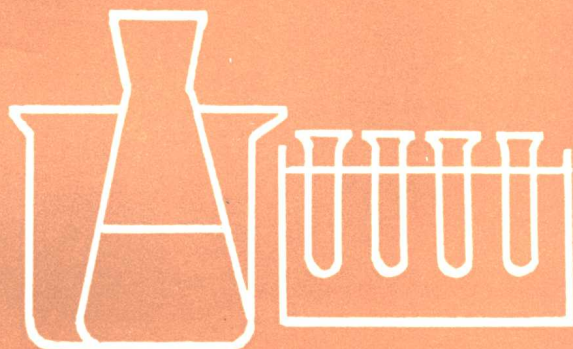


化学实验

[美] M. J. 西恩科 等著
吕云阳 古胜良 等译



人民教育出版社

化 学 实 验

[美] M. J. 西恩科 等著

吕云阳 王肇基 钮少冲 刘魁道

古胜良 陈美延 陈润铭

译

申泮文 等校

人民教育出版社

EXPERIMENTAL CHEMISTRY

M. J. Sienko, R. A. Plane, S. T. Marcus

McGraw-Hill, Inc.

5th Ed. 1976

化 学 实 验

〔美〕 M. J. 西恩科 等著

吕云阳 王肇基 钮少冲 刘魁道 译

古胜良 陈美延 陈润铭

申泮文 等校

*

人民教育出版社出版

新华书店北京发行所发行

人民教育出版社印刷厂印装

*

开本 850×1168 1/32 印张 9.125 字数 220,000

1981年8月第1版 1982年5月第1次印刷

印数 00,001—18,000

书号 13012·0644 定价 0.83元

译 者 的 话

原书《化学实验》是美国康奈尔大学一年级学生使用的化学实验教材 1976 年版。本书的特点：重视基本操作训练，内容由浅入深，实验操作由简单到复杂，并通过定性分析实验使学生掌握元素方面的知识。在每个实验之后都有启发性的思考题，并安排了四次问题讨论课。有关的实验仪器和试剂都是一般院校所能具备的，即使是那些要求较高的“专题实验”的设备也是自己动手安装可以完成的。

这本书共收集了七十个实验，根据内容分成五个部分，第一部分“化学实验技术”；第二部分“实验”，这一部分包括了普通化学中的一些重要的基本原理以及元素及其化合物的性质和制备方面的实验；第三部分“定性分析”；第四部分“专题实验”，它包括一些供那些已做完基本实验的学生选做的要求较高的实验，例如，发射光谱、电位滴定和纸上色层等实验；第五部分“附录”。

参加本书翻译工作的有辽宁大学化学系吕云阳、王肇基、钮少冲、刘魁道等同志；中山大学化学系古胜良、陈美廷、陈润铭等同志。张晋丰、梁镕庄、黄坤耀、吕云阳等同志参加了部分校订工作。本书大部分内容经申泮文教授审校，特此致谢。由于译者的水平所限，难免有错误之处，欢迎读者批评指正。

译 者

前 言

这本实验手册是为了配合《化学》和《化学原理与性质》这两本教科书而编写的。它的主要目的是向学生介绍一门化学实验课程，此课程可以引导学生搞清楚观察与解释之间的差别。大多数学生，即使他们在高中已有很好的化学基础，仍不能区别所观察到的事实(素材)与对这些事实的解释(理论)之间的关系和差别。因此，本书编入的这些实验可用以说明化学实验室是人们学习化学知识的一个场所，它是通过发现物质在特定条件下的化学行为来学习的。

这本书的第二个主要目的是让学生充分熟悉他(她)的化学环境。由于推广了电影和电视等直观教具，向学生强调了世界的二维观。此外，与过去的学生相比，当代的学生似乎比较缺乏机械操作方面(装配收音机，修理汽车和类似的活动)的经验。结果是实际工作能力显著减弱，因而亦不能正确理解在化学科学中实验室工作与理论的相对重要性。

这本书分为五部分。第一部分叙述化学实验技术，包括安全防护知识，数据和结果的记录方法，重量和容量操作，玻璃技术，氢气的发生及使用，以及熔点测定。我们介绍一些这类技术，是为了在时间允许时，或在教师需要这些内容以提高这班学生的技能水平时，可以用来作为指定的实验。

第二部分介绍一批经过挑选的实验，用以向学生教授普通化学中的重要原理和事实。每个实验都针对一个明确的目的，而不引入支节问题。在后来的实验中，越来越加强学生的独立工作能力。除了那些可能发生危险的操作外，操作步骤的说明越来越写

得简要，同时实验记录也留下越来越多的空白。在第二部分里还包括了四次问题讨论课时间。根据我们在康奈尔大学的经验，将某些实验课时间改作少量的这类习题课是很有好处的。在这类习题课中，学生要完成一些互相关联的作业，在此时教师可以给予个别的指导。

第三部分是一类简化了的定性分析程序（以使用硫代乙酰胺为基础），其中元素是按照它们在周期表中出现的先后顺序而编排在程序中的。每当加入一个新元素时，学生就要研究它的化学性质，以找出该元素在此分析程序中的表现。由于学生预先并不知道会发生什么反应现象，所以要求学生根据实验中发生的现象来设计一个分析程序，而更重要的是，通过这些实验来学习个别元素的一些化学性质。

第四部分的总标题是“专题实验”，包括 15 个较为高级的实验，可供全体学生作为提高的实验，或者供那些已做过前面某些实验的学生作为补充实验。这些实验都要求有更强的独立工作能力和责任感，而且所要求的实验项目超出了大学一年级化学的规定范围。

第五部分是学生在进行计算时常用的一些参考资料。与单个实验有关的参考资料则附列在该实验内。

在每个实验和“专题实验”之后，皆附有新的一栏思考题。

教师所需要的有关试剂、实验室疑难问题等等的资料，收集在一本教师的手册里，可向出版社函索。除了六个新的“专题实验”外，实验的编号基本上与第四版相同，也就是说，以前用过的试剂表仍可使用。以旧的“专题实验”Ⅲ代替了旧的实验 43。在这一版中，与新的“专题实验”Ⅲ一样，专题实验 XI、XII、XIII、XIV 和 XV 也都是新的。在定性分析程序中已将镉删去。

密切尔 J·西恩科 罗伯特 A·普兰 斯坦莱 T·马可斯

目 录

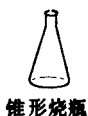
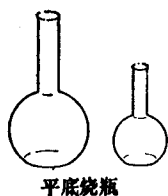
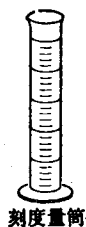
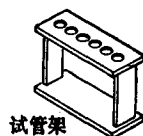
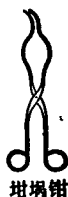
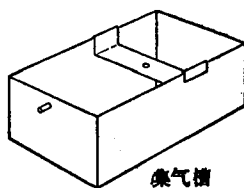
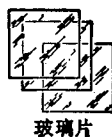
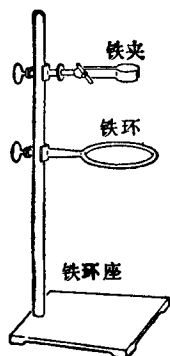
前言	v
化学实验室的常用设备	1
常用仪器清单	3
第一部分 化学实验技术	5
A. 安全	5
B. 结果的记录	7
C. 称重	8
D. 有关液体的操作	13
E. 本生灯	19
F. 玻璃工	20
G. 氢气的发生	23
H. 熔点的测定	25
第二部分 实验	27
1. 固体密度的测定	27
2. 液体的密度: 滴定管的校准	29
3. 物质守恒定律	33
4. 定组成定律	35
5. 倍比定律	37
6. 热和温度	42
7. 原子量的测定	47
8. 问题讨论(一)	50
9. 化学计量	52
10. 气体和绝对零度	55
11. 氧气的摩尔体积	61

12. 可冷凝蒸气的分子量	64
13. 金属的当量	66
14. 问题讨论(二)	69
15. 晶体结构	71
16. 从凝固点下降测定分子量	77
17. 硝酸钾的溶解度与提纯	80
18. 问题讨论(三)	82
19. 化学动力学	84
20. 化学平衡	87
21. 法拉第常数的测定	91
22. 电极电势	95
23. 氢气和“易燃”铁粉的制备	99
24. 过氧化氢	103
25. 过氧化氢溶液的分析	106
26. 酸碱滴定	108
27. pH	111
28. 水解和两性现象	114
29. 碘酸铜的溶度积	119
30. 问题讨论(四)	122
31. 熟石膏的水合作用	124
32. 一种可溶性硫酸盐的定量分析	126
33. 高锰酸盐的还原	128
34. 一种络合铁盐的制备	131
35. Ag^+ 、 Zn^{2+} 、 Cd^{2+} 、 Hg_2^{2+} 、 Hg^{2+} 的分析	133
36. 从铝矿中分离铁	136
37. 合成有机化学	138
38. 肥皂	141
39. 锡和铅的合金	144
40. 氮的固定	146
41. 第V族的一些元素	148

42. 硫代硫酸盐	151
43. 可溶性氯化物的定量分析	153
44. 氯的化合物	156
45. 碘的化学	159
第三部分 定性分析	163
导言	163
46. 碱族和碱土族元素	167
47. 铬和锰	170
48. 铁和钴	173
49. 铜、银、锌、汞	175
50. 铝	177
51. 锡和铅	179
52. 碳酸盐、硝酸盐、硫酸盐	181
53. 卤化物	183
54. 一般未知溶液	185
55. 固体未知物	190
第四部分 专题实验	193
I. 分光光谱法	193
II. 分子的对称性和异构体	198
III. 冰的结构	213
IV. 生成焓	219
V. pH 指示剂和滴定	223
VI. 分光光度法	226
VII. 用分光光度法研究动力学	233
VIII. 配位异构体的合成	237
IX. 磺胺的制备和熔点测定	241
X. 从茶叶中提取咖啡因	245
XI. 抗酸药物的滴定	247
XII. 磷酸的 pH 滴定	250

XIII. 用四价铈离子对亚铁离子的氧化还原滴定	255
XIV. 光谱分析	262
XV. 用纸上色层法进行阳离子分析	267
第五部分 附录	272
A. 常数和换算因数	272
B. 水蒸汽压	273
C. 平衡常数	275
D. 对数 (以 10 为底)	276
E. 原子量	278

化学实验室常用设备





棉皮塞



软木塞



塑料药铲



漏斗



铍刀



弹簧夹



橡皮管



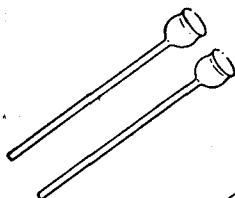
滤纸



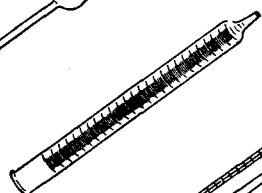
火柴



橡皮连接管

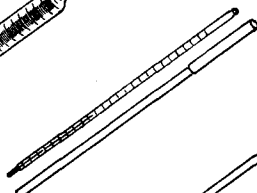


漏斗管

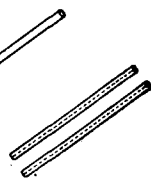


量气管

温度计连套



玻璃棒(30 厘米)



毛细管



试管夹



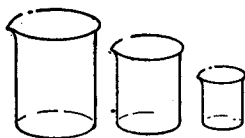
试管



表玻璃



橡皮淀粉



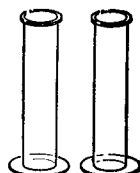
烧杯



药用滴管



广口瓶



无刻度量筒

常用仪器清单

石棉板	1 块	弹簧夹	2 只
烧杯 (30、50、100、200、600 毫 升)	各 1 只	集气槽	1 只
广口瓶 (1/3 升)	1 只	铁环 (8 厘米)	1 只
本生灯 (带鱼尾灯头)	1 架	铁架 (45 厘米)	1 个
毛细管 (25 厘米)	1 支	橡皮连接管 (5 厘米)	4 个
铁夹	1 只	橡皮淀帚	1 个
纱布	1 块	橡皮塞	
带盖坩埚 (00#)	2 套	8# 双孔	3 只
坩埚钳	1 把	5# 双孔	1 只
刻度量筒 (25 毫升)	1 只	4# 双孔	1 只
无刻度量筒 (125 毫升)	3 只	4# 单孔	1 只
蒸发皿 (00#)	1 只	1# 单孔	3 只
锉刀	1 把	橡皮管 (7 毫米)	60 厘米
滤纸 (9 厘米)	25 张	橡皮管 (5 毫米)	60 厘米
平底烧瓶 (125、300、500 毫升)		尺子 (15 厘米)	1 支
	各 1 只	药铲 (10 厘米)	1 只
漏斗 (65 毫米)	1 只	小木条	10 支
量气管 (50 毫升)	1 支	搅棒 (5 毫米 × 30 厘米)	1 支
玻璃片 (10 × 10 厘米)	3 块	试管 (16 × 150 毫米)	6 支
水平球管	1 个	试管 (25 × 200 毫米)	1 支
火柴	1 盒	试管刷	1 支
医药用滴管	1 支	试管夹	1 个
		试管架	1 个

温度计(-10 到 110°C)	1 支	抹布	1 块
漏斗管	1 只	表面皿(80 毫米)	1 个
铁丝三角	1 只	石棉网(10×10 厘米)	1 块
U 形管	1 只		

如果包括了定性实验, 应发给每个学生单独一套试剂, 各(试剂)装在 60 毫升滴瓶内。最好包括下列试剂: 6 M HCl 、 15 M NH_3 、 1.7 M 硫代乙酰胺、 $3\text{ M H}_2\text{SO}_4$ 、 $3\text{ M NH}_4\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2$ 、 2 M NaOH 、 $6\text{ M NH}_4\text{Cl}$ 、饱和 Na_2SO_4 、 2 M NaHSO_4 、 6 M HNO_3 。学生们也还需要一段 15 厘米长的镍-铬丝和一块加厚钴玻璃。再增加 12 支 13×100 毫米的试管是有好处的。

第一部分 化学实验技术

A. 安 全

化学实验室实际上并不是一个危险的场所，但它要求实验者谨慎小心地维护它的安全。在下面的段落中将讨论比较重要的注意事项。

眼睛的保护 眼睛很容易受腐蚀性化学药品和飞扬的碎屑的刺激而造成永久性的损伤。

要求每个学生自己准备一副防护眼镜（如果他平时不戴眼镜的话），并且他在实验室中要随时都戴着眼镜。

在进行危险性实验时，应小心地遵从一切操作指导，特别应当注意不要危及你附近的人，例如，当加热一支试管时，试管口不要指向任何人。如果有意外事故发生应当立刻报告教师。如眼睛受到伤害时，应当立刻用大量水冲洗眼睛，至少连续冲洗 10 分钟。如果没有洗眼器时，可用胶管连在水龙头上进行冲洗。一切受伤事故包括眼睛受伤都应该立刻送请医生治疗。

割伤和烧伤 极大部分实验室受伤事故是割伤和烧伤。如能遵守下列几条简单规则，所有这些事故实际上是可以避免的。

(1) 在发生任何受伤事故时，应当立刻报告你的教师处理。

(2) 在没有用水或甘油润湿玻璃管和胶塞塞孔之前，不要把玻璃管，特别是漏斗管插进塞孔。此外，一种聪明的防护措施是用

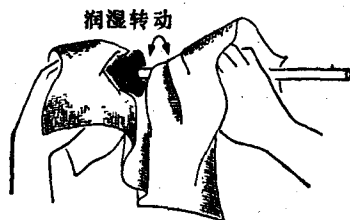


图 A.1

一块布把手保护起来，有如图 A·1 所示。为了减少玻璃的扭力，应该两手靠近。在来回转动胶塞的同时，使玻璃管缓缓地进入塞孔。在操作进行的过程中有时需要多次地润湿玻璃管。

(3) 当需要把玻璃管从胶塞或胶管中拔出来时，可先把胶塞与玻璃管之间撬开少许，并滴入少许水或甘油，然后扭脱胶塞。有时可能需要再次加入润滑剂。如果接头实在粘牢了，不要用力扭动，可用锋利的刀片把胶塞切开。

(4) 灼热的玻璃器皿绝不能放在工作台面上。应当把它放在一块石棉板上冷却。

(5) 灼烧后的玻璃管在未冷却之前，不要用手拿。遗憾的是，热的玻璃与冷的玻璃看起来是一样的；如果弄不清楚，可以用坩埚钳夹取。

(6) 使用破裂的玻璃仪器可能使一个实验报废。更坏的是会造成受伤事故。由于损坏的仪器最终总是要换掉的，应立刻把它丢弃，把它放在一只“废玻璃”箱中，而不要丢在废纸篓中。

有毒的化学药品 你将使用的化学药品大多数在一定程度上是有毒的。很清楚的一点是，除非是专门指定你去做，否则绝不应该用口尝试化学药品。不过在实验室中有很多容易中毒的途径。其中之一是吸入有毒的蒸气。在进行有毒蒸气的试验时，应

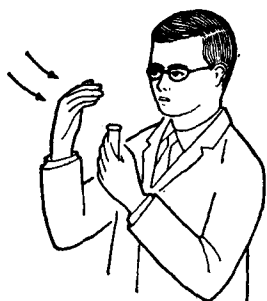


图 A·2

小心地在通风橱中进行。即使是象四氯化碳、苯和汞等这样常见的物质都是有毒的和具有潜在的危险性。不要长时间接触这些液体和它的蒸气。由于加热有利于蒸气状态，这些和其它有毒液体只能在通风橱中加热。

有时会要你直接试验一种物质的气味。正确的方法是把少量蒸气扇向你的鼻

子,如图 A·2 所示。不能把你的鼻子伸向试管并直接从试管口吸入蒸气。

一种常常被忽视的可能的中毒危险是通过手的污染。某些毒物,如苯可迅速地通过皮肤而被吸收。所有的毒物都可能沾在手上,而最后进入口中。故在手接触过危险化学药品之后,必须把你的手立刻彻底洗净,还应当养成在离开实验室之前洗手的习惯。

脚上穿的鞋 在实验室中不能穿拖鞋,最好穿硬面的鞋。

基本注意事项 很小心地遵守一切实验指导,尤其是在危险条件下要进行的那些实验。不要进行任何未经许可的实验。如果你想改变实验条件或增添实验内容时,应首先向教师请示并取得他的许可。对于有不负责任行为的学生应立刻把他驱出实验室。

在使用化学试剂时,应对标签作两次核验借以弄清楚你没有用错药品。从这样的错误上往往会造成严重的爆炸。

在实验室内不允许吸烟。

B. 结果的记录

化学研究工作者把他的记录本看作是他的最珍贵的财产之一。在记录本中总结了他所做的工作和所得到的结果。丢失了记录本可以看成是一场灾难。此外,应该把实验记录本保存起来,这在将来对它的作者本人或其他化学家都将是有价值的。

在本课程中,要求你把你的实验数据记录在实验手册中。一经得到实验数据就应立刻把它们记录下来。至于是用铅笔记录还是用钢笔记录可向教师请示。书写应该简明和清晰。定性数据和定量数据具有完全同等的重要性而不应加以省略。记录下少数几个关键性的字或画一个草图往往就够了。在记录定量数据时要确知这些数字已标明的单位和所测量的性质。要严格注意有效数字,使这些数字能够成为最佳的数值。