

应用型本科高等院校“十二五”规划教材

分析化学实验

黄朝表 潘祖亭 主编



科学出版社

应用型本科高等院校“十二五”规划教材

分析化学实验

黄朝表 潘祖亭 主编

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书共五部分:上篇主要介绍了分析化学实验的基本概念和与分析化学实验紧密关联的分析化学基本理论、基础知识、试样制备、数据处理、文献简介等;中篇包括化学分析实验的基本操作(分析天平基本操作、滴定分析基本操作、重量分析基本操作)以及 21 个化学分析实验,除天平称量练习和重量分析实验以外,全部辅以微型化实验内容;下篇包括仪器分析实验常用仪器设备的结构与使用以及 23 个仪器分析实验,在第 7 章编写了 13 个综合性、开放性、设计性分析化学实验;最后为附录。

本书可供化学、应用化学、化工、轻工、生物、冶金、医药、环境、材料、食品、农学、林学等专业的学生作为分析化学实验课程教材,也可供相关师生及企事业单位的专业技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

分析化学实验/黄朝表,潘祖亨主编. —北京:科学出版社,2013. 1

应用型本科高等院校“十二五”规划教材

ISBN 978-7-03-036071-7

I. ①分… II. ①黄… ②潘… III. ①分析化学-化学实验-高等学校-教材 IV. ①O652. 1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 277083 号

责任编辑:赵晓霞 / 责任校对:林青梅

责任印制:闫 磊 / 封面设计:迷底书装

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

保定市 中画美凯印刷有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2013 年 1 月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2013 年 1 月第一次印刷 印张:14 1/4

字数:355 000

定价:35.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

《分析化学实验》编写委员会

主 编 黄朝表 潘祖亭

副主编 沈昊宇 韩志萍 王永红

编 委 (以姓氏汉语拼音排序)

郭玉华	韩志萍	黄朝表	李田霞
潘祖亭	沈昊宇	王永红	魏旻晖
应丽艳	周赛春	周先波	

前 言

2010年8月,科学出版社邀请全国20多所高等学校化学化工类一线教师在浙江省宁波市进行专题研讨,组织落实应用型本科高等院校“十二五”规划教材的建设工作,对于独立学院(三类本科)化学、化工、应用化学、医药学、环境科学、生命科学、农学、地学等专业所需开设的化学类专业基础课教材建设作了深入的讨论。目的在于总结独立学院的教学经验和教学成果,以提高我国300多所独立学院本科教学的整体水平。本书以及配套的《分析化学教程》即为主要针对独立学院(三类本科)上述有关专业教学需要编写的系列教材之一。

在组织教材内容时,我们将分析化学实验基础知识和基本操作作为一个很重要的部分来编写。本书对基本知识进行了系统的介绍,使学生对分析化学实验室中基本知识(如实验用水的规格、制备与检验,玻璃器皿的洗涤,化学试剂的规格,标准溶液及其配制方法,实验室安全等)有系统的了解;同时也介绍了相关分析化学实验的基本操作,从而对学生的基本实验操作进行规范。定量化学分析和仪器分析基础实验是在进一步强化基本实验技能训练的同时,通过完成实际样品的分析,进一步加深学生对分析化学基本理论的理解,加强学生对“量”的概念的认识,培养学生实事求是的科学作风、严谨务实的科学态度与良好的实验习惯。为了提高学生的创新意识,我们在综合性实验内容的选取和安排上,不仅注意实验的典型性、系统性,还注意与化学相关学科如无机分析、有机分析、环境分析、药物分析和生化分析等相结合,强调知识的实用性、先进性、综合性和趣味性。这样的训练,使学生在扎实的理论知识基础上拥有较强的动手能力。Kolthoff曾说:“Theory guides, experiment decides.”而Confucius也曾强调:“I hear and I forget. I see and I remember. I do and I understand.”

化学实验对学生能力的培养,不仅是对学生实验技能和运用知识解决化学问题的能力培养,更重要的是培养学生运用信息不断获取知识和创新知识的能力。本书选编的综合性实验是参编院校在多年基础实验教学改革的基础上提炼出来的。这些实验不是简单地提出任务,而是通过“实验原理”和“讨论与思考”,启发学生的思路,帮助学生在理解实验原理的基础上,综合所学的分析化学基础知识和所掌握的分析化学实验技能,自拟合理的实验方案。同时,信息时代的到来,也对学生获取计算机网络中的知识和其他国家的先进实验技术提出了要求,有利于学生站在一个较高的起点上发展,也有利于其创新能力的培养。

本书由武汉大学东湖学院、浙江师范大学行知学院、浙江大学宁波理工学院、湖州师范学院等高校共同编写,黄朝表教授和潘祖亭教授任主编,沈昊宇、韩志萍和王永红教授任副主编。参加本书编写的还有李田霞、周先波、应丽艳、周赛春、魏旻晖、郭玉华等。

在书稿的修改和编审出版过程中,我们得到了武汉大学东湖学院、浙江大学、浙江师范大学、湖州师范学院等高校领导、同行和科学出版社的大力支持,在此表示衷心的感谢。

分析化学是一门综合性、交叉运用性学科,随着学科快速发展,相应的分析化学实验内容需要不断更新与完善。由于编者水平有限,书中的疏漏和欠妥之处恳请读者批评斧正。

编 者

2012年5月

目 录

前言

上篇 分析化学实验基础知识

第 1 章 分析化学实验概论	3
1.1 分析化学实验的任务	3
1.2 对分析化学实验的基本要求	3
第 2 章 分析化学实验基本常识	5
2.1 定量分析化学实验概论及名词术语	5
2.2 溶液的浓度、溶液的配制和分析化学中的计算式	6
2.2.1 溶液浓度表示方法及其计算式	6
2.2.2 溶液的配制方法	9
2.2.3 滴定分析中的指示剂和终点误差	10
2.3 分析试样的采集、制备及分解	11
2.3.1 分析试样的采集和制备	11
2.3.2 分析试样的分解	14
2.4 分析化学实验数据的记录、处理和实验报告	17
2.4.1 分析化学实验数据的记录	17
2.4.2 分析化学实验数据的处理	18
2.4.3 分析化学实验报告	19
2.4.4 滴定分析实验操作评分细则(KMnO_4 法测定试样中 $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ 的含量)	21
2.5 实验室安全知识	22
2.6 分析化学实验用水的要求、制备与检验	23
2.6.1 实验室用水规格	23
2.6.2 实验室纯水的制备方法	24
2.6.3 实验室用水的检验方法	24
2.7 化学试剂基础知识	24
2.7.1 化学试剂的规格	24
2.7.2 标准物质与基准试剂	26
2.8 玻璃仪器的洗涤、干燥与存放	28
2.9 分析化学与分析化学实验文献简介	29
2.9.1 丛书、大全、手册和教科书	29
2.9.2 辞典与字典	31
2.9.3 期刊与文摘	31
2.9.4 分析化学文献检索	33

中篇 化学分析部分

第3章 化学分析实验的基本操作	37
3.1 分析天平的基本操作	37
3.1.1 等臂双盘电光天平	37
3.1.2 单盘电光天平	40
3.1.3 电子分析天平	40
3.1.4 分析天平的称量方法和使用规则	42
3.2 滴定分析仪器和基本操作	43
3.2.1 滴定分析中的常用玻璃仪器	43
3.2.2 容量分析仪器的基本操作	45
3.2.3 绿色化学与微型滴定	50
3.3 重量分析基本操作	51
3.3.1 沉淀的制备	51
3.3.2 沉淀的过滤与洗涤	52
3.3.3 沉淀的烘干、炭化、灰化与灼烧	54
第4章 化学分析实验	56
实验1 半自动电光天平递减法称量练习	56
实验2 电子分析天平称量练习	58
实验3 滴定分析基本操作练习(常量、微型化实验)	60
实验4 NaOH 和 HCl 标准溶液的配制及标定(常量、微型化实验)	64
实验5 食用醋总酸度的测定(常量、微型化实验)	67
实验6 甲醛法测定铵盐中氮的含量(常量、微型化实验)	68
实验7 双指示剂法分析混合碱(常量、微型化实验)	70
实验8 非水滴定法测定水杨酸钠的含量(常量、微型化实验)	72
实验9 EDTA 标准溶液的配制及标定(常量、微型化实验)	75
实验10 工业用水总硬度的测定(常量、微型化实验)	78
实验11 明矾含量测定(常量、微型化实验)	79
实验12 铋、铅混合溶液的连续测定(常量、微型化实验)	81
实验13 高锰酸钾标准溶液的配制及标定(常量、微型化实验)	82
实验14 过氧化氢含量的测定(常量、微型化实验)	83
实验15 铁矿石中铁含量的测定(常量、微型化实验)	85
实验16 0.05mol/L I_2 和 0.1mol/L 硫代硫酸钠标准溶液的配制及标定(常量、微型化实验)	87
实验17 间接碘量法测定铜盐中铜的含量(常量、微型化实验)	89
实验18 葡萄糖含量的测定(常量、微型化实验)	91
实验19 可溶性氯化物中氯含量的测定(莫尔法)(常量、微型化实验)	93
实验20 银合金中银含量的测定(福尔哈德法)(常量、微型化实验)	95
实验21 芒硝中 Na_2SO_4 含量的测定(沉淀重量法)	96

下篇 仪器分析部分

第 5 章 常用仪器设备的结构及使用	101
5.1 Delta 320-S pH 计	101
5.1.1 工作原理	101
5.1.2 仪器基本构造	101
5.1.3 仪器操作规程	102
5.1.4 注意事项	102
5.2 UV-2100 型紫外-可见光谱仪.....	103
5.2.1 紫外-可见光谱仪的原理及应用	103
5.2.2 UV-2100 型紫外-可见光谱仪的结构及操作键功能	103
5.2.3 仪器的主要操作规程	104
5.2.4 注意事项	105
5.3 气相色谱仪	105
5.3.1 工作原理	105
5.3.2 仪器基本构造	106
5.3.3 气相色谱仪操作规程	106
5.3.4 注意事项	106
5.4 液相色谱仪	107
5.4.1 工作原理	107
5.4.2 仪器基本构造	107
5.4.3 液相色谱仪操作规程	108
5.4.4 注意事项	108
5.5 TENSOR 27 红外光谱仪	108
5.5.1 红外光谱仪工作原理	108
5.5.2 仪器基本构造	108
5.5.3 傅里叶红外光谱仪操作规程	109
5.5.4 注意事项	110
5.6 PEAA800 原子吸收光谱仪	110
5.6.1 原子吸收光谱仪的工作原理	110
5.6.2 原子吸收光谱仪的基本构造	110
5.6.3 PEAA800 原子吸收光谱仪的操作规程	111
5.6.4 注意事项	111
5.7 日立 F-4500 荧光分光光度计.....	112
5.7.1 工作原理	112
5.7.2 仪器构造简图	112
5.7.3 荧光分光光度计操作规程简介	113
5.7.4 注意事项	113
第 6 章 仪器分析实验	114
实验 1 pH 玻璃电极的响应斜率和溶液 pH 的测定	114

实验 2	直接电位法测定自来水中的氟	115
实验 3	电位滴定法测定硫酸铜电解液中氯离子的含量	117
实验 4	库仑滴定法测定维生素 C 片中抗坏血酸的含量	119
实验 5	单扫描示波极谱法测定头发中锌的含量	121
实验 6	邻二氮菲分光光度法测定铁的条件实验和水样中微量铁的测定	123
实验 7	食品中 NO_2^- 含量的测定	125
实验 8	分光光度法测定芦丁的含量	127
实验 9	荧光分析法测定硫酸奎宁的含量	129
实验 10	荧光分析法测定维生素 B_2 片中核黄素的含量	131
实验 11	红外光谱法测定有机物的结构	133
实验 12	火焰原子吸收分光光度法测定自来水中钙、镁离子含量	135
实验 13	原子吸收分光光度法测定土壤中铅的含量	137
实验 14	石墨炉原子吸收分光光度法测定油画棒中微量铬	139
实验 15	气相色谱法测定苯、甲苯和乙醇的含量	141
实验 16	气相色谱法测定食用酒中乙醇含量	143
实验 17	气相色谱法测定药物中有机溶剂残留量	145
实验 18	气相色谱法测定水样中的六六六、滴滴涕	148
实验 19	高效液相色谱仪的基本操作与色谱参数测定	150
实验 20	高效液相色谱法测定黄体酮注射液中黄体酮的含量——内标法	152
实验 21	高效液相色谱法测定六味地黄丸中丹皮酚的含量——外标法	154
实验 22	有机化合物核磁共振氢谱的测绘及解析初步	156
实验 23	噻霉胺中有关物质的气相色谱-质谱分析	158
第 7 章	综合性、开放性、设计性实验	161
实验 1	H_2SO_4 、 H_3PO_4 混合酸含量的分别测定	161
实验 2	水泥熟料中 SiO_2 、 Fe_2O_3 、 Al_2O_3 、 CaO 和 MgO 含量的分别测定	163
实验 3	环境水样中化学需氧量的测定(重铬酸钾法)	166
实验 4	环境水样中化学需氧量的测定(库仑滴定法)	168
实验 5	紫外吸收光谱测定污染水样中蒽醌的含量	169
实验 6	紫外双波长光度法测定对苯酚中苯酚的含量	171
实验 7	荧光量子产率的测定	173
实验 8	ICP-AES 法测定水样中的微量铜、锌和铁	175
实验 9	巯基棉分离富集-火焰原子吸收光谱法测定痕量镉	177
实验 10	氢化物发生-原子荧光光谱法测定血清中硒的含量	179
实验 11	高效液相色谱法测定食品中的苏丹红含量	181
实验 12	蔬菜、水果中总维生素 C 的测定	183
实验 13	工业三聚氰胺及原料乳中三聚氰胺的测定	186
主要参考文献		189
附录		190
附录 1	国际单位制的基本单位	190

附录 2	国际单位制的辅助单位	190
附录 3	国际单位制的一些导出单位	190
附录 4	基本物理常数	191
附录 5	常用指示剂	192
附录 6	常用缓冲溶液的配制	194
附录 7	常用标准缓冲溶液的 pH	195
附录 8	常用浓酸、浓碱的密度和浓度	196
附录 9	常用基准物的干燥条件及应用	196
附录 10	国际相对原子质量(1997 年)	197
附录 11	部分化合物相对分子质量	198
附录 12	国产滤纸型号与性质	202
附录 13	电子跃迁一览表	202
附录 14	原子吸收光谱分析中元素主要吸收线及相对灵敏度	203
附录 15	若干典型的孤立生色团的紫外吸收谱带	204
附录 16	共轭生色基团的吸收谱带	205
附录 17	色谱柱的分类及特征	206
附录 18	气相色谱常用固定相的性能	207
附录 19	气液色谱中液的相对极性和级别	208
附录 20	常用 HPLC 色谱柱的性能和用途	208
附录 21	常用气相色谱检测器性能比较	209
附录 22	质谱研究中的几种离子源的基本特征	209
附录 23	Beynon 质谱解析表(m/z 为 93、94、129、130)	210
附录 24	常见的质谱特征离子	211
附录 25	常见元素的天然同位素丰度	212
附录 26	一些基团 H 的化学位移	212
附录 27	红外光谱八个重要区段与有机化合物基团特征频率	213
附录 28	参考电极电势与温度关系	215
附录 29	常见的参考电极的电极电势	215
附录 30	部分国产甘汞电极的性能	215
附录 31	部分国产玻璃电极的性能	216

上 篇

分析化学实验基础知识

第 1 章 分析化学实验概论

1.1 分析化学实验的任务

分析化学是化学的重要分支学科之一。分析化学理论课和分析化学实验课是高等学校化学、应用化学、化工、材料、环境、医药、生命科学等专业的重要基础课。两者皆单独设课,且后者占有更多的学时和学分。

通过本课程学习,学生可以加深对分析化学基础理论、基本知识的理解,正确和熟练地掌握分析化学实验技能和基本操作,提高分析、解决问题的能力,培养学生严谨的工作作风和实事求是的科学态度,树立严格的“量”的概念,为后继课程和未来的科学研究及实际工作打下良好的基础。可以说,化学实验包括分析化学实验是培养学生基本操作技术、创新意识、创新能力、创新精神和优良素质的极重要的手段,而且有其不可替代性。

1.2 对分析化学实验的基本要求

为了使学生在知识、能力和素质三方面都得到提高,要求学生在分析化学实验中必须做到以下几点。

(1) 实验前认真预习,结合分析化学理论知识,领会实验原理,了解实验步骤和注意事项,探寻影响实验结果的关键环节,做到心中有数。实验前一定要做好预习笔记,写出必要的化学反应式和计算公式。画好必要的表格,充分利用本书附录,查好有关数据,以便在实验中快速、准确地记录实验数据、观察现象和进行数据处理。若检查发现有未预习者不得进行实验。

(2) 在进入实验室时,认真阅读实验室的各项规章制度。了解消防设施和安全通道的位置。树立环境保护意识,尽量降低化学物质(特别是有毒、有害物品)的消耗。始终要大力提倡绿色化学的概念。

(3) 做实验时,必须遵守实验室各项规章制度,注意保持室内安静,严格按照规范进行操作,仔细观察实验现象,并及时做好记录。要善于思考,学会运用所学的理论知识解释实验现象,解决实验中的问题。实验过程中要保持水池、实验台和实验室地面的整洁。谨记科学实验中的“C₃H₃”(Clear Head, Clever Hands, Clean Habit)。

(4) 所有的实验数据,尤其是各种测量的原始数据,必须随时记录在专用的、预先编好页码的实验记录本上。不得记录在其他任何地方,不得无故涂改原始实验数据。要认真撰写实验报告。实验报告一般包括实验名称、日期、实验目的、简单原理、仪器与试剂、实验方法、实验结果(一定要列出计算公式)和问题与讨论。上述各项内容的繁简应根据每个实验的具体情况而定,以清楚、简明、整齐为原则。实验报告中的有些内容,如原理、表格、计算公式等,要求在预习实验时准备好,其他内容则要在实验过程中及实验完成后记录、计算和撰写。实验报告要求个人独立撰写,真实可信,不得抄袭或伪造数据。

(5) 实验结束后,要马上清洗自己使用过的玻璃仪器,清理实验台面,并把自己使用过的仪器、药品整理归位,及时打扫实验室卫生,关好煤气、水、电的开关和门窗。注意爱护仪器和

公共设施,养成良好的实验习惯。

要做好分析化学实验,不仅要有较强的动手能力,还要有较高的获取信息的能力,在实验中应注意运用理论课中学到的理论知识、积累操作经验、总结失败教训。实验中不仅要动手,更要动脑,要把自己观察到的现象及时记录下来。做有心人、用心人,才能为今后的学习和工作打下坚实的基础。

实验指导教师在学生实验中起主导作用。为此,要求教师做到:

(1) 上好实验课。例如,实验之前,强调实验的重要性,讲述整个实验安排、注意事项和评分标准等。另外,可在方案设计、综合实验之前集中讲授设计方案的原则和示例等。

(2) 认真做好指导实验的准备工作,如指出学生前次实验和实验报告中存在的问题以及做好本次实验的关键,检查学生预习实验的情况,传授实验基本知识,演示实验操作,通知下次实验内容等。

(3) 指导实验时,应坚守工作岗位,及时发现和指出学生的操作错误与不良习惯;集中精力指导实验,不做其他杂事。

(4) 仔细批改学生的实验报告,及时归纳学生实验和实验报告中存在的问题,以便下次实验前总结。

对学生实验成绩的评定,应包括以下几项内容:①预习情况及实验态度;②实验操作技能;③实验报告的撰写是否认真和符合要求,实验结果的精密度、准确度和有效数字的表达等。特别需要强调的是实事求是、严谨创新的精神与动手能力的培养,严禁弄虚作假,伪造数据。

第2章 分析化学实验基本常识

2.1 定量分析化学实验概论及名词术语

定量分析化学实验通常包括取样、试样分解和分析试液的制备、分析方法的选择、测定及分析结果的计算等几个步骤。

1) 取样

根据分析试样取自固体、液体或气体,采用不同的取样方法,详细的讨论见2.3。在取样过程中,最重要的是采取的试样应具有代表性,否则后面的分析结果即使具有很高的准确性也将毫无意义,甚至导致错误的结论。

2) 试样分解和分析试液的制备

由于试样的性质、分析项目和共存物质的不同,分解试样的方法也不同。定量化学分析一般采用湿性分析,通常需将试样分解,使待测组分定量地转入溶液中,防止待测组分损失,避免引入干扰杂质。无机试样的分解方法有溶解法和熔融法。有机试样的分析一般采用干式灰化法和湿式消化法,具体方法见2.3。

3) 分析方法及分析方法的选择

根据分析任务、分析对象、测定原理和操作方法等的不同,分析方法可分为定性分析、定量分析和结构分析,无机分析和有机分析,化学分析和仪器分析,例行分析和仲裁分析等。在考虑分析方法的选择时,应根据分析任务、分析对象及对分析结果准确度的要求和实验室的现有条件等,选择适当的分析方法。例如,对于常量成分 Fe^{3+} 的分析,可以采用配位滴定法,也可以采用氧化还原滴定法。

4) 滴定分析法(容量分析法)

滴定分析法包括酸碱滴定法、配位滴定法、氧化还原滴定法和沉淀滴定法等。

滴定分析法是将一种已知准确浓度的试剂溶液(标准溶液,通常又称滴定剂)滴加到被测物质的溶液中,直到所加的滴定剂(标准溶液)与被测物质按化学计量关系定量反应为止。然后根据滴定剂浓度、用量以及相关的化学计量关系,计算被测物质的含量。

适合滴定分析法的化学反应,应具备以下几个条件:

(1) 反应必须具有确定的化学计量关系,即反应按一定的反应方程式进行,这是定量计算的依据。

(2) 反应必须定量地进行。

(3) 控制或创造适当的条件,使滴定反应具有较快的反应速度。

(4) 具有适当简便的方法确定滴定终点。

滴定分析法简便、快速,特别是在常量成分分析中,具有很高的准确度,滴定方法通常采用直接滴定法,此外还有间接滴定法、返滴定法和置换滴定法,因而扩展了滴定法的应用范围。

2.2 溶液的浓度、溶液的配制和分析化学中的计算式

2.2.1 溶液浓度表示方法及其计算式

1. 摩尔质量 M

其意义是质量 m 除以物质的量 n 。

$$M = \frac{m}{n} \quad (2-1)$$

单位为 g/mol。此单位作为摩尔质量的单位时,任何物质的摩尔质量在数值上等于该物质的相对原子质量或相对分子质量。

2. 摩尔体积 V_m

其意义是体积 V 除以物质的量 n 。

$$V_m = \frac{V}{n} \quad (2-2)$$

单位为 L/mol。

3. 物质的量浓度 c

分析化学中常简称为浓度,其意义是物质的量 n 除以溶液的体积 V 。

$$c = \frac{n}{V} \quad (2-3)$$

4. 质量 m 、摩尔质量 M 、物质的量 n 与浓度 c 的关系

将式(2-1)代入式(2-3)得

$$c = \frac{n}{V} = \frac{m}{MV} \quad (2-4)$$

5. 用固体物质配制溶液的计算式

由式(2-4)得

$$m = cMV \quad (2-5)$$

单位为 g。欲配制某物质(摩尔质量为 M)溶液的浓度为 c ,需配制体积为 V (以 L 为单位)时,其质量 m 应用式(2-5)是很容易计算的。

6. 物质的质量浓度 ρ_B

其意义是质量 m 除以溶液体积 V 。

$$\rho_B = \frac{m}{V} \quad (2-6)$$

单位为 g/L。在吸光光度法的标准溶液系列中,滴定分析一般试剂,如指示剂浓度为 2g/L (0.2%), 50g/L KMnO_4 (5% KMnO_4) 等,有些教材或论文仍继续使用 0.2% 和 5% 等表示方法。

7. 质量摩尔浓度

其意义是物质的量 n 除以质量 m 。

$$b_B = \frac{n}{m} \quad (2-7)$$

单位为 mol/kg, 它多在标准缓冲溶液的配制中使用。

根据 SI 单位, 各学科都有特殊、常用的单位。分析化学中常用的量及其单位的名称与符号如表 2-1 所示。

表 2-1 分析化学中常用的量及其单位的名称和符号

量的名称	符号	单位名称	单位符号	代用单位
相对原子质量	A_r	(量纲为 1)		
相对分子质量	M_r	(量纲为 1)		
物质的量	n	摩[尔]	mol	mmol 等
摩尔质量	M	千克每摩	kg/mol	g/mol 等
摩尔体积	V_m	立方米每摩	m ³ /mol	L/mol 等
物质的量浓度	c	摩每立方米	mol/m ³	mol/L 等
质量摩尔浓度	b_B	摩每千克	mol/kg	
质量浓度	ρ_B	千克每立方米	kg/m ³	g/cm ³ 等
质量分数	w	(量纲为 1)		
质量	m	千克	kg	g, mg 等
摄氏温度	t	摄氏度	°C	
密度	ρ	千克每立方米	kg/m ³	g/cm ³ 等
相对密度	d	(量纲为 1)		
压力、压强	p	帕(斯卡)	Pa	1 atm = 101 325 Pa 1 mmHg = 133. 322 Pa
体积	V	立方米	m ³	L, mL
试样质量	m_s	千克	kg	g 等

对分析化学中习惯使用的(1+2)HCl 溶液^①的表示方式, 本书将继续沿用, 但不作为一种浓度单位使用。

8. 滴定分析计算式

对一个化学反应



物质 A 和物质 B 在反应达到化学计量点时, 其间物质的量的关系为

$$n_A = \frac{a}{b} n_B \quad \text{或} \quad n_B = \frac{b}{a} n_A \quad (2-9)$$

式中, $\frac{a}{b}$ 或 $\frac{b}{a}$ 为物质 A 与物质 B 间的化学计量数比。

^① 此处为体积比: $V_{\text{HCl}} : V_{\text{水}} = 1 : 2$ 。