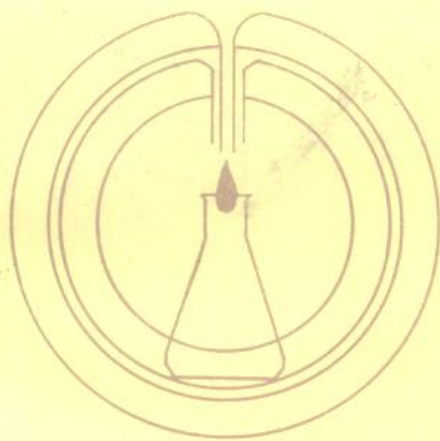


基础化学实验大全

I

实验基础

〔日〕赤城四郎 木村隆三 编著



科学普及出版社

54.057
244

基础化学实验大全 I

实验基础

〔日〕赤堀四郎 木村健二郎 主编

李福绵 王文江 译

文重 朱洪法 校



科学普及出版社

8610221

DS88/03

《化学实验事典》(增订)

赤堀四郎 木村健二郎 监修
講談社 1973

基础化学实验大全 I

实验基础

〔日〕赤堀四郎 木村健二郎 主编

李福缙 王文江 译

文重 朱洪法 校

封面设计: 马明扬

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

北京燕东印刷厂印刷

开本: 850×1168毫米 $1/32$ 印张: 11 字数: 354千字

1985年10月第1版 1985年10月第1次印刷

印数: 1—23,300册 定价: 1.95元

统一书号: 13051·1404 本社书号: 0904

出版说明

1968年日本講談社出版了举世瞩目的《化学実験事典》，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。有二百三十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参加了本书的编写工作。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，以满足我国读者需要。原书约一百五十万字，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。我社先把它分五册出版（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，还标明何类实验（高或初中学生实验，高或初中教师实验，高或初中课外小组活动）。

本书内容丰富，特别适合于中学与大学的化学教学使用，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不同程度的参考价值。

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》的姐妹编，它可与去年尚未完成的“化学实验图鉴”一起作为高、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》的出版寄予很大的希望。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，请他们两位出任本书主编。

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。即不仅要全面收集包括英、美、苏在内的国外各种典范、书籍和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，同时还增加了有关教师的新近研究。将这些材料慎重审议、去粗存精后，并加以整理和增补，所以本典范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，当然这是由于二百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，最终换得了在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，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典范所包括的所有领域，因而每个执笔者得以分别选择自己认为是最拿手的项目进行编写。借此机会，对给予协助的有关当局表示深刻的谢意。

講談社社長 野間省一

1968年2月

增订版发行词

根据教育界的要求，《化学实验事典》出版后已经历了五个年头。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本典范来说，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。

講談社社長 野間省一

1973年10月

目 录

第一章 物质结构与化学基本定律	1
一、原子和分子	1
(一) 阿佛加德罗常数的测定 (附: 分子的大小)	1
1. 利用单分子膜测定阿佛加德罗常数 (方法1)	1
2. 利用单分子膜测定阿佛加德罗常数 (方法2)	7
3. 通过水的电解测定阿佛加德罗常数	9
(二) 分子量的测定	10
1. 利用测定气体密度的方法	10
(1) 测定氧分子量的实验 (方法1——通过氯酸钾的热分解测定氧的分子量)	
(2) 测定氧分子量的实验 (方法2——通过二氧化铅的热分解测定氧的分子量)	
(3) 测定氧分子量的实验 (方法3——通过氯酸钾的热分解测定氧的分子量)	
(4) 测定二氧化碳分子量的实验 (方法1)	
(5) 测定二氧化碳分子量的实验 (方法2)	
(6) 测定水溶性气体的近似分子量	
(7) 氮的分子量测定	
(8) 挥发性液体有机化合物(丙酮、乙醚等)的分子量测定	
2. 利用拉斯特(Rast)法测定分子量	31
3. 利用沸点升高法测定分子量	33
(三) 原子模型	35
〔附〕发泡聚苯乙烯模型的制作	36
(四) 分子模型	40
(五) 原子价模型 (供参考)	44
(六) 晶体模型	47
(七) 分子运动	54
1. 气体的扩散	54
2. 气体的分子运动模型	58
3. 在液体中的扩散	60
二、化学变化与物质的质量	60
(一) 元素当量	60

1. 元素当量的测定 (方法 1)	60
2. 元素当量的测定 (方法 2)	65
3. 元素当量的测定 (方法 3)	67
4. 元素当量的测定 (方法 4)	70
5. 元素当量的测定 (方法 5)	71
(二) 化学反应中的定量关系	73
1. 铜的氧化	73
2. 碳酸钠与稀硫酸的反应 (测定发生二氧化碳的质量)	75
3. 氯酸钠的热分解	77
4. 碳酸氢钠的热分解	78
5. 氯化钡溶液与硫酸钠溶液的反应	80
6. 硝酸银溶液与铜的反应	81
7. 硝酸铅与铬酸钾的反应	83
三、基本定律	88
(一) 质量守恒定律	88
1. 水与乙醇的混合	89
2. 大理石与盐酸的反应	89
3. 各种物质的燃烧	90
4. 铁与硫磺的反应	90
5. 食盐水与硝酸银溶液的反应	91
(二) 定比定律	93
1. 铜与硫磺的反应	93
2. 氯化锌的合成	91
3. 铜的氧化	95
4. 铁及镁的氧化	97
5. 二氧化碳的生成	100
6. 定比定律的模型实验 (螺栓与螺母)	102
(三) 倍比定律	102
1. 氯化亚铜与氯化铜	102
2. 氧化亚铜与氧化铜	104
3. 倍比定律的模型实验 (螺栓与螺母)	106
(四) 气体反应定律	106
1. 氧气和氢气的反应	106

2. 氯化氢和氨的反应	113
3. 二氧化碳和碳的反应	114
4. 其它反应	116
(五) 阿佛加德罗定律 (求 1 摩尔气体的体积)	118
(六) 波义耳-查理定律	123
1. 波义耳定律的验证	123
2. 查理定律的验证	125
(1) 使用试管的方法 (2) 使用烧瓶的方法 (方法1) (3) 使用烧瓶的方法 (方法2)	
3. 求绝对零度	130
第二章 物质的分离及精制	133
一、通过蒸馏进行分离及精制	133
(一) 蒸馏水的制取方法	133
1. 使用市售蒸馏装置的方法	133
2. 使用自制蒸馏装置的方法	134
(二) 分馏	136
(三) 水蒸气蒸馏	139
(四) 减压蒸馏	141
(五) 利用离子交换法制造纯水	144
二、沉淀及分离	147
(一) 过滤的方法	147
(二) 离心分离	152
(三) 微量离子的分离	155
1. 共沉淀法	155
2. 利用吸附的方法	155
3. 利用分子筛效应的方法	157
三、晶体的制备方法	159
(一) 晶体的培养和制备方法	159
(二) 重结晶	167
1. 用重结晶法精制物质	167
2. 用重结晶法分离物质的	168
(1) 明矾的重结晶 (2) 食盐与硼酸混合物的分离 (3) 对-二氯苯与	

苯混合物的分离

四、物质的干燥	172
(一) 固体的干燥方法	172
(二) 气体的干燥方法	174
(三) 液体的干燥方法	177
第三章 气体的操作方法	180
一、气体发生器	180
(一) 各种气体发生器	180
(二) 启普装置的操作方法	185
(三) 自制简易气体发生器	189
(四) 钢瓶的种类及使用方法	193
二、气体的收集	194
(一) 收集气体的方法	194
1. 一般方法	194
2. 利用哺乳瓶的方法	197
(1) 求金属当量的实验	(2) 求挥发性液体的分子量
(二) 贮气装置	200
三、气体的分离	201
(一) 混合气体的分离	201
1. 空气中氮气的分离	201
2. 氮气和氧气混合气体的分离	203
3. 利用沸点的差异分离氮气和氧气	205
第四章 加热及冷却方法	207
一、加热装置	207
(一) 酒精灯的使用方法	207
(二) 煤气灯的种类及结构	208
(三) 电加热的方法	210
(四) 自制加热装置	213
(五) 温度的测定	214
1. 液体温度计	214
2. 热电偶温度计	216

3. 电阻温度计	218
二、加热方法	223
(一) 试管及其它玻璃器皿的加热法	223
(二) 坩埚的加热法	224
(三) 砂浴、水浴和油浴	225
三、冷却方法	228
(一) 各种致冷剂	228
(二) 利用干冰液化气体的实验	230
(三) 使用液态空气的实验	231
第五章 玻璃吹制及其它工种	234
一、玻璃吹制	234
(一) 吹玻璃用煤气灯的使用方法	234
(二) 玻璃管的吹制	236
(三) 其它玻璃加工方法	249
1. 切割器的制作及玻璃管、玻璃瓶的截断	249
2. 投影实验用玻璃槽的制作法	250
二、金工	253
(一) 化学实验所必需的金工操作	253
(二) 焊接及其它熔接法	256
三、塑料	262
(一) 塑料的性质及种类	262
(二) 聚乙烯的性质及加工方法	272
四、化学实验及电子技术	278
(一) 电子元件的性质	278
(二) 恒温槽	281
1. 自制恒温槽	281
2. 利用光敏晶体管控制温度	283
(三) 电子技术在其它装置上的应用	284
1. 放大电路	284
2. 振荡电路	286

第六章 计量仪表的种类及使用方法	287
一、天平的种类及使用方法	287
(一) 盘式天平	287
(二) 化学天平	289
(三) 显示天平	293
(四) 各种简易天平的制作方法	297
1. 能称量到10克的简易天平制法	297
2. 能够演示显示天平原理的杆秤的制作方法	299
二、量液器的使用方法	302
(一) 量液器的种类和使用方法	302
(二) 量筒的使用方法	304
(三) 移液管的使用方法	306
(四) 滴定管的使用方法	309
(五) 容量瓶的使用方法	312
(六) 量液器的改进和自制	314
1. 简易安全移液管的自制	314
2. 简易自动滴定管的自制	315
3. 滴定管活塞转动操作的改进	316
三、溶液的配制及操作方法	317
(一) 试剂瓶的种类及操作方法	317
1. 试剂瓶的种类	318
2. 试剂瓶的使用方法	318
3. 试剂瓶的标签	320
(二) 容器的洗涤方法	320
1. 一般注意事项	320
2. 洗涤用刷子的种类	321
3. 洗涤剂	321
4. 洗涤方法	322
5. 水蒸气洗涤	323
6. 玻璃器皿的干燥方法	323
(三) 溶液浓度的表示方法	325
1. 摩尔浓度	325

2. 当量浓度	325
3. 百分浓度	325
4. 比重	326
5. 摩尔分数	330
6. 浓度的其它表示方法	330
(四) 液体的搅拌方法	330
1. 用玻璃棒搅拌	330
2. 用温度计搅拌	330
3. 用搅拌器搅拌	330
4. 用电磁搅拌器搅拌	330
(五) 实验室常各试剂溶液的配制方法	331
1. 试剂的种类及纯度	331
2. 试剂溶液的配制方法	331
3. 溶液的稀释方法	335

第一章 物质结构与化学基本定律

一、原子和分子

(一) 阿佛加德罗常数的测定 (附: 分子的大小)

1. 利用单分子膜测定阿佛加德罗常数 (方法 1)

【目的】 在水面上制成油酸的单分子膜, 测定其厚度, 即油酸分子的长度, 以此为基础求出阿佛加德罗常数。这些实验也可用于从已知阿佛加德罗常数求分子大小。(HT, HC)

【原理】 将具有亲水性羧基、憎水性烃基的油酸($C_{17}H_{33}COOH$)、软脂酸、硬脂酸等物质的醇溶液、苯溶液或戊烷溶液等滴在干净的水面上, 作为溶剂的醇、苯等逸到水中或空气中, 溶质分子则如图1.1.1所示。亲水性的羧基朝向水, 憎水性烃基朝向空气, 整个分子并排直立于水面, 且在水面上形成薄膜。当条件适当时, 就形成所谓单分子膜。单分子膜的面积可由撒在水面上的滑石粉或石松子粉被油酸等单分子膜所排除的面积来测定。

现假定由一定体积 v (毫升) 的油酸形成面积为 S (厘米²) 的单分子膜时, 膜的厚度, 即油酸分子的长度 h (厘米), 可按下式求得:

$$v = S \times h \quad (1)$$

由于1摩尔油酸的体积 V (毫升) 可由油酸的分子量和密度求出, 1个油酸分子所占的空间 v_0 (毫升) 可由 h 求出 (最简单的假定是: 油酸的

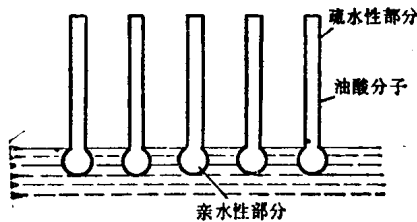


图1.1.1

分子为边长 h 的立方体), 阿佛加德罗常数 N_A 可按式求得:

$$V = v_0 \times N_A \quad (2)$$

(1) 用油酸戊烷溶液的方法

【准备】

器具 玻璃板 (长宽 30×16 厘米、厚度为 2 毫米的 2 块, 长宽 30×3 厘米、厚度为 5 毫米的 5 块, 长宽 15×3 厘米、厚度为 5 毫米的 2 块。如果使用市售玻璃水槽时, 当然可以少准备制作水槽用的玻璃), 粘合剂 (环氧树脂, 用于制作水槽), 烧杯 (200 毫升), 滴定管, 移液管 (1 毫升、0.1 毫升), 试管 4 支, 玻璃棒, 笔, 软木塞, 蒸发皿, 砂浴, 白布 (30×30 厘米)。

药品 固体石蜡, 苯, 油酸, 戊烷, 滑石粉, 润滑油。

【方法】

① 实验准备

a. 水槽及刮板 将准备好的玻璃板按图 1.1.2 粘结成实验用水槽。余下的厚度为 5 毫米、长宽为 30×3 厘米的 3 块玻璃板用做刮板。

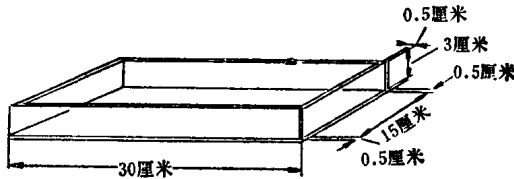


图 1.1.2

按下述方法在水槽与刮板表面涂上石蜡。使用市售水槽时, 可用洗净剂洗 2 次, 再用干净的水洗数次之后, 按下法同样处理即可。

将固体石蜡放入 200 毫升烧杯中, 加入苯, 稍微加热, 使石蜡完全溶解。水槽与刮板经充分洗涤后, 置于烘箱内干燥, 并趁热用笔涂覆石蜡的苯溶液, 在防尘下放置一日。

b. 氧化油 取少量优质润滑油于蒸发皿中, 在砂浴上加热至约 300°C , 持续加热至油被氧化而稍带黑色。用细玻璃棒蘸取被氧化的油, 当其触及水面立即能铺展成膜时, 停止加热。不使用这种氧化油大体上也能进行实验。(见下项)

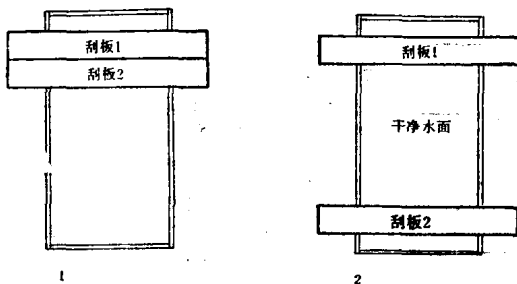
c. 油酸溶液的制备 用滴定管分别往四支试管中加入 9 毫升戊烷。用移液管往第一支试管中加入 1 毫升油酸, 充分混合; 取 1 毫升此溶液加至第二支试管中; 同样取 1 毫升第二支试管的溶液, 加至第三支试管中;

取1毫升第三支试管的溶液加至第四支试管中，顺序稀释之。

第四支试管中的10毫升溶液用作试样溶液，其中含有0.001毫升的油酸。由于戊烷极易挥发，实验之前要用软木塞塞紧试管（用容量瓶稀释也可）。

② 实验

将涂有石蜡的水槽和刮板在流水中浸洗半小时以上，充分洗去石蜡中的可溶性物质。将水槽置于黑的桌面上，加入纯水至其表面隆起。按图1.1.3所示，将两块刮板紧贴水槽，刮动其中一块，以制备干净的水面。



1. 两块刮板紧贴水面 2. 刮动刮板2，以制备干净的水面

图1.1.3

用细玻璃棒尖端蘸少量准备好的氧化油，稍微触及干净水面，则油在水面立即铺展成薄膜（如前述，不用氧化油的薄膜也能进行实验）。在此薄膜上用手指轻弹包在白布内的滑石粉，则薄膜上可再薄薄地覆上滑石粉的粉末。

用0.1毫升的移液管取0.1毫升第四支试管的油酸溶液，将其滴于水面，则随着戊烷的蒸发，油酸铺展在水面上，排开氧化油及滑石粉，生成差不多为圆形的单分子膜。

按图1.1.4所示，将此单分子膜的形状用玻璃铅笔描绘在玻璃板上，然后再描至1毫米刻度的坐标纸上，读取其面积。

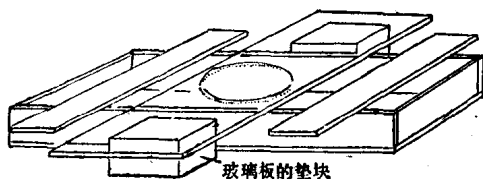


图1.1.4