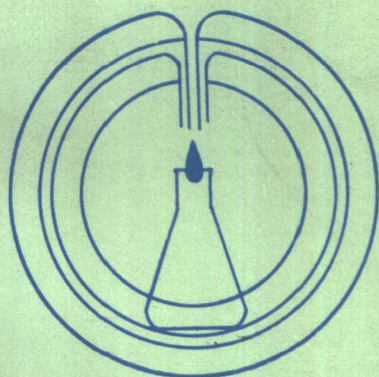


基础化学实验大全

IV

物理化学实验

〔日〕赤堀四郎 木村健二郎 主编



科学普及出版社

基础化学实验大全Ⅳ

物理化学实验

[日]赤堀四郎 木村健二郎 主编

朱洪法 译

科学普及出版社

内 容 提 要

本书包括溶液、胶体、酸碱盐、化学平衡和反应速度、氧化和还原、热化学、电化学、光化学、物性等九章。内容丰富翔实,既有科学性,又有趣味性;既有实验原理、方法,又有实验示例;既是教材,又是参考书(对不同对象而言);既可作为学生的实验教材,又可作为老师的实验指导,对化学或化工研究单位的有关人员亦有参考价值。

(京)新登字 026 号

化学实验事典

赤堀四郎 木村健二郎 監修

講談社 1973

* * * *

基础化学实验大全Ⅳ

物理化学实验

[日]赤堀四郎 木村健二郎 主编

朱洪法 译

责任编辑: 刘 渔

胡 萍

封面设计: 马明扬

技术设计: 郑爱华

*

科学普及出版社出版(北京海淀区白石桥路32号)

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

北京市朝阳区小红门印刷厂印刷

*

开本:850×1168毫米 1/32 印张:13.625 字数:483千字

1992年7月第1版 1992年7月第1次印刷

印数:1—2700册 定价:9.00元

ISBN 7-110-02428-8/G·653

出版说明

1968年日本讲谈社出版了举世瞩目的《化学实验事典》，1973年又修订再版。这本大型化学实验手册的问世，是世界化学界的一件大事。参加编写的计有230多位在日本享有盛誉的化学教授、博士和著名中学化学教师。编录的实验项目卡片数量巨大，不仅充分重视日本国内各种文献资料，还全面收集了包括英、美、苏在内的国外各种典籍及专刊资料。其内容之丰富，材料之全面，几乎是没有先例的。

化学是一门实验科学。化学实验在我国正日益受到各方重视。遗憾的是我国实验书还不多，尽管翻译出版此书不容易，我们还是竭力把它翻译出来，以满足读者需要。原书约150万字，共分六篇：I 实验基础；II 无机化学（非金属）；III 无机化学（金属）；IV 物理化学；V 有机化学；VI 特论（化学分析和仪器分析）。我社先分五册出版（II、III 合并为一册），然后再酌情出版精装合订本，书名定为《基础化学实验大全》。

本书所叙各类实验除了详细介绍实验目的、原理、准备、方法及注意事项、参考文献等外，还标明了属何类实验（高或初中学生实验，高或教师实验，高或初中课外小组活动）。

本书内容丰富全面翔实，特别适合中学与大学使用，是化学教育不可缺少的参考用书，对从事化学与化工专业的科研人员和化工厂的实验人员也有较高的参考价值。

中译本序

《化学实验事典》日本初版于1968年,是继《物理实验事典》之后,根据各方面,特别是教育界的要求,作为中学化学教育资料而编写的。1973年由于日本学习指导要点发生大幅度变化,故日本讲谈社又委托赤堀四郎、木村健二郎先生组织了有关人士重新修订。

全书根据一般教育程序分为实验基础、无机化学(非金属、金属)、物理化学、有机化学、特论(化学分析与仪器分析)五部分。各实验都有指导性说明,包括目的、原理、准备、方法及注意事项、参考文献等,对一些难做的实验还作了更详细的介绍,列出了实验结果及计算举例等。为了对不同实验有所区分,对各种实验按对象给予以下标记:

- H —— 适合于高中学生实验
- HC —— 适合于高中课外小组活动
- HT —— 适合于高中教师实验
- S —— 适合于初中学生实验
- SC —— 适合于初中课外小组活动
- ST —— 适合于初中教师实验

我们在翻译时,对原文疏漏做了修订和补充,其中有些已在页末注明。不妥之处请读者不吝指正。

原版发行词

《化学实验事典》是前几年本社所出版的《物理实验事典》的姐妹篇，它与去年尚未完成的《化学实验图誌》一样，都是高、初中化学教育参考资料。

自从《物理实验事典》出版以后，各方面、特别是教育界对《化学实验事典》的出版寄与很多要求及希望。本社为了响应这种呼声，立即与我国最高权威赤堀四郎及木村健二郎两位先生商谈，在他们两位同意出任本书主编后，就着手进行编辑出版。

本书的编辑方针是主编及各位编辑人员根据以下原则经多次商谈而定。既不仅要全面收集包括英、美、苏在内的国外各种大全、书籍及专刊上所发表的文献，而且对日本府、县各研究会所公开发表的文献也要予以充分重视，同时还增加有关教师的最新研究。将这些材料经慎重审议，去粗存精后，并加以整理及仔细增补。所以本书是集所有这方面知识之大成，并最终成为目前这一版本。

确立了上述方针以后，就分阶段进行编辑，到目前已经全部完成，当然这是由于 200 多位具有丰富学识及多年经验的执笔者长期不懈、辛勤努力的结果，他们在各个阶段克服了无数大小不同的困难，这种努力，最终换得了国外几乎没有先例的本书的丰富内容。

这种辛勤劳动的结晶如果能在实际教育事业中广泛用作化学实验的指南，进而能对科学教育带来某些贡献的话，那将使我感到十分欣慰。

本书的出版是得到各个方面大力协助的结果，特别是得到了日本许多大学、都、道、府、县教育委员会及理科教育中心各当局的支持，他们在推荐执笔者、提供资料等方面给予各种有利的帮助。由于提供了这些方便，使得执笔者遍及全国各地，他们所研究的学科广泛涉及本书所包括的所有领域，因此每个执笔者得以分别选择自己认为是最拿手的项目，在充分运用资料的情况下进行编写。借此机会，对给予协助的有关当局表示深切的谢意。

讲谈社社长 野间省一

1968 年 2 月

增订版发行词

根据教育界的要求,《化学实验事典》出版后已经历了5个年头。本社出版此书以后,又聘请了有关教师对需要增补的内容加以选择,并对本书所刊载的内容进行了审查。与初版相比,现在已定稿的增订版得到更高的评价。但作为用作教育基础资料的书来说,希望能通过不断修改以符合客观的需要。

前几年,学习指导要点发生了大幅度的变化,高、初中学校的教科书进行了重新修订。为此,各教育参考资料也要根据教科书内容重新修订。由于为本“大全”的增补修订版所作的准备工作已告一段落,所以对增补部分进行了整理,并对本书进行了全面严细的校订,这就是增订版出版过程的由来。

在此对承担编辑、执笔的各位先生的辛勤劳动,以及在使用旧版时提出许多宝贵意见的各位先生表示深切的谢意。为了使本“大全”作为化学教育实验指南而永放光芒,诚恳地希望今后不断提出批评意见。

讲谈社社长 野间省一

1973年10月

目 录

第一章 溶液	(1)
一、溶液的性质	(1)
(一) 蒸气压(引入拉乌尔定律)	(1)
(二) 沸点	(3)
(三) 凝固点	(3)
(四) 渗透作用的观察及测定	(3)
二、溶解和结晶的析出	(8)
(一) 溶解度	(8)
1. 温度和溶解度	(8)
2. 固体溶解度的测定(方法 1)	(9)
3. 固体溶解度的测定(方法 2)	(12)
4. 液体互溶度的测定	(17)
5. 过饱和溶液	(19)
6. 溶解和沉淀的生成	(20)
7. 气体溶解度的测定	(24)
(二) 溶解度积	(27)
1. 沉淀的生成及其化学变化	(27)
2. 沉淀的顺序变换及溶解度积大小	(29)
3. 氢氧化钙溶解度积的测定	(31)
4. 醋酸银溶解度积的测定	(33)
(三) 分配	(35)
(四) 结晶水的定量	(35)
第二章 胶体	(40)
一、胶体的制法	(40)
(一) 溶胶的制法	(40)
(二) 凝胶及干凝胶的制法	(43)
(三) 乳剂(乳状液)的生成	(44)
二、胶体的性质	(45)

(一)丁达尔现象	(45)
(二)布朗运动	(46)
(三)渗析	(48)
1. 刚果红溶液的渗析	(49)
2. 氢氧化铁溶胶的渗析	(49)
(四)凝聚	(51)
(五)吸附	(52)
(六)溶胀	(54)
(七)保护胶体	(57)
(八)电泳	(57)
(九)粘度	(62)
(十)威斯贝尔格效应	(65)
(十一)凝胶中的化学反应	(68)
(十二)凝聚层的形成	(71)
第三章 酸、碱、盐	(72)
一、电解质及非电解质	(72)
(一)电解质溶液的导电性	(72)
(二)熔融物质的导电性	(77)
(三)离子的迁移	(79)
1. 利用明胶及琼脂的情况	(79)
2. 使用滤纸的方法	(82)
3. 利用 H 型电解装置的方法(Cu^{2+} 的迁移)	(91)
二、酸碱反应和当量关系	(94)
(一)中和滴定及其应用	(94)
1. 中和滴定	(94)
2. 酸的碱度确定法	(104)
(二)标准溶液的配制及标定	(104)
1. 标准试剂(根据日本工业标准 JIS)	(105)
2. 利用标准试剂制备标准溶液	(105)
(1) Na_2CO_3 标准溶液的配制	(105)
(2) 氨基磺酸、苯二甲酸氢钾及草酸溶液的制备	(106)
(3) 二次标准溶液的配制及标定	(107)

(三)用简单的电化学方法进行中和滴定·····	(110)
1. 中和反应中生成可溶性盐的实验·····	(110)
2. 中和反应中生成不溶性盐的实验·····	(112)
(四)利用重量滴定法定量醋酸·····	(114)
三、氢离子浓度·····	(115)
(一)pH 的测定方法·····	(116)
1. 使用 pH 指示剂的方法(比色法)·····	(116)
2. pH 的电测定方法·····	(119)
(二)pH 和中和滴定·····	(126)
1. 画滴定曲线·····	(126)
(1)利用 pH 试纸的方法·····	(127)
(2)使用万能指示剂的方法·····	(133)
(3)利用玻璃电极 pH 计的方法·····	(136)
2. 测定 pH 变化后画出滴定曲线,进行 NaOH 和 Na ₂ CO ₃ 混合物的定量·····	(140)
3. 使用吸附有 pH 指示剂的离子交换树脂中和·····	(145)
(三)缓冲溶液·····	(148)
四、酸、碱的强弱及水解·····	(151)
(一)酸、碱的强弱·····	(151)
1. 酸、碱强弱引起的替代反应·····	(151)
2. 酸的强弱及沉淀的溶解反应·····	(153)
3. 通过 pH 比较酸、碱强弱·····	(155)
(二)盐的水解·····	(156)
1. 测定各种盐溶液的 pH·····	(156)
2. 1M Na ₂ CO ₃ 和 0.005M NaOH 的比较·····	(159)
3. 通过盐水解生成碱式盐·····	(159)
五、氧化物及酸、碱·····	(160)
(一)第三周期元素的氧化物·····	(160)
1. 用氧化物及氢氧化物的方法·····	(160)
2. 使用由单体制得的氢氧化物及氢氧化物的方法·····	(162)
(二)两性电解质·····	(163)

第四章 热化学	(166)
一、热化学测定	(166)
(一)蒸发热的测定	(166)
1. 四氯化碳的蒸发热	(166)
2. 乙醇的蒸发热	(168)
(二)溶解热的测定	(170)
(三)燃烧热的测定	(173)
1. 燃烧热的测定(方法1)	(173)
2. 燃烧热的测定(方法2)	(176)
(四)生成热的测定	(179)
(五)中和热	(181)
1. 中和热的测定	(181)
2. 中和热和酸、碱量的关系	(183)
3. 使用热敏电阻温度计的温度滴定	(185)
(六)稀释热的测定	(190)
(七)反应热	(193)
1. 水溶液的电解及热能	(193)
2. 丹尼尔电池及其产生的热量	(198)
3. 吸热反应	(199)
4. 分解热	(201)
(八)通过测定水合热确定盐的水合数	(204)
(九)熔化热的测定	(210)
(十)汽化热的测定	(213)
二、盖斯定律	(217)
(一)盖斯定律的验证	(217)
(二)盖斯定律的应用	(219)
1. 镁的燃烧热	(219)
2. 结晶水合热的测定	(221)
第五章 化学平衡及反应速度	(224)
一、化学平衡	(224)
(一)浓度变化引起的平衡移动	(224)

1. CrO_4^{2-} (溶液) 和 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ (溶液) 的平衡移动	(224)
2. BaCrO_4 (固) 及 CrO_4^{2-} (溶液) 的平衡移动	(225)
3. Fe^{3+} (溶液) 及 SCN^- (溶液) 的平衡移动	(227)
4. 稀氨水和盐类的平衡移动	(228)
5. 饱和食盐水和氯化氢的平衡移动	(229)
6. 水合和水解的平衡	(229)
7. 醋酸乙酯的生成及水解	(231)
8. 硝酸银与硫酸亚铁反应	(231)
9. 使用放射性示踪物求溶质和饱和溶液间的平衡	(232)
(二) 温度变化引起的平衡移动	(233)
1. 采用图 4.5.8 及 4.5.9 所示装置的实验方法	(233)
2. 采用图 4.5.9 及 4.5.10 所示装置的实验方法	(234)
(三) 压力变化引起的平衡移动	(235)
(四) 求平衡常数的实验	(236)
1. 分配平衡(方法 1)	(236)
2. 分配平衡(方法 2)	(238)
3. $\text{KSCN} + \text{FeCl}_3$	(239)
4. 电离常数(方法 1)	(241)
5. 电离常数(方法 2)	(243)
6. 利用光电比色计求指示剂离解常数	(244)
7. 溶度积的确定	(248)
(五) 测定温度变化时的平衡常数	(250)
二、反应速度	(250)
(一) 温度、浓度及催化剂的影响	(250)
1. 高锰酸根离子的脱色速度	(250)
2. 硫代硫酸钠的分解速度	(252)
3. 次氯酸钠的分解速度	(255)
4. 水的催化作用	(259)
5. 利用铂催化剂催化氢和氧的反应	(260)
6. 甲醇的铂催化氧化	(261)
7. 氨的铂催化氧化	(262)
8. 醋酸乙酯与氢氧化钠反应的速度	(262)
9. 碘离子和过二硫酸离子的反应速度	(264)

10. 过氧化氢分解速度的测定	(268)
11. 测定镁和酸的反应速度	(272)
12. 碘化钾和过氧化氢的反应	(276)
13. 高锰酸钾和草酸的反应	(279)
(二) 与反应速度有关的其他实验	(281)
1. 测定 HSO_3^- 和 IO_3^- 反应时的反应速度	(281)
2. 测定碘化钾和过氧化氢反应速度	(283)
3. 中间产物形成理论的一例	(286)
第六章 氧化与还原	(287)
一、溶液中的氧化还原	(287)
(一) 氧化剂与还原剂	(287)
(二) 氧化还原滴定	(290)
1. 用草酸标准溶液标定高锰酸钾溶液	(290)
2. 利用反滴定法进行氧化还原滴定	(291)
3. 利用碘滴定法确定组成式	(292)
4. 利用甘汞半电池滴定铁离子	(293)
二、氧化还原及电流	(294)
(一) 氧化还原反应及电子转移	(294)
(二) 电流引起的金属腐蚀	(296)
三、金属的离子化倾向	(297)
(一) 金属树	(297)
(二) 氧化还原电位	(301)
(三) 碱金属的电极电位	(304)
(四) 钠和水的反应	(306)
四、其他	(311)
(一) 关于氧化还原的化学魔术——蓝色消失	(311)
(二) 用作氧化剂的硝基苯	(313)
第七章 电化学	(315)
一、电池	(315)
(一) 电池的原理	(315)

1. 电池的原理(方法 1)	(315)
2. 电池的原理(方法 2)	(317)
(1) 半电池的組合	(317)
(2) 各种电池	(320)
3. 测定铜—银电池的 ΔH 和 ΔG	(324)
(二) 伏打电池	(325)
(三) 干电池	(328)
1. 干电池(方法 1)	(328)
2. 干电池(方法 2)	(331)
(四) 蓄电池	(338)
(五) 浓差电池	(341)
(六) 燃料电池	(348)
二、电解	(349)
(一) 电解定律	(349)
1. 通过测定电解气体体积的方法	(349)
2. 电解重量法	(351)
3. 通过滴定求电解生成物质量的方法	(357)
(二) 食盐水电解	(361)
(三) 熔融电解	(365)
1. 利用熔融电解制取金属钠的方法	(365)
2. 溴化铅的熔融电解	(367)
3. 使用灯泡的硝酸钠熔融电解	(367)
(四) 阳极氧化	(368)
(五) 分解电压	(370)
1. 分解电压的测定(方法 1)	(370)
2. 分解电压的测定(方法 2)	(372)
3. 增加电压对电解速度的影响	(375)
三、电镀	(376)
(一) 铜与黄铜电镀	(376)
1. 镀铜	(376)
2. 镀黄铜	(378)
(二) 镀锌	(379)
(三) 镀金	(380)

(四) 镀银	(382)
1. 使用银氰络盐的方法	(382)
2. 使用银氨络盐的方法	(383)
第八章 光化学反应	(386)
一、照相化学	(386)
(一) 照相原理	(386)
(二) 重氮盐感光纸	(386)
二、光合作用	(388)
同化淀粉的鉴定及定量方法	(388)
三、其它光化学反应	(390)
氯与氢的光化学反应	(390)
四、化学发光	(391)
1. 黄磷氧化引起的化学发光	(392)
2. 由次氯酸离子与过氧化氢反应引起的化学发光	(392)
3. 由鲁米诺氧化引起的化学发光	(394)
4. 臭氧引起的色素溶液化学发光	(394)
五、电解发光	(395)
第九章 物性	(400)
一、沸点及熔点	(400)
(一) 凝固点及沸点的测定	(400)
(二) 压力对水的沸点影响	(403)
(三) 溶液的冷却特性	(406)
(四) 混合物的冷却曲线	(408)
二、密度	(411)
(一) 固体密度的测定	(411)
(二) 液体密度的测定	(414)
(三) 气体密度的测定	(416)

第一章 溶 液

一、溶液的性质

(一)蒸气压(引入拉乌尔定律)

[目的] 利用溶液沸点升高测定分子量是以拉乌尔定律为基础进行溶液蒸气压比溶剂蒸气压低的实验,理解蒸气压的存在及沸点升高的事实。(HT,HC)

[原理] 使用图 4.1.1 所示装置。在压差计中装入蒸气压小的真空泵油,用于检测微小的压力差。利用这种压差计观测装有纯溶剂及溶液的 2 支试管中的蒸气压之差。

[准备]

器具 直径 24 毫米的试管 2 支,直径 5~6 毫米的 U 型玻璃管,长度 5~7 厘米的玻璃管 2 支,橡皮管,止水夹,温度计,100 毫升烧杯。

药品 无机盐类,水溶性有机化合物,真空泵油。

[方法]

1. 在直径为 24 毫米的试管中加入约为试管体积 $\frac{2}{3}$ 的水,在另一支试管中加入 0.1 摩尔食盐水后,按图 4.1.1 进行连结。开始时先打开止水夹使两支试管内压力相等,然后再夹紧止水夹。

2. 在 1000 毫升烧杯中,加入 40~60°C 的热水,然后将两支试管放入此热水杯中进行温热。

3. 用 0.1 摩尔葡萄糖(或其他水溶性有机化合物)溶液代替食盐水重复以上实验。

[实验结果] 上述物质蒸气压大小顺序如下:

水 > 葡萄糖溶液 > 食盐水

即使在同样温度下,油压差计的压差也难以保持恒定,这是由于该装置难以全部达到热平衡之故。

使用 0.1~0.4 摩尔葡萄糖溶液在 40~50°C 下进行测定时,压差计两侧压差为 4~21 毫米。

下面给出了使用有机溶剂及溶质时的实验结果。

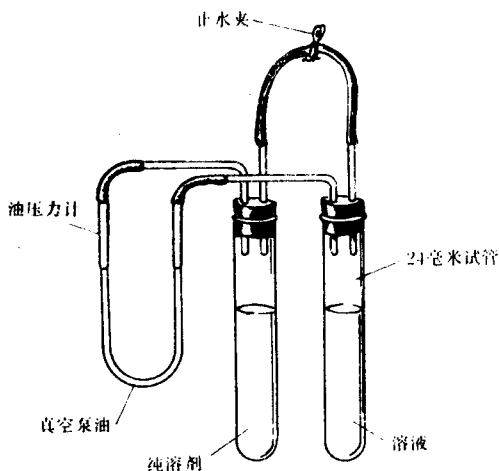


图 4.1.1

(1) 溶剂: 乙醇; 溶质: 水杨酸; 室温: 20°C

水杨酸的摩尔数 (摩尔)	油压差计的高度差(毫米)	
	第一次	第二次
0.07	14.0	12.6
0.14	15.7	14.5
0.21	16.2	16.5

(2) 溶剂: 丙酮; 溶质: 水杨酸; 室温: 20°C

水杨酸的摩尔数 (摩尔)	油压差计的高度差(毫米)	
	第一次	第二次
0.2	21.0	19.6
0.3	29.2	27.0
0.4	31.5	30.6