

高等学校教材

有机化学 微型实验

第二版

朱红军 主编

王锦堂 主审



化学工业出版社

高等学校教材

有机化学微型实验

第二版

朱红军 主编

王锦堂 主审



化学工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

有机化学微型实验/朱红军主编. —2 版. —北京: 化学工业出版社, 2007. 5
高等学校教材
ISBN 978-7-122-00270-9

I. 有… II. 朱… III. 有机化学-化学实验-高等学校-教材 IV. O62-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 054581 号

责任编辑: 宋林青 王丽娜

装帧设计: 史利平

责任校对: 蒋 宇

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 装: 北京云浩印刷有限责任公司

787mm×1092mm 1/16 印张 9 $\frac{3}{4}$ 字数 230 千字 2007 年 5 月北京第 2 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: 17.00 元

版权所有 违者必究

第二版前言

本教材自 2001 年出版以来受到广大读者的热爱，为许多高校有机化学实验的改革提供了素材。广大学生、教师和科技工作者在使用过程中本着对该教材的爱护，提出了不少意见，同时有机化学实验新技术也不断出现，为此我们对本教材进行了修订。

本教材第二版在第一版的基础上增加了 SciFinder、ChemFinder 和 Beilstein 等网络检索资源和软件，样品干燥、常量实验仪器的介绍、微波和超声波等非常规合成技术等，使本教材更具有先进性和实用价值，更好地适应有机化学实验教学的要求和有关工矿企业和科研院所的科研人员进行精细有机合成研究参考的要求。

南京工业大学朱红军教授和李玉峰等老师对本教材的修订进行了有关工作。

限于编者水平，本书还存在很多值得改进的地方，希望各位读者对本书的不足之处给予指正。

编 者
2007 年 2 月

第一版前言

有机化学微型实验是20世纪80年代在国际上崛起,近年来在国内外迅速发展起来的一种新颖的实验方法和实验技术,与常量实验相比,它具有以下突出的优点。

(1) 可节约实验的仪器费用和药品费用。微型实验仪器小,相对成本低,药品用量少,消耗少。仪器小,占空间少,大大提高了实验室利用率,缓解了实验室紧缺的困难。

(2) 微型实验仪器小,药品用量少,实验精度增加,它促使学生必须集中精力,规范操作,方能获得预期结果,提高了对学生的要求。有利于培养学生严谨的科学态度、规范化的操作技能,有利于提高实验课教学质量。

(3) 提高了学生的科研工作能力,避免了实验课中长期沿用的常量实验与科研工作中微量、半微量实验的脱节现象。

(4) 微型实验反应物用量少,反应及产品后处理时间也相应减少,又加上仪器装拆简单、操作方便,所以可缩短实验时间。

(5) 微型实验处理的药品量少,相应产生的废气、废水和废渣少,可大大减少对环境的污染。

因此,有机化学微型实验的开设具有显著的经济效益、环保效益和教学效果,代表了有机化学实验改革发展的方向,是传统有机化学实验的提高。本实验教材的主要目的是帮助学生通过进行有机化学微型实验,掌握有机化学实验的基本操作技能;在分析问题和解决问题方面得到更严格的训练,培养高素质人才,以更好地适应社会的要求,同时也节约一定的成本。本教材可作为高等院校有机化学实验的教材和参考书。

本教材既对原有的经典仪器进行了系统的介绍,同时也对新型的仪器作了介绍,如电子天平、数字式压力计、紧密大气压力计、电热套、磁力搅拌器等,这些仪器精确、使用方便,可以大大节约实验时间,代表了一种发展趋势,会逐步取代原有的仪器。

本教材也安排了有关药物的合成、农药的合成、光化学等方面的内容,因此本书同时也可作为“制药”、“应用化学”、“轻化工程”等专业课的实验教材,并且也可作为有关工矿企业和科研院所的科研人员进行精细有机合成研究的一本参考书。

实验指导教师、学生和研究人员在使用的本教材时,应注意掌握有机化学微型实验仪器的正确使用方法、原理及其在有机合成实验中的应用,还要注意常量实验与微型实验两种类型仪器的异同。

南京工业大学应用化学系朱红军主编了本书,参加编写的还有汪海波、万嵘、殷峻、张荣。王锦堂教授对全书进行了审阅。

由于编者水平的限制和时间仓促等方面的问题,本书还存在着很多需要改进的地方。希望各位读者对本书的不足之处给予指正。

目 录

1 绪论	1
1.1 有机化学实验的基本要求	1
1.2 有机化学实验注意事项	1
1.2.1 安全注意事项	1
1.2.2 有机化学实验预习要求	2
1.2.3 有机化学实验要求	2
1.2.4 有机化学实验报告格式	2
1.3 有机化学微型实验常用仪器简介	3
1.3.1 玻璃仪器	3
1.3.2 常用仪器设备	6
1.3.3 微型实验药品的称量	10
1.4 手册的查阅及有机化学文献简介	10
1.4.1 工具书和参考书	10
1.4.2 期刊杂志	11
1.4.3 化学文摘	11
1.4.4 网上资源	11
2 基本操作与注意事项	19
2.1 蒸馏和分馏	19
2.1.1 蒸馏和分馏装置	19
2.1.2 蒸馏和分馏操作	19
2.2 减压蒸馏	20
2.2.1 减压蒸馏装置	22
2.2.2 减压蒸馏操作	22
2.3 水蒸气蒸馏	26
2.4 熔点测定	27
2.4.1 毛细管法测定熔点	28
2.4.2 显微熔点测定仪测定熔点	29
2.5 重结晶	31
2.5.1 重结晶过程	31
2.5.2 溶剂的选择及用量	31
2.5.3 溶解及热过滤	32
2.5.4 结晶、抽滤和干燥	34

2.6	折射率的测定	36
2.7	萃取	37
2.7.1	分次萃取法	38
2.7.2	连续萃取法	39
2.8	干燥	39
2.8.1	液体的干燥	39
2.8.2	固体的干燥	41
2.9	升华	43
2.9.1	萘的常压升华	43
2.9.2	萘的减压升华	43
2.10	色谱	43
2.10.1	柱色谱	44
2.10.2	薄层色谱	45
2.10.3	气相色谱	46
2.10.4	高效液相色谱	47
2.11	波谱技术	48
2.11.1	红外光谱 (IR)	48
2.11.2	紫外光谱 (UV)	49
2.11.3	核磁共振谱 (NMR)	51
2.11.4	质谱 (MS)	53
3	实验	54
3.1	烯烃的制备	54
实验 1	环己烯	54
3.2	卤代烃的制备	55
实验 2	溴乙烷	55
实验 3	溴丁烷	56
实验 4	叔丁基氯	57
实验 5	α, β -二溴苯乙烷	58
3.3	醇的制备	58
实验 6	苯甲醇	58
实验 7	二苯甲醇	59
3.4	醚的制备	60
实验 8	乙醚	60
实验 9	正丁醚	62
实验 10	对硝基苯甲醚	63
3.5	醛酮的制备	64
实验 11	环己酮	64
实验 12	苯乙酮	65
实验 13	二亚苄基丙酮	66

实验 14 茴香基丙酮	67
3.6 羧酸的制备	68
实验 15 苯甲酸	68
实验 16 对硝基苯甲酸	69
实验 17 己二酸	70
3.7 羧酸衍生物	71
实验 18 乙酸乙酯	71
实验 19 邻苯二甲酸二丁酯	73
实验 20 乙酰苯胺	74
实验 21 丁二酸酐	75
实验 22 邻苯二甲酰亚胺	76
实验 23 巯基乙酸铵的制备与应用	76
3.8 芳香族硝基化合物	78
实验 24 硝基苯	78
实验 25 间二硝基苯	79
3.9 胺及季铵盐	80
实验 26 间硝基苯胺	80
实验 27 邻氨基苯甲酸	81
实验 28 溴化四丁基铵	81
实验 29 溴化四乙基铵	82
实验 30 氯化三乙基苄基铵	82
3.10 重氮盐及其反应	83
实验 31 氯苯	83
实验 32 甲基橙	84
实验 33 甲基红	85
实验 34 II 号橙	86
3.11 芳香族磺酸	86
实验 35 对甲苯磺酸	86
实验 36 双酚-S	87
3.12 缩合反应	88
实验 37 3-丁酮酸乙酯	88
实验 38 双酚 A	89
实验 39 2-乙基-2-己烯醛	90
3.13 Diels-Alder 反应	91
实验 40 9,10-二氢蒎-9,10- α,β 马来酸酐	91
3.14 坎尼扎罗反应	92
实验 41 呋喃甲醇和呋喃甲酸	92
实验 42 苯甲醇, 苯甲酸	93
3.15 格利雅反应	94
实验 43 苯甲酸	94

实验 44	2-甲基-2-己醇	96
3.16	催化氢化反应	97
实验 45	3-苯基丙酸(氢化肉桂酸)	97
3.17	天然产物的提取和分离	98
实验 46	咖啡因的提取	98
实验 47	绿色植物色素的提取	99
实验 48	从西红柿中提取番茄红素和 β -胡萝卜素	100
实验 49	果胶的提取	101
3.18	光学异构体的拆分	103
实验 50	苯乙胺的制备及外消旋体的拆分	103
3.19	相转移催化和卡宾反应	105
实验 51	扁桃酸	105
实验 52	1-苯基-2,2-二氯环丙烷	106
3.20	碳水化合物及其衍生物	106
实验 53	五乙酸葡萄糖酯	106
实验 54	从牛奶中制取酪蛋白和乳糖	107
实验 55	食品增稠剂、保型剂乙酯淀粉的制备	108
3.21	氨基酸与肽	109
实验 56	L-酪氨酸甲酯 (L-tyrosin methyl ester)	109
3.22	非常规条件下有机合成方法	109
实验 57	化学发光指示剂 3-氨基邻苯二甲酰肼 (露明诺)	109
实验 58	二苯甲酮的光化学还原	111
实验 59	微波辐射下的 Perkin 反应——肉桂酸的制备	112
实验 60	微波辐射下苯并吡喃-2-酮-3-甲酸乙酯的制备	113
实验 61	超声条件下 3-烯丙基-2,4-戊二酮的制备	113
实验 62	超声条件下苯甲酸甲酯的合成	114
3.23	金属有机化合物	115
实验 63	二茂铁的合成	115
实验 64	丁基锂的合成	116
3.24	药物的合成	118
实验 65	局部麻醉剂苯佐卡因	118
实验 66	磺胺药物——磺胺	119
实验 67	解热镇痛药——非那西汀	120
实验 68	阿司匹林——乙酰水杨酸	121
实验 69	止咳酮	122
3.25	农药的合成	123
实验 70	杀灭菊酯 (氰戊菊酯)	123
实验 71	O,O-二甲基-O-(2,2-二氯乙烯基)磷酸酯——敌敌畏	124
实验 72	驱蚊剂 N,N-二乙基间甲基苯甲酰胺的制备	124

附录	126
附录 1 常用有机试剂的物理性质	126
附录 2 常用的酸和碱	127
附录 3 常用酸碱溶液密度组成表	128
附录 4 常用有机溶剂的处理	132
附录 5 危险化学品的使用知识	135
附录 6 典型的红外光谱吸收谱带	138
附录 7 一些常见基团质子的化学位移值	140
附录 8 实验单元操作一览表	140
 参考文献	 143

1 绪 论

1.1 有机化学实验的基本要求

有机化学实验是有机化学教学的重要组成部分，目的是培养学生的基本操作技能，进行理论、原理运用到实践的训练，培养学生发现问题、分析问题和解决问题的能力，养成严肃认真、实事求是的科学态度和严谨的工作作风，从而使学生在科学方法上得到初步的训练，为今后在实际工作中进行科学研究、生产管理等打下一定的基础。

掌握玻璃仪器的清洗、干燥、装配和拆卸，加热和冷却，回流、蒸馏、分馏、减压蒸馏、萃取和洗涤，重结晶和过滤，液体和固体样品的干燥，沸点、熔点和折射率的测定等基本操作技能和文献检索技能；以及将这些基本操作技能运用到有机化合物的合成路线设计、方案确立与实施、分离提纯和物理常数的测定、结构鉴定等方面。

1.2 有机化学实验注意事项

1.2.1 安全注意事项

干任何事情，安全第一，有机化学实验尤其如此。这是因为有机化合物易燃、易爆、毒性高，有机反应的副反应多，难以控制。在有机化学实验过程中，在安全方面需要注意以下事项：

(1) 思想上要重视，不能松懈。

(2) 预习要充分，注意了解原材料和产物的性能，以及反应在安全方面的问题，做到心中有数。

(3) 实验者进入实验室，首先要了解、熟悉实验室电闸、煤气开关、水源开关及消防器材如灭火器、沙箱、石棉布等的放置地点，不得随意移动消防器材的位置。

(4) 实验时严格遵守实验室安全守则和实验室规章制度，严格按实验操作要求认真操作，不能马虎。

(5) 出现事故时，首先要冷静，正确处理，及时报告。

(6) 掌握常见的事故处理方法和常用消防器材的使用方法。

常见事故的预防和处理方法：

(1) 实验开始前，要仔细检查仪器有无破损、装置是否正确稳妥。

(2) 易燃溶剂在操作时应该远离明火，不能敞口加热。

(3) 在操作易挥发的液体、有毒气体时，必须在通风橱内进行，同时对有毒气体出口处应该进行吸收处理。

(4) 发生着火事故时，首先要冷静，及时关闭气源、电源，并报告指导教师，对小火可

用湿抹布或石棉布覆盖。对大面积着火,应该及时报警,并用二氧化碳灭火器、干粉灭火器或四氯化碳灭火器灭火。如果衣服着火,应立即在地面上打滚,将火熄灭。或将衣服迅速脱下扑灭,千万不能惊慌乱跑,以避免使火焰扩大和烧向头部。

(5) 如果发生腐蚀性药品溅到皮肤上或眼睛里,一般应该立即用大量的水进行清洗。如果是浓酸引起的,可用3%碳酸氢钠溶液清洗;如果是浓碱引起的,则用1%的硼酸溶液清洗。最后再水洗,涂上油膏。对比较严重的情况或是发生在眼睛里,则初步处理后应该立即到医院进行治疗。

(6) 如遇割伤,首先将伤口的玻璃等碎渣清除干净,再用水和碘酒清洗伤口,涂上药膏后再包扎好伤口。

(7) 使用有毒药品、有腐蚀性的药品及反应比较剧烈时,应该带胶皮手套和防护眼镜。

1.2.2 有机化学实验预习要求

进行有机化学实验必须预习,没有预习,不能进行有机化学实验操作。充分、正确的预习是保证实验安全的前提之一,也是掌握实验技能、提高实验效率必不可少的一步。

实验预习时应该了解实验目的、实验原理、原材料及其物理常数、仪器名称及其使用方法和装置搭接方法、实验操作步骤及其注意事项。

预习方法和途径:预习实验教材和教辅书的有关内容;查阅有机化学教材中有关内容的基本原理;检索有关内容研究进展和有关背景知识;查阅有关原材料与产品等的物理常数;也可到相关网站上查阅有关实验的介绍和通过有关的测试与考核;最好还到有关实验室(中心)预约和试做有关实验。

实验预习时应做好预习报告,报告应该包含以上内容。没有预习报告,不得进入实验室进行实验操作。

1.2.3 有机化学实验要求

- (1) 认真听指导教师的讲解,服从指导教师及实验员的安排。
- (2) 严格按照实验操作步骤进行实验。
- (3) 仔细观察实验现象,并实事求是地记录实验数据及实验现象。
- (4) 实验时要开动脑筋,积极思考,不盲目操作。
- (5) 实验过程中不得随便离开实验场所,不得大声喧哗,不得看与实验无关的书籍、报纸等。
- (6) 实验过程中出现的异常现象应该及时报告给指导教师。
- (7) 实验时注意安排好前后次序,合理安排时间,做到既快又好,养成良好的工作作风。
- (8) 要爱护实验仪器、设备和环境。
- (9) 实验结束后,玻璃仪器要清洗干净,打扫卫生,把水、电、气、火和门窗关好。
- (10) 有关事项完成后,报告指导教师方能离开实验室。

1.2.4 有机化学实验报告格式

实验报告是对一个实验的全面总结,它包括以下部分:

- (1) 实验目的与要求。
- (2) 实验原理,包括主反应式与副反应式等。
- (3) 实验仪器与装置图。

- (4) 药品规格与用量。
- (5) 原材料与产品及副产物的物理常数。
- (6) 实验操作步骤与现象记录。
- (7) 实验结果。
- (8) 实验结果讨论。

1.3 有机化学微型实验常用仪器简介

1.3.1 玻璃仪器

1.3.1.1 玻璃仪器名称

根据微型化学实验的特点, 常见有机化学微型实验制备仪如图 1-1 所示 (有机化学常量仪器也包括在其中)。

本套仪器用于有机化学微型实验的教学和科研中, 具有装拆简单、使用方便、操作规范准确等特点。特别是 H 形分馏头, 用于常、减压蒸 (分) 馏时, 能准确测量各馏分温度, 可以接收多馏分, 能使单步及多步蒸、分馏操作连续进行。

利用本套仪器可以组合成反应装置 (如图 1-2~图 1-6 所示)、分液装置、抽滤装置、升华装置、常压蒸 (分) 馏装置、减压蒸 (分) 馏装置、水蒸气蒸馏装置、固/液提取装置等有机化学实验中常用的装置。

1.3.1.2 仪器的清洗

在进行实验时, 为避免杂质进入反应物中, 必须用清洁的玻璃仪器盛装。洗涤玻璃仪器最简单的方法是用毛刷和湿润的去污粉擦洗, 再用清水冲净, 将仪器倒置。

微型玻璃仪器中的圆底烧瓶、茄形瓶、锥形瓶、漏斗、直形 (球形) 冷凝管等均可用小试管刷和去污粉来擦洗。擦洗时可根据容器具体形状将试管刷弯曲后使用。若有固体物粘附在器壁上, 可用小刮刀刮下来, 然后再用刷子擦洗。若烧瓶用水无法洗净, 可用回收溶剂擦洗, 也可用洗液清洗, 必要时可适当加热, 但要注意防火。对于三角滤板漏斗, 可先用适宜的回收溶剂抽洗, 再用清水冲净。清洗 H 形分馏头时, 可装上烧瓶, 用回收的溶剂 (或直接用少量乙醚或乙醇) 反复冲洗, 特别是残留在器壁上的固体物, 务必冲洗干净, 随后再用清水冲洗残留的溶剂。切不可将毛刷伸进分馏柱内进行擦洗, 以免损坏填料。所有仪器的磨口都要清洗干净。仪器外壁可先用润湿的去污粉擦洗, 然后用清水冲净。总之, 实验前后都要保持仪器的清洁。

1.3.1.3 仪器的干燥

在有机化学实验中, 许多反应都要求在无水条件下进行。因此, 必须使用干燥的玻璃仪器。干燥仪器的方法有以下几种。

(1) 晾干。将洗净的仪器倒置, 在空气中晾干。

(2) 在烘箱中保持 $110\sim 120^{\circ}\text{C}$, 烘 0.5h, 然后冷却到 60°C 左右取出备用。仪器放入烘箱前应尽量把水甩干。对于带有活塞的仪器, 如 H 形分馏头、多功能梨形漏斗、分水器 etc 应取下活塞, 擦净凡士林或真空脂, 然后烘干。

(3) 热风吹干, 用电吹风按冷风→热风→冷风的顺序吹干, 或用吹风干燥仪器吹干。

(4) 用有机溶剂干燥。对急用的仪器, 在用水洗净后先用少量乙醇冲洗几次, 再用少量乙醚冲洗, 然后用电吹风按冷风→热风→冷风的顺序吹干后即可使用。

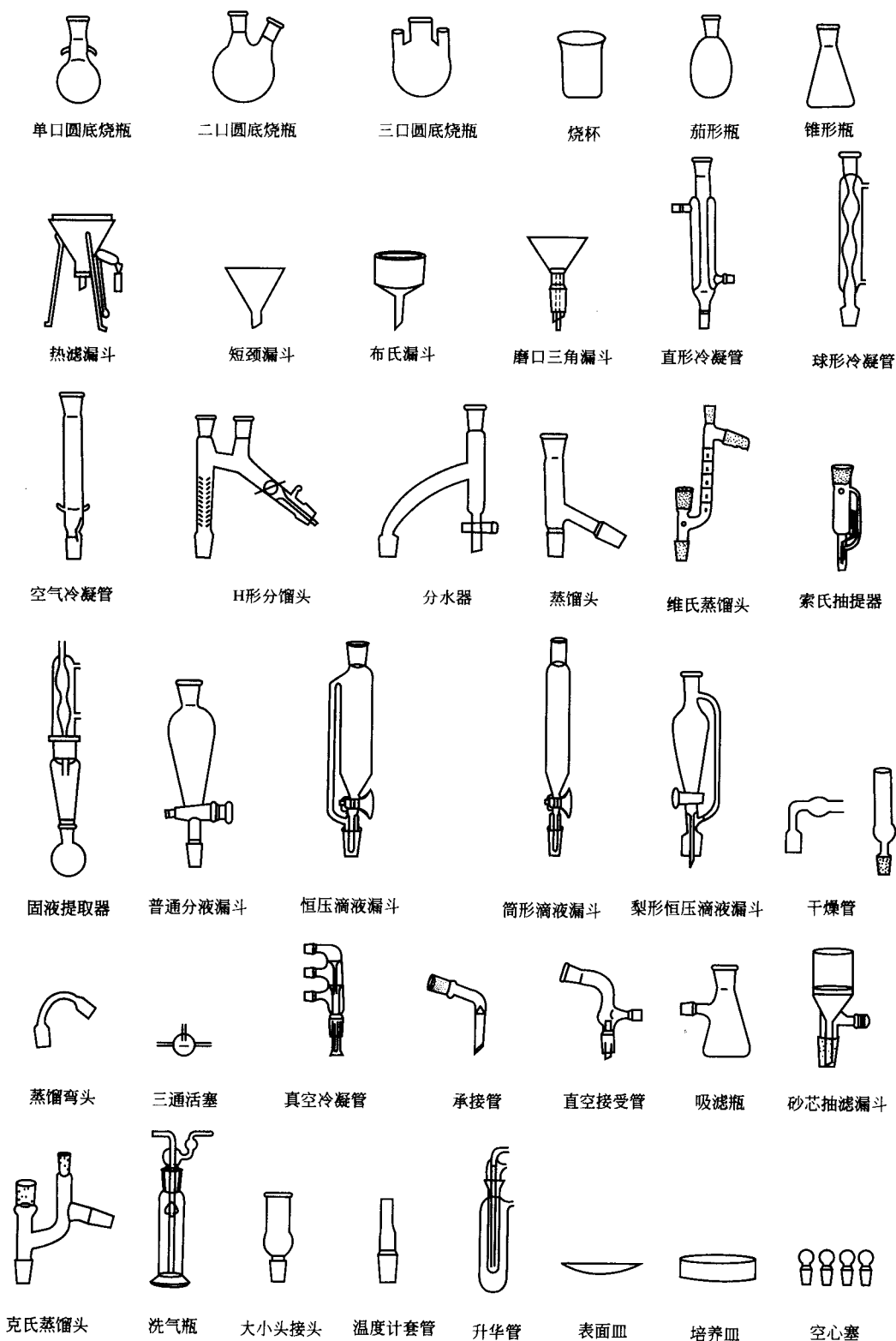


图 1-1 常见有机化学微型实验制备仪

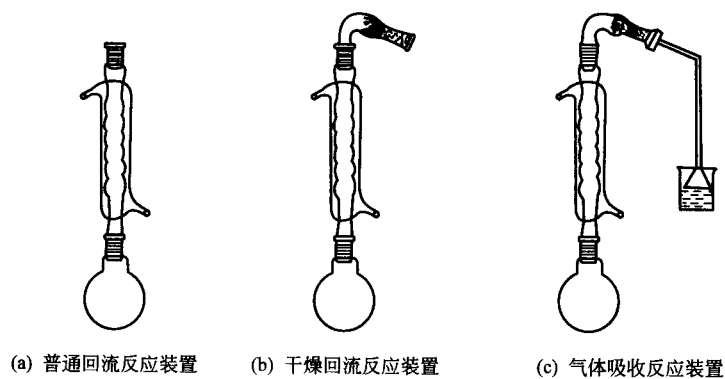


图 1-2 回流反应装置

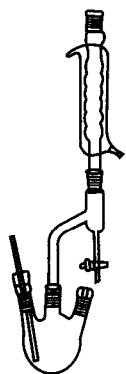


图 1-3 分水反应装置

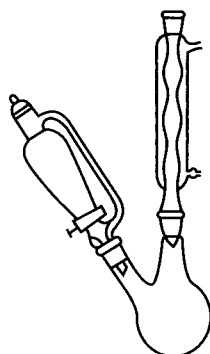


图 1-4 滴液反应装置

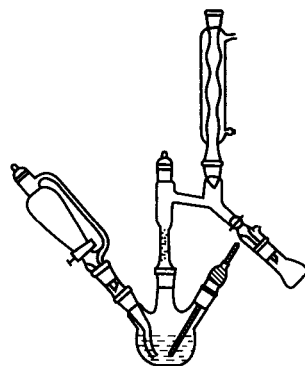


图 1-5 其他反应装置

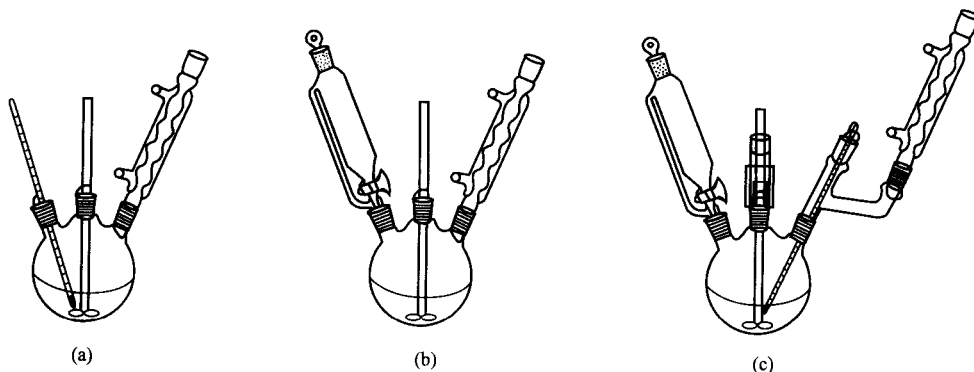


图 1-6 搅拌装置

1.3.1.4 仪器的使用方法

有机化学实验中的许多玻璃仪器为标准磨口仪器，价格较高，容易损坏，使用时需注意下述几个方面：

- (1) 轻拿轻放，仔细操作，不能粗心大意；
- (2) 对磨口处注意保护，防止固体杂物及碱性物质等对其的损伤；
- (3) 搭接装置按从下至上，从左到右（或从右到左）的顺序进行，在固定之前应该转动，使磨口之间紧密接触，以防止泄漏，所搭接的仪器保持垂直，不能有扭力存在；

(4) 拆卸时, 次序与装配时相反。

1.3.2 常用仪器设备

1.3.2.1 电子天平

电子天平是随着电子技术的发展而发展起来的一种新型称量工具, 是电光天平的更新换代产品, 具有操作方便、称量范围大、精确、稳定性好等特点, 在国外已得到普遍使用, 在我国也逐步被广大科技工作者认同。下面以 FA/JA 系列上皿电子天平为例来介绍电子天平的一般用法和注意事项。

该天平是采用 MCS-51 系列单片微机的多功能电子天平。除一般智能化电子天平所具有的称量自动校准, 积分时间可调和灵敏度可适当选择外, 本天平还有三种量制——克、米制克拉、金盎司供用户自由选择 (米制克拉、金盎司供出口用)。数据接口配有 RS-232C 通用串行双向口和标准的 Centronics 并行输出口, 能与微机和各种打印机 (如 PP40 等) 相连。并行数据输出还设有两种模式: 定时和不定时输出。其中定时可设三挡不同的定时时间供用户自由选择。其面板和结构示意图如图 1-7 所示。本天平采用轻触按键, 能实行多键盘控制, 操作灵活方便, 各功能的转换与选择, 只需按相应的按键。

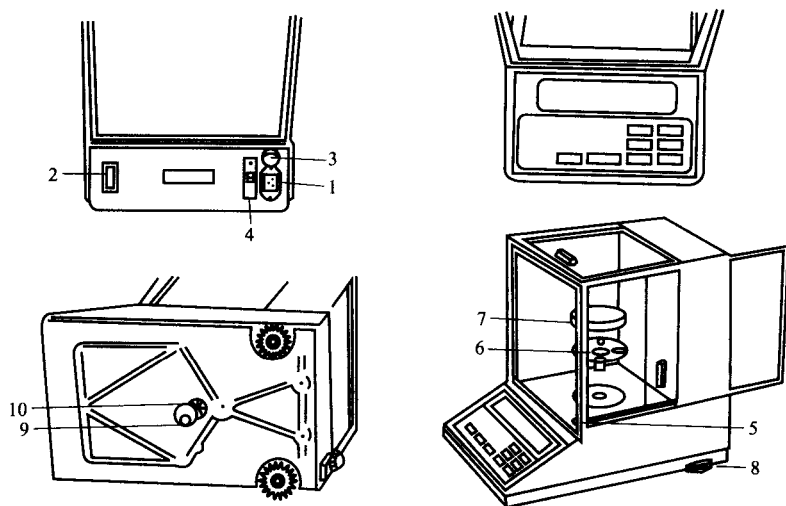


图 1-7 FA/JA 系列上皿电子天平面板和结构示意图

1—电源插座; 2—数据接口; 3—保险丝; 4—220V/110V 转换开关; 5—水平仪; 6—盘托;
7—秤盘; 8—水平调节脚; 9—盖板; 10—挂钩

【开机】

- 在使用前观察水平仪。如水平仪水泡偏移, 需调整水平调节脚, 使水泡位于水平仪正中。
- 选择合适电源电压, 将电压转换开关置于相应位置。
- 天平接通电源, 就开始通电工作 (显示器未工作), 通常需预热 1h 后方可开启显示器进行操作使用 (有关键盘的操作功能见附注)。

【称量】

按照附注选择模式 (用户选定后, 本天平由于具有记忆功能, 所有选定模式能保持断电后不丢失就可用于称量)。

按 TAR 键, 显示为零后, 置被称物于秤盘上, 待数字稳定 (即显示器左边的“0”标

志熄灭)后,所显示数字即为被称物的质量值。

【去皮重】

置容器于秤盘上,天平显示为容器质量值,按 TAR 键,显示零,即去皮重。再置被称物于容器中,这时显示的数字是被称物的净重。

【累计称量】

用去皮重称量法,将被称物逐个置于秤盘上,并相应逐一去皮清零,最后移去所有被称物,显示数的绝对值为被称物的总质量值。

【加物】

按住 INT 键不放,可调至 INT-0 模式,置容器于秤盘上,去皮重。将被称物(液体或松散物)逐步加入容器中,能快速得到连续读数值。当加物达到所需称量,显示最左边“0”熄灭,这时显示的数值即为用户所需的称量值。当加入混合物时,可用去皮重法,对每种物质计净重。

【读取偏差】

置基准砝码(或样品)于秤盘上,去皮重,然后取下基准码,显示其质量负值。再置称物于秤盘上,视称物比基准砝码重或轻,相应显示正或负偏差值。

【下称】

拧松天平底部下盖板的螺丝,露出挂钩。将天平置于开孔的工作台上,调整水平,并对天平进行校准工作,就可用挂钩称量挂物了。

【天平的维护与保养】

天平必须小心使用。秤盘与外壳须经常用软布和牙膏轻轻擦洗。切不可用强溶解剂擦洗。

【附注】

键盘的操作功能

① 开启显示器键(ON)

只要轻按一下 ON 键,显示器全亮,如下所示。

± 8888888g

对显示器的功能进行检查,约 2s 后显示天平的型号,然后是称量模式。

0.0000g

 或 0000g

② 关闭显示器键(OFF)

轻按 OFF 键,显示器熄灭即可。若要较长时间不使用天平,应拔去电源线。

③ 清零、去皮键(TAR)

+ 18.9001g

 → 0.0000g → - 18.9001g → 0.0000g

置容器于秤盘上,显示出容器的质量。然后按 TAR 键,显示消失,随即出现全零状态,表示容器质量显示值已去除,即去皮重。当移去容器,就出现容器质量的负值。再轻按 TAR 键,显示器为全零,即天平清零。

④ 称量范围转换键(RNG)

本天平具有 2 种读数精度。称量范围在 0~30g,其读数精度为 $\pm 0.1\text{mg}$ 。若总质量超过 30g,天平就自动转为 $\pm 1\text{mg}$ 读数精度。但通过具有 0~160g 的去除皮重功能,在总质量不