



化学基础

实验室实验

[美] E·R·图恩 合著
(日)·埃立斯

罗伯儒等译 吴自慎等校

文化教育出版社

化 学 基 础

实验室实验

[美] E·R·图 恩 合著
G·L·埃立斯

吴自慎等译 宁远谋等校

文化教育出版社

内 容 简 介

本书是根据美国 E. R. 图恩和 G. L. 埃立斯合著的“《化学基础》实验室实验”译出的。《化学基础》是美国高级中学比较广泛采用的化学教科书之一,该书已分为三个分册译出,并已由文化教育出版社先后出版。本书配合《化学基础》的二十一章内容编了传统的和有一定独创性的化学实验六十七个。著者为了强调细心观察和准确量度对学习化学的重要意义,也为了使学主熟悉研究化学的科学方法和更好地培养学生的化学实验技能,他们把重点放在定量实验上。著者针对中学化学实验室设备的不同情况,采用了一些灵活的措施。阅读本书可以开阔我们的眼界,活跃我们的思维,这对我国中学化学实验教学的改进有一定的帮助。本书对中学化学教师,师范院校化学系师生和大学化学基础课程师生都有一定的参考价值。

化 学 基 础

实验室实验

E. R. 图恩
(美) G. L. 埃立斯 合著

吴自慎等译 宁远谋等校

文化教育出版社出版

新华书店北京发行所发行

北京市大兴县印刷厂印

*

开本: 787×1092 1/32 印张 17.25 插页 1 字数 356,000

1982 年 1 月第 1 版 1983 年 2 月第 1 次印刷

印数 1—14,000

书号 7057·054 定价 1.35 元

出版者的话

本书是根据美国 E. R. 图恩和 G. L. 埃立斯合著的“《化学基础》实验室实验”译出的。《化学基础》是美国高级中学比较广泛采用的化学教科书之一。该书已由华中师范学院化学系几位同志合作译出，并由文化教育出版社分为三个分册先后出版。著者配合这本教科书还编有“实验室实验”“教学指导书”和“试题”，从而使它成为一整套教学用书，供教师采用。为了使我国读者能更多地了解美国中学化学教学各方面的情况，并为了表明本书是《化学基础》这套书的一个组成部分，故作为该套书的第四分册译出，供读者参考。

著者配合《化学基础》的二十一章内容，在本书中编有传统的和富有一定独创性的学生实验六十七个，其中绝大部分是定量实验。因为著者认为，在化学实验中，细心观察和准确量度是十分重要的。通过对这一实验手册的研究，可以知道，这些中学化学实验教学内容，不仅起着验证课堂教学中所讨论的课题的作用，更多的是起着补充丰富课堂教学的作用，有些则更提出了较高的要求，要学生通过对实验得出的数据的分析和解释，归纳出可以作为统一原理和概念基础的关系、趋势和规律。他们认为，只有这样才能更好地使学生熟悉研究化学的科学方法和科学态度，并借以培养学生的化学实验技能。根据我国中学化学实验设备的实际情况，目前要进行本书中的许多实验是有一定困难的。但阅读本书能开阔我们的

眼界,活跃我们的思维,对我国中学化学实验教学的改进可以有一定帮助。本书对中学化学教师、师范院校化学系师生和大学化学基础课程师生,都有一定的参考价值。参加本书翻译工作的有华中师范学院化学系的吴自慎、罗伯儒、宁远谋、陈怀清、罗懿、戴志松、唐开清、古连泉等同志;负责校订工作的有宁远谋、张泽湘、吴自慎等三位同志。

目 录

出版者的话	1
原书序言	1
实验课导言	7
实验	
1-1 混和物的分析	29
1-2 量度——定量化学的基础	36
2-1 混和物组分的分离、提纯和鉴定	49
2-2 未知气体的分子质量	60
2-3 阿佛加德罗数的估算	66
2-4 摩尔——一种化学单位	75
2-5 化合物的合成及其组成	82
2-6 酸类和碱类的性质	90
3-1 分解反应中的摩尔关系	101
3-2 在沉淀反应中的摩尔浓度和摩尔关系	105
3-3 沉淀反应——净离子方程式和一般溶解度规则	112
3-4 在“置换”反应中的摩尔关系	121
3-5 酸-碱反应中的质量关系	125
3-6 重量分析: 银试样的百分纯度	130
3-7 容量分析: 银在未知试样中的百分数	137
4-1 压强变化对气体体积的影响	143
4-2 温度变化对气体体积的影响——绝对零度的测定	147
4-3 温度变化对气体压强的影响——绝对零度的测定	153
4-4 理想气体常数	157
4-5 气体的摩尔体积	171
5-1 一个电子所带的电荷(演示)	177

5-2	焰色试验	184
5-3	原子中电子的跃迁: 原子发射光谱	191
6-1	用类比法显示电子在原子中的分布几率	196
7-1	物理性质、化学性质和原子性质的周期性	202
8-1	分子和多原子离子的形状	214
8-2	原子的键合能力和杂化键的方向性	221
9-1	聚集体的性质	228
9-2	立方晶系的金属晶胞	238
10-1	冰的摩尔熔化热	246
10-2	在相变过程中的能量变化	252
11-1	反应热的加和性	260
11-2	热化学: NH_4Cl (固)的生成焓	267
12-1	影响化学反应速度的因素	274
13-1	化学平衡和勒沙特列原理的应用	283
14-1	溶质、溶剂和溶液	290
14-2	水合物的分解、形成和反应	299
14-3	化学指示剂的制取和使用	305
14-4	用凝固点下降法(质量摩尔浓度)测定硫的分子质量	310
15-1	布朗斯特酸和碱的相对强度	317
15-2	起布朗斯特酸和碱作用的离子	324
15-3	弱酸和弱碱溶液中的平衡——缓冲溶液	333
15-4	酸溶液和碱溶液的制备和标定	338
15-5	商品的容量分析: 食醋, 家用氨水, 抗酸剂和不纯的邻苯二甲酸氢钾	347
15-6	醋酸的离解常数	358
15-7	当量和当量浓度——测定未知酸的当量	368
15-8	应用 pH 计进行仪器分析	376
16-1	有关形成弱离解分子型物质的反应	382
16-2	沉淀的形成和溶解	387
16-3	分步沉淀: 微溶银化合物的形成和溶解	394

16-4	应用吸附指示剂分析未知氯化物	401
16-5	定性分析	408
17-1	各种氧化剂的相对强度	419
17-2	氧化-还原反应	427
17-3	氧化-还原分析	434
17-4	电化学电池	443
17-5	电解池	452
18-1	卤素的性质	463
18-2	氮的化合物	469
18-3	硫和硫的化合物	477
19-1	钙和钙的化合物	487
19-2	水的总硬度: 络合滴定法	492
20-1	一些有代表性的有机化合物	498
20-2	肥皂和合成洗涤剂的制法和性质	504
20-3	合成橡胶	510
20-4	聚合反应	514
21-1	放射性	522
附录 1	化学中的数学运算	531
附录 2	常用表	534
实验室仪器		543
元素周期分类表		545

原书序言

本手册所提供的实验室活动,是《化学基础》课程的核心。这些活动使本课程具有生动活泼的特质,并为学生提供了化学知识的一般基础,许多有意义的课堂讨论,正是集中地围绕这些化学知识而进行的。教科书中的每一章至少与这一手册中一个实验室活动是密切相关的。这本手册包括有独创的和传统的各种各样的实验,这些实验都是作者及其同事们在课堂教学中用过多年的。学生们感到这些实验是有趣的,有启发的和有教益的。

本手册的重点是放在得出数据的实验上。当分析和解释这些数据时,就能显示出重要的关系、趋势和规律,它们可以用来作为提出统一的原理和概念的基础。在某些情况下,可以指导学生去汇集他们的数据,使他们能由此导出有根据的初步结论。在使用这个方法不很切合实际的场合,就告诉学生,可以假定他的数据是从大量观察结果获得的,是有代表性的,可以从而得出初步的结论。

许多实验是这样设计的,就是让学生可以在对所研究的概念进行课堂教学之前进行。这样安排具有下述优点,就是使学生进行实验时,对他来说,有一种新发现的感觉。在发现规律、趋势和原理的过程中,学生也可以学到作为重要化学基础的描述性化学的许多事实,同时也有助于给课堂教学以

更丰富的内容。

广泛选取定量实验是为了强调细心观察和准确量度的重要性。学生进行这些实验后，当他把他的实验结果与正确数值进行比较时，可为评价他的实验室技能提供机会。

每个实验都通过下列要点予以描述：

(1) 简短的“概述”，它用来提供与实验有关的基础知识，并为实验步骤作出安排。

(2) 扼要地阐明的“实验目的”，它有助于学生集中思想于实验室的工作。

(3) 明确的“实验步骤”，它将有效地帮助指导学生并帮助他们达到他们的实验目的。

(4) 仪器和实际装置的清晰的插图。

(5) 实验所需“仪器和药品”的目录，这些仪器和药品是可以在实验课时之前就准备好和陈列好的。

(6) 组织得很好的数据表，这是按所要记录的数据和进行计算的逻辑顺序编成的。

(7) “补充论述”节，目的是帮助学生理解实验结果和进一步提出或说明某一概念的应用。

(8) 包括指导和提问的“练习问题”，目的是帮助学生把与实验有关的各种概念和原理应用于新的场合来估计他对实验工作的理解。

许多实验还包括有“进一步的实验”部分。在这一部分中，为可扩展型的实验作出某些补充或进行在原理上与原有实验有关的实验提出建议。为这些补加的实验所作的说明极简，为的是使有兴趣的学生有充分的机会去运用他的想象力和创

造性来制定操作步骤和数据表。

许多实验包括有两个或更多的部分。每个部分能够在 50 分钟时间内完成。有些部分需要的时间更短。本手册所包括的实验总数比任何班级在一年内能完成的要多一些。由于各实验在深度方面有很大的不同，因而这本手册可适用于任何学化学的学生。这本手册所包括的实验的数目、广度和深度使教师有很大的活动余地为他的特定的班级进行选择。

这本手册第二版所列实验的次序已按《化学基础》第二版的章节次序进行了调整。由于许多实验的方法已经改变，因此学生不能事先做出或查找实验课题的答案。例如，在实验 5-1 中给予学生一系列未加鉴别的但编了号码的布朗斯特酸和碱，要求学生根据它们起反应的相对强度按序排列。

只要可能，论述部分总是用来按照逻辑方式把若干实验联系起来。例如，在实验 2-2 中，是用阿佛加德罗原理去测定一种未知气体的分子质量。紧接着的两个实验，学生可以从得出阿佛加德罗数的值，然后用这数值进行所要求的计算。为了避免浪费高价的材料，学生在实验 3-6 和 3-7 中分析的银，是在实验 3-4 中制得的。

在第一版中出现过的某些较长的实验已经作了修改，并分为两个独立的实验。例如，在第一版中的关于化学平衡的实验 14-1，在第二版中已分成两个实验：13-1（化学平衡）和 16-2（沉淀的形成和溶解）。

教材的第二版中已不再出现当量、当量浓度和胶体的概念。但是有些教师认为这些概念应保留在基础教材中，为此，这里安排了两个实验用来介绍它们。这些就是实验 15-7 和

16-4。大量原有的实验都作了改动，目的是为了改进实验的效果。此外，增加了 17 个新实验，它们是：

实验 2-1 混和物组分的分离、提纯和鉴定

实验 2-3 阿佛加德罗数的估算

实验 3-3 沉淀反应——净离子方程式和一般溶解度规则

实验 4-2 温度变化对气体体积的影响——绝对零度的测定

实验 5-1 电子所带的电荷

实验 7-1 物理性质，化学性质和原子性质的周期性

实验 8-1 分子和多原子离子的形状

实验 10-1 冰的摩尔熔化热

实验 11-2 热化学： $\text{NH}_4\text{Cl}(\text{固})$ 的生成焓

实验 14-1 溶质，溶剂和溶液

实验 14-4 用凝固点下降法测定硫的分子质量

实验 15-1 布朗斯特酸和碱的相对强度

实验 15-5c 抗酸剂的分析

实验 15-7 当量和当量浓度——测定未知酸的当量

实验 16-3 分步沉淀：微溶银化合物的形成和溶解

实验 16-4 应用吸附指示剂分析未知氯化物

实验 19-2 水的总硬度：络合滴定法

作者愿意向阿卡狄亚、加利福尼亚高级中学的罗素·博维先生表示真诚的感谢，他对第一版提出了详尽的意见，并且建议、修改和试验了许多实验的操作方法，这些操作方法已体现在第二版中，这是原来《化学基础》纲要中所没有的。我们

也衷心感激地收到来自洛杉矶瓦利大学化学教授埃法玛丽娅·朱可林科博士、洛杉矶瓦利大学化学教授威廉·拿阿先生、洛杉矶瓦利大学化学系主任威廉·海力斯博士以及我们的校订者，麻萨诸塞安多浮菲立普斯学院的前化学主任埃尔伯特·C·威弗尔的许多有益的建议。

学生用仪器

每个实验台应有的用品清单：

硬质玻璃试管(6" 六支, 3" 六支, 8" 一支)

50 毫升、150 毫升和 250 毫升的烧杯各一

125 毫升和 250 毫升的锥形瓶各一

500 毫升的平底烧瓶一

表玻璃一

玻璃片 4—6 块

搅棒一

25 毫升和 100 毫升的量筒各一

漏斗一

广口瓶 4—6 个

蒸发皿一

带盖瓷坩锅一

铁环和铁架台(通常放在桌面上或橱中)一

石棉网一

试管夹一

试管架一

试管刷一

泥三角一

本生灯和翼状灯头各一

坩埚钳一

医用滴管一

长颈漏斗一

镊子一

火柴

石蕊试纸(蓝色和红色)

漏斗架一

滴定管夹(单管的)一

实验课导言

实验和观察是化学知识的主要源泉。事实和原理是在实验中发现的，概念和理论是在实验室中研究和试验的。本手册的实验是用来阐明、实现和扩展你的教科书中讨论的和你的教师上课时所讲的概念和原理。有些实验是为了在你接触教科书中的某些事实和原理之前，让你自己有机会发现它们。所有的实验都需要细心的观察。其中许多实验是定量的，需要在限定的条件下进行细心的量度。

实验室活动是你的化学课程的一个重要部分。实验研究所提供的数据可以用来验证、修改或发展化学理论。实验室活动可以对这一课程起许多作用。它们将被用来：

- (a) 提供可作为导出和探讨理论原理基础的数据，
- (b) 回答和解决讨论课上提出的问题和难题，
- (c) 验证在课堂上讨论的论点和规律，
- (d) 使你认识和熟悉实验仪器、实验技能和化学物质的性质，
- (e) 概括和给出概念的含义。

不论它们的作用是什么，你的实验室经验的价值和成就在很大程度上取决于你对实验的准确量度、你的细心观察和小心地控制条件的能力。

虽然实验室操作步骤讲得十分清楚，但是在试图解释你

所得到的观察和试验的结果时，你将有充分的机会来运用你的独创性和想象力。此外，有些人可能想设计一些实验来研究自己所想到的或本书为进一步实验而提出的其它问题和概念。你应当为这种实验准备好一个提纲，把它交给你的教师，他将帮你检查并提出意见。

你将会发现，实验室工作既是有趣的，也是有教益的。你从中能得到多大好处大部分取决于你的态度。遵守如下的总建议将保证使你从实验室经验中得到极大的好处。

总建议

1. 在进行每个实验室活动之前，应当阅读和钻研所要进行的实验内容。对有关的实验目的和实验步骤如果有什么疑问，可以向教师请教。细心地记下你所需要的仪器药品。因为时间有限，应有计划地组织好你的实验工作，以便最有效地进行操作。

2. 按照你的教师的指示准备你的实验报告。在你的实验工作开始以前，必须准备好资料记录单，它至少应包括以下几个部分：

(a) 日期

(b) 实验名称

(c) 划出象本书中那样的按逻辑顺序编排的数据表，其中包括完成实验所必需的全部量度、计算或参考项目。切不要把任何数据写在本书的表中。它们仅仅是作为你准备实验报告的示范而编在这里的。

3. 用圆珠笔或其它笔记录全部数据。不要把任何数据记录在小纸片上。如果有一项写错了，可以划一条线把它去

掉。在数据表下面示范计算的标题下，只要举出表中所列各种不同计算项目中的一种数学计算。不要列出任何普通算术式子。全部计算都应当合适地采用换算因子(因子标记法)，标出全部单位，并遵循有效数字的规则。对每一实验的所有的问题都应作出圆满的回答。拟订这些问题是为了强调与实验有关的一些重要概念，并帮助你解释和总结这些实验结果。由于教科书与实验手册是密切配合的，因而你应该象查阅其它参考书一样查阅教科书，以便掌握与实验课题有关的更多的资料。

实验室管理规则

1. 要始终保持认真负责的态度。在实验室内打闹是危险的。在这里不得高声谈话。在实验室内的全部时间都要进行思考。

2. 按照教师的指示清除废弃的化学药品。腐蚀性液体应予以中和，并用大量的水冲洗水槽。不要把任何固体、纸屑或火柴丢进水槽。

3. 取用药品材料时只取用该实验真正需用的数量。对大多数试管反应来说，2 或 3 毫升就足够了。

4. 把试剂瓶放回到它们的固定位置上，但是，切不可把任何多余的化学药品放回到试剂瓶内。

5. 如果你对任何实验步骤有疑问，询问你们的教师。

6. 实验课时快结束时，应把实验台收拾清洁。把全部借用的设备归还储藏室或放回供应架。

7. 离开工作地点前，应查看气门和水龙头是否已经关好。