应条件不同引起的误差	230
三、主观误差	230
四、仪器误差	230

五、杂质引起的误差·····	230
第七节 应用实例——磷的比色测定·····	231
第十一章 其它光学分析法简介 ·····	232
第一节 荧光分析·····	232
一、基本原理·····	232
二、荧光计的构造·····	232
第二节 浊度分析·····	233
一、基本原理·····	233
二、仪器·····	234
第三节 紫外吸收光谱分析·····	234
一、发射光谱和吸收光谱·····	234
二、紫外分光光度法·····	235
三、用紫外光谱鉴定化合物·····	237
四、紫外分光光度计(751型紫外分光光度计)·····	238
第四节 红外光谱、核磁共振谱与质谱·····	242
一、红外光谱·····	242
二、核磁共振谱与质谱·····	245
第五节 火焰光度分析·····	246
一、原理·····	246
二、仪器·····	247
第六节 原子吸收分光光度分析·····	247
第七节 旋光度的测定·····	250
一、偏振光和旋光性·····	250
二、旋光度与比旋光度的测定·····	252
三、物质产生旋光性的原因·····	253
四、旋光仪操作程序·····	253
第八节 折光率的测定·····	254
一、折光计法与折光率·····	254
二、阿培折光计·····	255
三、简单原理·····	256
第十二章 电位分析 ·····	258
第一节 pH值的电位测定·····	258
一、原理·····	258
二、仪器(25型酸度计)·····	260
第二节 离子选择性电极·····	262
一、原理·····	262
二、类型·····	262
第三节 电位滴定法·····	265
第四节 极谱分析·····	266

一、原理	266
二、仪器 (883 型极谱仪)	268
第十三章 色谱分析	271
第一节 概述	271
一、色谱 (层析) 法的原理和分类	271
二、色谱法的应用	271
第二节 柱层析法	272
一、吸附柱层析法	272
二、分配柱层析法	275
三、干柱层析法	276
四、低压柱层析法	278
第三节 纸层析法	279
一、原理	279
二、操作方法	279
第四节 薄层层析法	284
一、原理	284
二、固定相的选择	284
三、展开剂的选择	284
四、薄层板的制备	285
五、薄层板活度测定	287
六、操作方法	288
七、高效薄层层析	291
八、离心薄层层析法 (离心薄层层析仪)	291
第五节 聚酰胺薄膜层析法	293
一、吸附原理	293
二、聚酰胺薄膜的制备	294
三、展开剂	295
四、应用实例	295
第六节 离子交换层析法	295
一、原理	295
二、离子交换树脂的分类和结构	296
三、离子交换树脂的性能	298
四、操作方法	299
五、应用实例——盐类的含量测定	302
第七节 凝胶层析法	302
一、原理	302
二、凝胶的化学结构	304
三、凝胶的选择	306
四、操作方法	306

五、应用实例	307
第八节 气相色谱法	307
一、气相色谱仪的一般流程	308
二、气相色谱中常用的名词和物理意义	309
三、塔板理论和分离度	310
四、层析柱	312
五、检测器	314
六、分离条件的选择	314
七、定性分析	316
八、定量分析	317
九、气相色谱分析的操作步骤 (102-G 型气相层析仪)	320
十、应用实例	323
十一、毛细管气相色谱法	324
第九节 高压液相色谱法	327
一、分类	327
二、分离类型的选择	333
三、仪器	334
四、定性、定量分析	337
五、应用实例	338
第十四章 电泳分析	340
第一节 原理和分类	340
一、原理	340
二、分类	340
第二节 纸电泳	341
一、装置	341
二、条件的选择	341
三、操作方法	343
四、电泳仪	343
第三节 醋酸纤维膜电泳	345
一、醋酸纤维膜的制作方法	345
二、试剂的配制	345
三、操作方法	346
第四节 琼脂电泳	347
一、琼脂糖的制备	347
二、试剂	348
三、电泳分析	348
第五节 聚丙烯酰胺凝胶圆盘电泳	348
一、基本原理	348
二、丙烯酰胺的聚合	350

三、聚丙烯酰胺凝胶孔径的调节	350
四、操作方法	350
第六节 等电聚焦电泳	353
一、原理	353
二、实验方法	353
七节 粉末电泳	355
五章 免疫化学分析	357
一节 免疫的基本概念	357
一、免疫的含义	357
二、抗原和抗体	357
三、免疫球蛋白的分类及基本结构	357
四、血清学反应	358
二节 免疫球蛋白的提取与分离	358
一、硫酸铵分段沉淀法	358
二、凝胶过滤法	361
三、离子交换层析法	364
四、应用实例	369
三节 免疫吸附亲和层析	371
一、基本原理	371
二、免疫吸附剂	372
三、操作方法	374
第四节 免疫电泳技术	375
一、原理	375
二、琼脂免疫电泳	376
三、醋酸纤维膜免疫电泳	379
四、聚丙烯酰胺凝胶免疫电泳	381
五、单向定量免疫电泳	382
六、双向定量免疫电泳	384
七、对流免疫电泳	385
八、放射免疫电泳	386
九、荧光抗体免疫电泳	388
实验 “实验部分” 是整个标题	392
实验一 仪器的清点、洗涤和使用药剂练习	392
实验二 基本操作(一)——食盐的精制	393
实验三 基本操作(二)——苯甲酸的提纯	394
实验四 玻管处理及塞子钻孔	395
实验五 熔点的测定	396
实验六 常压蒸馏和沸点的测定	397

实验七 水汽蒸馏——苯胺的纯化	397
实验八 减压蒸馏——乙二醇的蒸馏	398
实验九 分馏——酒精的分馏	398
实验十 无水酒精的制备	399
实验十一 阿斯匹林的制备	400
实验十二 定性分析试液的配制	402
实验十三 无机阳离子的鉴定	403
实验十四 无机阴离子的鉴定	405
实验十五 未知物的鉴定	406
实验十六 有机化合物中几种主要元素的定性分析	407
实验十七 有机官能团反应(一)	409
实验十八 有机官能团反应(二)	411
实验十九 分析天平的使用	414
实验二十 中和法滴定(一) 酸碱标准溶液的配制和比较	415
实验二十一 中和法滴定(二) 盐酸标准溶液的标定	416
实验二十二 中和法滴定(三) 硼砂溶液浓度的测定	418
实验二十三 氧化还原法滴定——漂白粉中有效氯的测定	419
实验二十四 络合量法滴定——水的总硬度的测定	420
实验二十五 水分的测定	421
实验二十六 缓冲溶液的配制及 pH 值的比色测定	422
实验二十七 标准系列比色法测定铵离子的含量	424
实验二十八 光电比色法测定铁离子的含量	425
实验二十九 葡萄糖的比色测定	426
实验三十 血清胆固醇的定量测定	428
实验三十一 荧光分析——维生素 B ₂ 的测定	429
实验三十二 浊度分析——血清钾的测定	430
实验三十三 紫外分光光度计的使用——维生素 B ₁₂ 吸收曲线的测绘	431
实验三十四 红外分光光度计的使用	432
实验三十五 火焰光度计的使用——血清中钠含量的测定	433
实验三十六 原子吸收分光光度计的使用——水中镉、铅含量的测定	433
实验三十七 旋光度的测定	434
实验三十八 折光率的测定	435
实验三十九 pH 值的电位测定	435
实验四十 用离子选择性氟电极测定氟离子的浓度	435
实验四十一 极谱分析法	436
实验四十二 柱层析	437
实验四十三 纸层析	438
实验四十四 薄层层析	439
实验四十五 离子交换层析法制备纯水	440

实验四十六	气相色谱法测定血浆中乳酸的含量	441
实验四十七	抗坏血酸的高压液相色谱分析	442
实验四十八	脂蛋白醋酸纤维膜电泳	444
实验四十九	脂蛋白圆盘电泳分析	445
实验五十	凝胶过滤法分离免疫球蛋白	446
实验五十一	考核性实验(一) 用定性分析手段解决问题	448
实验五十二	考核性实验(二) 指定物质的定量测定	449
附录一	化学药品的选择与保管	450
一、	化学药品的规格和选择	450
二、	药品的保管	450
三、	危险药品的使用与保管	451
四、	化学药品的分类排列顺序	453
附录二	常用试剂的配制	454
一、	水	454
二、	溶液浓度的表示方法	455
三、	溶液浓度的计算	456
四、	一定百分浓度酸碱溶液的配制	457
五、	常用酸碱溶液的配制	457
六、	酸碱指示剂溶液的配制	459
附录三	缓冲溶液及其配制	460
一、	缓冲溶液和缓冲作用	460
二、	缓冲溶液的组成	460
三、	缓冲溶液的作用机制	460
四、	缓冲溶液pH值的计算	461
五、	缓冲溶液的配制	461
附表		473
一、	元素表	473
二、	元素周期表	478
三、	常用药品中英文对照及分子式、分子量表	479
四、	希腊字母表	486
五、	数字词头	487
六、	基本单位的词头	487
七、	度量衡公制单位表	488
八、	国际制单位(SI)表	489
九、	常用单位的换算	490

十、常用的氧化剂和还原剂表.....	492
十一、弱电解质的电离常数.....	493
十二、难溶物质的溶解度和溶度积.....	494
十三、标准氧化势.....	496
十四、溶解性表.....	498
十五、常用有机溶剂的沸点和密度.....	502
十六、乙醇水溶液的比重和百分组成.....	503
十七、有机溶剂蒸气的有害性.....	504
十八、有机气体的有害性.....	506
十九、标准铬酸钾溶液的透光值.....	507
二十、透光度 (T %) 和吸光度 (A) 的换算表.....	508
二十一、光学材料的透光特性.....	512
二十二、化学用字表.....	513
二十三、对数表.....	518
参考书目	520

第一章 实验规则及常用仪器

第一节 实验规则

一、一般实验规则

(一) 实验前应认真查阅有关资料,明确实验目的要求,了解实验的基本原理、方法和步骤,写出实验计划。

(二) 实验开始时,应先检查仪器、药品及其它用具是否齐全。实验过程中要正规操作、仔细观察、认真记录和深入思考。

(三) 严格遵守实验室各项制度。室内不准吸烟,严禁食具和仪器互相代用。注意安全,爱护仪器,节约药品,保持整洁。

(四) 实验完毕后,应根据原始记录,综合分析写出实验报告。报告内容包括实验目的要求、简单原理、扼要实验步骤、实验现象和对现象的解释;对于定量的实验,还应包括数据记录和结果处理。

二、使用试剂和药品的规则

(一) 一般试剂的使用规则

固体试剂装在广口瓶内,液体试剂则盛在细口瓶或带有滴管的点滴瓶内。见光易分解的试剂(如硝酸银)应装在棕色的试剂瓶内。每一试剂瓶上应贴有标签,以表明试剂的名称、浓度和纯度。

为了得到准确的实验结果,取用试剂时,应遵守以下规则,以保证试剂不受污染和不会变质。

1. 试剂不能与手接触。
2. 使用试剂的量应按照实验资料中的规定。如没有指明份量,仅写“少许”时,固体用豌豆大小,液体用3—5滴。
3. 要用洁净的药勺取用固体试剂。用滴管取用液体试剂时,不应把滴管伸入到其它液体中或与接受容器的器壁接触,倾注液体试剂时,同样不能接触接受容器。
4. 取用不要过量,已取出的药剂不要再倒回原瓶里,以免污染(特别是进行分析实验时)。
5. 瓶塞应夹在手指中或倒置桌上,用完试剂后,一定要把瓶塞盖严。注意不要把瓶塞和滴管乱放,以免在盖瓶塞和放回滴管时张冠李戴。
6. 倒取溶液时,标签应朝上,以免标签为药剂所浸蚀。药剂若倒出瓶外,即用抹布擦干。
7. 定性实验,用量不需准确时,可以大约估计之,平常20滴约为1ml,如液滴较大时,16滴约为1ml,要求用量比较准确时,则用普通天平及量筒。