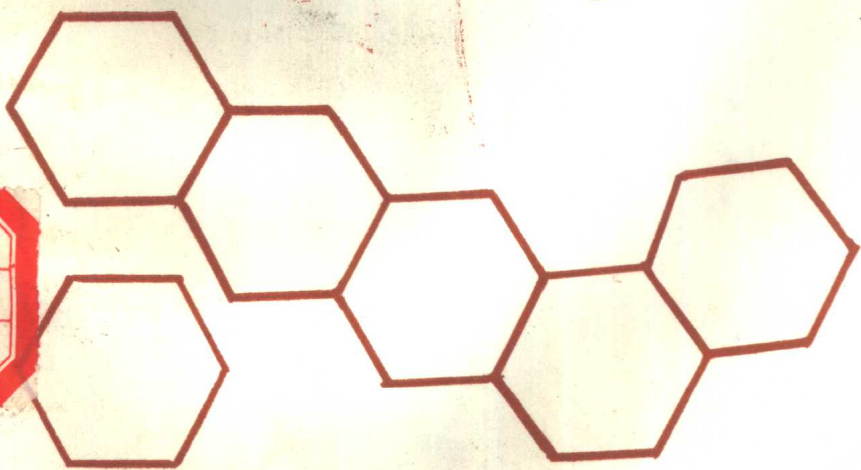


普通化学 实验

朱炳林 主 编
刘艳芳 付主编



北京理工大学出版社

普通化学实验

朱炳林 刘艳芳
古喜增 李存理 李玉石 编

北京理工大学出版社

内 容 简 介

本书是高等工科院校普通化学实验的教材。

该书由三部分组成：第一部分为实验的基本知识与基本操作；第二部分为物质的性质、测试实验和能力训练实验；第三部分为常用的物理化学数据和微机处理程序。书中的二十一个实验既保留了经典的物质性质或测试实验，又增加了反映工科专业特点，结合生产、生活实际的应用性实验，每个实验在操作训练和能力培养上都有所侧重。

本书除可作为高等工科院校非化工类专业化学实验教材外，亦可作为某些选修课的实验教材或参考书。

普 通 化 学 实 验

朱炳林 主 编

刘艳芳 副主编

北京理工大学出版社出版

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

北京密云华都印刷厂印装

787×1092毫米 32开本 7.125印张 152千字

1988年12月第一版 1988年12月第一次印刷

ISBN 7-81013-155-9/O·30

印数1—3500册 定价：1.15元

前 言

根据工科专业对普通化学课的基本要求，在原北京工业学院普通化学实验教材的基础上，总结了几年来改革实验教学的经验，结合工科专业的特点，编写了这本《普通化学实验》。

在编写过程中，本着打好基础、精选内容、拓宽知识面、培养能力的原则，力求突出以下几个方面：

1. 密切配合普通化学的理论教学。对重要的理论和基本知识都配有相应的实验内容，以加深理解，培养理论联系实际的能力。实验内容中除有基本原理与基本性质的实验外，还编排了一些测定物化常数及化学基本参数与物质量的实验。

2. 实验内容的筛选既强调其科学性，同时又注重与工科专业结合的特点，并适当安排了某些应用性和趣味性的实验。尤其是围绕工业用水和生活用水的处理、净化、测试等，安排了几组实验，可根据需要进行选择。

3. 着重能力的培养。能力的培养贯穿于实验教学各个环节。实验课应着重培养学生运用理论知识分析问题和解决问题的能力。在内容安排上，加强了基本操作与实验技能的培养和训练，让学生有较多的反复练习的机会，对重要的常用仪器，如电光天平、pH计、电导率仪、721型分光光度计等都安排有再次练习的实验内容。此外，还增加了离子选择电

板、通用离子计和自动电位滴定计的使用，以便进一步开拓视野，提高实验技能和素质。

4. 运用启发式教学。除必做的实验外，还安排了许多选做或设计实验，最后还有综合能力训练实验，以利于实验技能综合性训练。对反应特征及结果一般不加描述，以利于培养学生的观察、分析和判断能力，并在此基础上让学生在查阅有关实验原理和仪器说明书的基础上，能独立进行实验。

5. 引入微机处理。随着微机的普及，在测试实验中编有微机处理程序，使学生能与微机进行简单对话，利用微机进行数据处理和操作，同时也便于教师辅导与检查。

参加本书编写的有朱炳林（实验一之前的叙述部分、实验一、二、四、五、十六、十八、十九及附录）、刘艳芳（实验三、六、七、十一、十二、十三、十七、二十、二十一），古喜增（实验八、九、十），李存理（实验十三（五）、十四、十五），微机程序由李玉石设计。最后由朱炳林（主编）和刘艳芳（副主编）定稿。

全书由李滔滔副教授主审，对实验内容提出了许多宝贵的意见与建议。蓝其发副教授亦提出了不少宝贵意见，在此一并谨致谢意。

由于编者水平所限，书中难免有不少缺点、错误，敬请读者批评指正。

编者 一九八八年三月

目 录

普通化学实验的目的	(1)
怎样做好普通化学实验	(2)
实验室规则	(3)
实验室安全守则	(4)
实验室意外事故的处理	(5)
实验及计算中的有效数字	(7)
测试实验中的误差	(10)
普通化学实验基本操作	(13)
实验一 电光天平的使用	(23)
实验二 摩尔气体常数的测定	(31)
实验三 硫酸亚铁铵的制备	(36)
实验四 反应速度常数及活化能的测定	(39)
实验五 化学平衡常数的测定	(45)
实验六 化学反应焓变的测定	(49)
实验七 醋酸电离常数的测定	(54)
实验八 电离平衡与沉淀反应	(63)
实验九 电导法测定氯化银的的溶度积	(67)
实验十 原电池电动势的测定及电极电位的应用	(71)
实验十一 金属的腐蚀与金属的氧化处理	(77)
实验十二 塑料的光亮镀镍	(83)
实验十三 水的净化与水质检测	(88)
一、水的净化	(88)
二、测定水的纯度	(93)

三、测定水的总硬度	(97)
四、光度法测定水中硫酸根离子的含量	(102)
五、测定水中氯离子的含量	(108)
实验十四 无机化合物 (一)	(119)
实验十五 无机化合物 (二)	(121)
实验十六 含铬废水处理及铬 (VI) 含量的测定	(125)
实验十七 配位化合物	(132)
实验十八 有机基本反应与高分子合成	(139)
实验十九 蛋白质和酶	(149)
实验二十 综合能力训练 (一)	(156)
实验二十一 综合能力训练 (二)	(158)
测试实验微机处理程序	(161)
附录一 常见物质在水溶液中的电离常数	(176)
附录二 常见无机化合物的溶解度	(182)
附录三 溶度积常数	(194)
附录四 标准电极电位	(201)
附录五 配位离子的稳定常数	(211)
附录六 不同温度下水的饱和蒸气压	(216)
附录七 化学试剂的规格	(219)

普通化学实验的目的

普通化学是一门实验性较强的学科。实验是普通化学课程的一个重要环节。其目的有：

1. 巩固和充实课堂中所学的知识，训练理论联系实际、分析问题、解决问题的能力。

2. 培养学生正确掌握必要的实验方法与测试手段，正确使用常用仪器，初步掌握精密仪器（如电光天平、酸度计、电导率仪、分光光度计、离子计、自动电位滴定计等）的使用，从而获得准确的实验数据和结果。

3. 逐步培养学生独立思考和独立工作的能力。根据所学理论知识，能自己设计实验，独立完成实验，学会观察实验现象，分析实验结果，合理的数据处理直至结论与解释的科学思维方法，以及培养撰写实验报告的能力。

4. 培养学生具有实事求是的科学态度，忠于所观察到的客观现象，养成严肃、认真、细致、整洁等科学作风，为逐步掌握科学研究方法奠定良好的基础。

怎样做好普通化学实验

首先要求同学必须有正确的学习态度和方**法**，同时还必须认真完成以下三个步骤：

1. **预习** 为了使实验能获得良好的效果，实验前要认真地进行预习。首先仔细阅读实验教材和教科书上的有关内容，认真收看实验录相并作必要的记录，明确实验目的，了解实验内容、操作步骤及主要的注意事项，并预测实验现象。然后写出简明的操作步骤，查出与实验有关的数据，列出所需的记录表格。

对于设计实验，则应事先拟出实验方案，列出所需仪器和药品，并估计大致用量及实验步骤，预测可能发生的现象。

最后，还要回答实验前的思考问题。

2. **实验** 根据书上所规定的方法、步骤与试剂用量进行操作。只有认真准确地操作才能获得准确的结果。对于基本操作要反复练习。要深入分析实验中所产生的现象与结果。若不能获得预想的结果，在认真分析原因后，再重做实验。

实验中应保持肃静，遵守实验室规则，注意安全。

3. **实验报告** 完成实验后，在指定时间内按要求作好实验报告，交指导老师审阅。写实验报告应尊重客观事实，如实记录现象与数据，合理取舍有效数字，简要地运算并得出正确的结论，将所得数据与理论值进行比较，分析产生误差的原因。

实验室规则

1. 实验过程中要求正确操作，仔细观察，深入思考，要有实事求是的科学态度。

2. 不许高声谈话，戏笑打闹，保持实验室的安静。

3. 注意安全，爱护仪器，节约药品。使用精密仪器时，必须严格按照操作规程进行，如发生故障应及时报告指导教师。

4. 酸及易腐蚀金属的药品、固体物质、有毒物质、废纸等应倒入废液缸内，不得倒入水槽，以防腐蚀、堵塞水管和污染环境。

5. 按规定取用药品，从试剂瓶中取出的药品不可再倒回瓶中，以免带进杂质；取用药品后应立即盖上瓶塞，防止盖错而沾污药品，并及时放回到药品架上。

6. 实验结束后，将玻璃仪器洗刷干净，放回原处，整理好药品架与实验台面，打扫卫生，关好窗户、水电煤气闸门。

实验室安全守则

注意安全才能做好实验。发生事故不仅使国家财产受到损失，还会损害个人健康和危害别人。所以，首先应在思想上重视安全工作，另外，在实验前应了解仪器的性能、药品的性质及注意事项。实验中要精神集中，严格遵守操作规程，认真仔细地操作和观察现象。若发生事故应立即采取紧急措施（见后）。为此，实验者应遵守如下的安全守则：

1. 易燃物质的实验应远离火源，而且不能直接用火加热；有毒或有刺激性气味物质的实验都应在通风橱中进行。

2. 加热试管时应将管口指向无人的地方，不能对着管口观察加热的液体。

3. 使用浓硝酸、浓硫酸等腐蚀性药品时应格外小心，防止溅到皮肤或衣服上。加浓硫酸或稀释时，应将浓硫酸慢慢地注入溶液或水中，并轻轻搅拌。

4. 闻气味时应用手轻轻地把少量气体煽向自己，不能用鼻子直接去闻瓶口或试管口逸出的气体。

5. 酒精灯和煤气灯应随用随点。使用完煤气灯后，或遇到临时煤气中断供应时，应立即关闭闸门。

6. 自拟实验或改变实验方案必须经指导教师批准后方可进行，以免发生意外事故。

7. 实验室内禁止饮食。实验完毕后将手洗净，方可离开实验室。

实验室意外事故的处理

1. **划伤** 在伤口处抹上紫药水，再用纱布包扎。
2. **烫伤** 在伤口处抹烫伤药或苦味酸溶液揩洗伤口，或用浓高锰酸钾溶液润湿伤口，小面积轻度烫伤抹肥皂水即可。
3. **酸碱腐伤** 先用水冲洗。酸腐伤后用饱和碳酸氢钠溶液或氨水洗；碱腐伤后用2%醋酸洗，最后用水冲洗。若强酸强碱溅入眼内，立即用水冲洗，然后相应用1%碳酸氢钠溶液或1%硼酸溶液洗。
4. **溴灼伤** 立即用大量水冲洗，再用酒精擦至无溴存在为止；或用苯或甘油洗，然后用水洗。
5. **磷灼伤** 用1%硝酸银、1%硫酸铜或浓高锰酸钾溶液洗，然后包扎。
6. **吸入溴蒸气、氯气、氯化氢** 可吸入少量酒精和乙醚混合气体。吸入少量上述气体时可用碳酸钠溶液漱口。
7. **毒物进入口内** 立即催吐(服用约30克硫酸镁溶于一杯水中的溶液)。有时也可用手指伸入喉部促使呕吐，然后立即送医。
8. **触电** 遇有触电事故首先切断电源，必要时进行人工呼吸。
9. **火灾** 如因酒精、苯或醚等引起着火时，应立即用湿布或砂土等扑灭；如火势较大，可使用 CCl_4 灭火器或 CO_2

泡沫灭火器，但不可用水扑救，因水能和某些化学药品（如金属钠）发生剧烈的反应而引起更大的火灾。如遇电气设备着火，首先切断电源，然后使用 CCl_4 灭火器灭火。

实验及计算中的有效数字

为了获得准确的实验结果，不仅要准确地进行测量，而且还要正确地记录和计算。记录的数字不仅表示数量大小，而且还反映出测量的准确程度，也就是说要正确地写出有效数字。所谓有效数字就是实际能得到的数字，其位数应由测量方法和仪器的精度来决定。任何测量的准确度都是有限的，我们只能以一定的近似值来表示这些测量的结果。如果任意地将近似值保留过多的位数，反而会歪曲测量结果的真实性。例如从滴定管里取液体，可估计到 0.01cm^3 ，若该数是 24.32cm^3 ，表示分析者对24.3是肯定的，只有0.02是可疑的，可能是24.31，也可能是24.33，它的有效数字是四位。这就是说，测量结果除最末一位数外都是准确知道的，唯有最末一位是可疑数。上述滴定管读数既不能写成24.320，它夸大了实验的准确度，也不能写成24.3，它缩小了准确度，读数过于粗糙。

“0”可以是也可以不是有效数字而只表示位数。如101，20.28，1.10100，这里所有的0都是有效数字，则它们的有效数字分别是三、四和六位。又如 $0.0020\text{mol}/\text{dm}^3$ 中，前面三个0都不是有效数字，只与所取单位有关。这就是说，“0”在数字前面不是有效数字，在数字中间或末尾才是有效数字。那末3000是几位有效数字呢？这就要查明这个数的来历，如果数中的三个0是指个位、十位和百位上的数都

真的为零，其有效数字为四位，如果仅表示数字“3”是在千位上，它的有效数字便只有一位了。所以3000这种写法不妥，应采用变换单位或将数写成 $a \times 10^n$ 的形式，便可避免上述含混的情况。如 $3.00 \times 10^3 \text{J}$ 则表示有三位有效数字，3.0 kJ则表示有两位有效数字。

在计算中，有效数字的取舍也是十分重要的。有效数字的计算原则是：

(1) 记录数据时，只保留一位可疑数字，其后的数采用四舍五入法。

(2) 加减时其和或差的有效数字的保留应与各数中小数点后位数最少的相同。例如 $21.32 + 0.0083 + 1.532$ 应写成 $21.32 + 0.01 + 1.53 = 22.85$ 。

(3) 乘除时保留位数应以有效数字位数最少者为准，所得结果的准确度不应大于准确度最小的那个数。例如：

$$\frac{34 \times 0.001453 \times 21.45}{1.574} = 0.6732356$$

从计算器算出的这些数不能都取，应取0.67，因为上述各数中34有效数字只有两位，准确度最小。

(4) 在分析滴定时，常遇到一些分数，如某物质的量是其摩尔质量的 $1/2$ ，或从 100cm^3 试液中吸取 10cm^3 ，即吸出 $1/10$ ，这里的“2”、“10”都可看成是足够有效，而不能根据它们只有一位或两位数影响计算结果的有效数字位数。

(5) 在计算平均值时，若四个以上的数相加平均时，平均值的有效数字可增加一位。

(6) 若某一数据的第一位有效数字是8或9时，有效数

字的位数可多算一位。如8.15可看作四位有效数字。

(7) 对数运算时，所取对数位数与其真数的有效数字位数相同。如 $\lg 3.25 = 0.5119$ ，应写成 $\lg 3.25 = 0.512$ 。

测试实验中的误差

一、误差及其产生的原因

测试分析的结果与真实值之间的差值称为误差。根据误差的性质与产生的原因，误差可分为以下三类。

1. **系统误差** 系统误差也称固定误差，它是由于测试过程中某些经常发生的原因造成的。例如仪器上的刻度未加校正，试剂不纯，封闭系统漏气，观察指针时总是习惯地把头偏向某一侧等原因都可产生这类误差。在同一条件下，重复测量时会重复出现，误差的正负符号相同，误差大小往往可以估计，并可设法减小或加以校正，如通过对照试验、空白试验、校准仪器等措施来消除或减弱。

2. **偶然误差** 偶然误差也称不可测误差、无规误差或随机误差。它是由于偶然的因素或不可控制的变量的影响所产生的。这种误差可使实验结果偏大或偏小，而且几率相等。如实验条件（温度、压力等）的涨落，实验者在估计仪器上最小分度的分数时会产生时而偏大时而偏小等情况，都足以产生这类误差。随着测量次数的增加，偶然误差的算术平均值将逐渐接近于零。因此多次测定结果的平均值更接近于真实值。实践证明，在测定次数较少时，偶然误差随测定次数的增加而迅速减小。当测定次数大于10时，误差已减少到很不显著的数值。所以，一般测定中，测定十个试样也就足够了。