

化验员必读

(第三版)



江苏科学技术出版社

化验员必读

(第三版)

徐昌华 编

江苏科学技术出版社

化验员必读

(第三版)

徐昌华 编

出版发行:江苏科学技术出版社

经 销:江苏省新华书店

印 刷:南京通达彩色印刷厂

开本 787×1092 毫米 1/32 印张 16.875 字数 370,000

1982 年 4 月第 1 版 1999 年 1 月第 10 次印刷

184,241—189,240 册

ISBN 7-5345-1849-0

O·405 定价:16.00 元

责任编辑 黄元森

我社图书如有印装质量问题,可随时向承印厂调换。

三 版 说 明

《化验员必读》自 1988 年修订以后又过去了六年,这期间,我国全面推行了法定计量单位,标准化工作也日趋完善,同时,由于社会主义市场经济的确立,企业获得了更大的经营自主权,其产品的更新周期缩短,档次提高。不言而喻,这对化验工作和化验员的素质都提出了新的要求。与这种新的形势相比,本书的部分内容已不合适,而某些较新的内容也显得欠缺。面对读者对本书的厚爱,本书销售情况良好,我们心中十分不安,为此,敦促作者在繁忙工作之余对本书再次进行修订,去陈补新,使本书的面貌有较大的改观,能够适合不同行业、不同产品分析工作之需。这次修订仍由作者约请诸松渊同志共同完成。

这次修订保留了原书既有深入浅出的讲述,又有实践性较强的例证的特点,同时进行了下述修订工作:调整了章节的体系,增添了定性分析的内容,补充了简明实用的范例。规范了法定计量单位及符号,等等。

读者对本书有什么意见和建议,仍欢迎随时提出。

江苏科学技术出版社

1994 年 2 月

再版说明

《化验员必读》自 1982 年问世以来,数次印刷,共发行了十多万册。它以简明、实用的特点,赢得工厂化验员的广泛欢迎,我们至今仍不断接到读者求购信函。

随着科学技术和生产的发展,书中的部分内容显得陈旧或单薄,很有必要进行全面修订。为此,由作者约请诸松渊同志,共同完成了这次修订工作。修订大致包括以下几个方面,某些章节作了调整,如将溶液部分移到第一章,试剂部分移到第二章,内容也有所增删;所有单位都按法定计量单位重新命名;增加了分析方法实例和仪器分析种类;每章都增补了思考与练习的内容。

对本书中存在的问题,仍请读者随时指正。

江苏科学技术出版社

1988 年 2 月

前 言

从事化验工作的青年同志,会因为自己工作的重要性而感到自豪,也会因难以读懂专业书籍、熟练掌握分析化验技能而感到焦急。本书便是针对这种情况编写的,主要供具有初中以上文化程度的从事化验工作的同志作入门学习用。

书中介绍了化验基础知识、常用仪器、分析方法及操作技术、溶液配制、数据处理和安全技术等知识,并对一些有发展前途的先进分析方法作了简介。考虑到许多中小工厂的现状,书中特别列出了常用化验仪器的规格和价格,以便选购,并介绍了几种仪器的自制方法。

本书曾请在工厂从事多年化验工作的同志看过,认为材料的编选比较合适。南京师范学院化学系吕汝萦老师对全书进行了认真的审订,许文鏢老师也提出了宝贵的意见,在此表示衷心感谢。

恳请读者进一步批评指教。

编 者

1981年5月

目 录

第一章 基础知识	1
第一节 溶解度和溶液的浓度	1
一、溶解度	3
二、溶液的浓度	5
第二节 化学反应速度和化学平衡	13
一、化学反应速度	13
二、影响化学反应速度的因素	14
三、质量作用定律	15
四、化学反应的可逆性	16
五、化学平衡和平衡常数	16
六、化学平衡的移动	18
第三节 电解质和电离平衡	20
一、电解质和电离	20
二、弱电解质的电离平衡	21
三、水的离子积和溶液的 pH 值	24
四、同离子效应和缓冲溶液	28
五、盐的水解	33
第四节 沉淀反应	35
一、溶度积原理	35
二、沉淀的生成	38
三、沉淀的溶解	40

四、分步沉淀和沉淀的转化	41
第五节 配位化合物	43
一、配位化合物的组成	43
二、配位化合物的命名	45
三、配合平衡和配位化合物的稳定常数	46
第六节 氧化还原反应	48
一、化合价和氧化数	48
二、氧化和还原、氧化剂和还原剂	50
三、原电池	50
四、电极电位	52
五、氧化还原平衡	55
思考与练习	57
第二章 化学仪器和化学试剂	61
第一节 玻璃仪器及辅助器皿	61
一、常用玻璃仪器	62
二、玻璃仪器的洗涤和干燥	88
三、辅助器皿	97
第二节 简单的玻璃加工技术	105
一、酒精灯、酒精喷灯和煤气灯	105
二、玻璃管的简单加工	110
三、其它玻璃加工技术	115
第三节 天平	116
一、天平的类别和结构	119
二、砝码	132
三、天平的性能和使用	134
第四节 化学试剂	141
一、化学试剂的等级	141
二、化学试剂的包装规格和贮藏	143
三、化学药品的取用	147

思考与练习	148
第三章 纯水和标准溶液的制备	153
第一节 纯水及其制备	154
一、蒸馏水	154
二、去离子水	156
三、其它分析用纯水	163
四、水的质量检验	165
第二节 标准溶液的配制和标定	169
一、直接法	169
二、标定法	174
思考与练习	176
第四章 化学分析方法及基本操作技术	177
第一节 试样的采集和制备	179
一、试样的采集	179
二、试样的分解	184
第二节 定性分析	193
一、无机物的定性分析	193
二、有机物的定性分析	210
第三节 重量分析	224
一、气化法	225
二、沉淀法	233
第四节 滴定分析	254
一、滴定分析概述	254
二、酸碱滴定法	271
三、氧化还原滴定法	284
四、配位滴定法	299
五、沉淀滴定法	305
六、非水酸碱滴定法	314
第五节 比色分析	320

一、比色分析概述	320
二、目视比色法	325
三、检测管比色法	330
四、光电比色法	333
五、分光光度法	338
六、比色仪器的日常检查和简易维护	346
第六节 物质物理常数的测定	348
一、熔点的测定	349
二、凝固点的测定	352
三、沸点的测定	353
四、相对密度和波美度的测定	355
五、粘度的测定	360
六、蒸气压的测定	366
七、折光率的测定	368
八、旋光度和比旋光度的测定	371
思考与练习	374
第五章 仪器分析方法及基本操作技术	378
第一节 电化学分析法	379
一、电位分析法	379
二、电导分析法	394
第二节 原子吸收分光光度法	396
一、原子吸收分光光度法	396
二、原子吸收分光光度计	397
第三节 色谱分析法	403
一、气相色谱法	403
二、液相色谱法	410
三、萃取操作技术	413
思考与练习	415
第六章 数据处理	416

第一节 误差	416
一、准确度和精密度	416
二、误差的来源和提高准确度的方法	418
第二节 有效数字及运算规则	422
一、有效数字	422
二、有效数字的运算规则	424
三、数字修约规则	425
第三节 电子计算器与微型计算机	427
一、电子计算器的使用	427
二、微型计算机的应用	433
第四节 原始记录、数据处理和化验报告	434
一、原始记录	434
二、数据处理	435
三、化验报告	436
思考与练习	436
第七章 化验室安全	439
第一节 化验室的安全工作	439
一、明确的规章制度	439
二、良好的工作环境	440
三、严格的安全守则	441
第二节 化验室的环境保护工作	443
一、环境监测工作	443
二、化验室的环保措施	444
第三节 不幸事故的急救和处理	445
一、火灾	446
二、触电	448
三、外伤	449
四、中毒	451
思考与练习	452

附录	454
一、国际相对原子质量表	454
二、常见无机化合物的相对分子质量	458
三、化验分析中的法定计量单位	466
四、弱酸和弱碱的电离常数	469
五、难溶化合物的溶度积常数	470
六、配位化合物稳定常数	473
七、标准电极电位	475
八、重量分析换算因数	479
九、滴定分析换算因数	481
十、常用稀酸和稀碱的配制	483
十一、常用试纸的制备	484
十二、酸、碱、盐的溶解性表	485
十三、常用酸、碱溶液的浓度和密度	486
十四、液体相对密度与波美度对照表	489
十五、滴定分析(容量分析)用标准溶液的配制与标定	493
十六、缓冲溶液的配制	519
十七、定量和定性化学分析滤纸的规格	520
十八、可燃性气体的燃点和混合气体的爆炸范围	521
十九、思考与练习参考答案	522

第一章 基础知识

化学分析(又称化验)综合了化学、数学和物理等多方面的知识,用以鉴定物质的组成,测定物质各组成部分的含量。前者称为定性分析,后者则称为定量分析。在生产实践中,化学分析对生产既起着指导和协助的作用,又起着控制和监督的作用,并且还为新产品、新工艺的研制提供依据,是现代工业生产及环境保护工作的重要环节。

化验检测工作的特点是:技术性强,知识面广,责任心强。因此,化验员的技术素质是实现检测科学化,确保测试结果准确可靠的决定性因素之一。学习化学分析的基础知识,掌握与化验相关的理论及计算,对于学习化验的基本操作,掌握各种化验方法,更好地理解化验的原理有着十分重要的作用。

第一节 溶解度和溶液的浓度

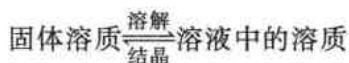
溶液属于分散系之一,它是一种物质(或几种物质)以分子或离子状态分散在另一种物质中所形成的均匀体系,所以,均匀性和稳定性是所有溶液的共性。分散系还包括浊液(悬浊液或乳浊液)和胶体溶液(又称溶胶)。它们之间的区别见表1-1。

表 1-1 溶液、溶胶和浊液的比较

类别 性质	溶 液	溶 胶	浊 液
分散在水中的微粒	分子或离子	高分子或大量分子的集合体	大量分子的集合体
分散微粒的直径	$<10^{-9}\text{m}$	$10^{-9}\sim 10^{-7}\text{m}$	$10^{-7}\sim 10^{-3}\text{m}$
均匀性	均匀	均匀	不均匀
稳定性	稳定	稳定	不稳定

溶液由溶剂和溶质所组成。水是最常用的良好溶剂。用水作溶剂的溶液称为水溶液或简称为溶液,例如氢氧化钠溶于水后形成氢氧化钠的水溶液或氢氧化钠溶液。有些有机物质(如酒精、汽油、苯等)也常作为溶剂,以这些物质作溶剂的溶液统称为非水溶液,例如碘的酒精溶液(常称为碘酒)。当固体或气体溶于液体形成溶液的时候,固体或气体是溶质,液体是溶剂。当两种液体互相溶解形成溶液时,常把量少的称为溶质,而把量多的那种液体称为溶剂。

溶质均匀地分布于溶剂中的过程叫做溶解。与此同时,溶解在溶剂中的溶质重新从溶液中析出的过程叫做结晶。当溶液中溶质的量达到一定值时,结晶的速度等于溶解的速度,于是结晶和溶解达成动态平衡:



在一定温度下,溶解和结晶达到动态平衡的溶液叫做饱和溶液。在一定温度下还能继续溶解溶质的溶液叫做不饱和溶液。假使在一定温度下溶液中所含溶质的量超过该温度下

饱和溶液中所含溶质的量,这种溶液叫做过饱和溶液。过饱和溶液是一种不稳定状态的溶液,只要往其中投入一小颗溶质晶体(称为晶种),在很短的时间内,所有过量的晶体都会析出来,这时过饱和溶液就转变为饱和溶液。有时,轻微的振动、摇晃,用玻璃棒摩擦盛溶液的器皿壁等,也会破坏溶液的过饱和状态。十水硫酸钠($\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$)、硫代硫酸钠($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$)等都比较容易形成过饱和溶液。

一、溶解度

在一定温度下,饱和溶液中所含溶质的量称为该溶质在该温度下的溶解度。对于固体溶质来说,通常以一定温度下,某物质在 100g 溶剂中制成饱和溶液时所溶解的克数,叫做某物质在某温度时的溶解度;由于称量气体的质量比较困难,所以气体溶解度通常指的是该气体(其压强为 $1.01 \times 10^5 \text{Pa}$)在一定温度时溶解在 1 体积溶剂里的体积数。一些无机化合物在水中的溶解度和一些气体在水中的溶解度数据可在有关资料中查阅。

各种物质的溶解度不同,习惯上把在室温时,溶解度大于 10g 的物质叫做易溶物质;溶解度在 1~10g 之间的物质叫做可溶物质;溶解度在 0.01~1g 之间的物质叫做微溶物质;溶解度小于 0.01g 的物质叫做难溶物质或不溶物质。一些酸、碱、盐的溶解性可见本书附录。

绝大多数固体,其溶解度随温度升高而增加。但是也有少数固体(如氢氧化钙和醋酸钙等)的溶解度随温度的升高而减少。溶解度曲线能清楚地表明溶解度和温度的关系,以硝酸钾为例,根据硝酸钾在不同温度下的溶解度(表 1-2)可以绘制

出它的溶解度曲线(图 1-1)。

表 1-2 硝酸钾在水中的溶解度

温度(℃)	0	10	20	30	40	50	60	70
溶解度(g/100g 水)	13.3	20.9	31.4	45.8	63.9	85.5	110.0	138

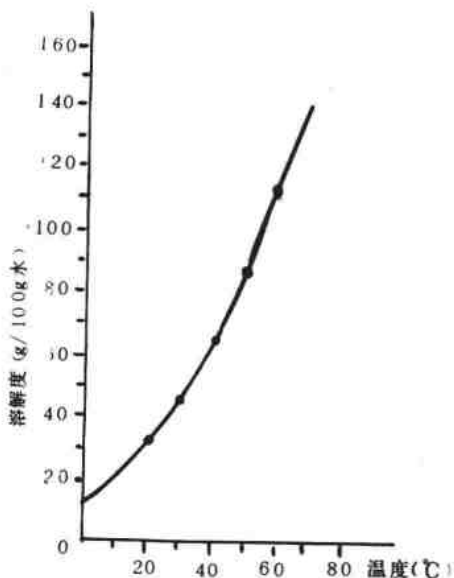


图 1-1 硝酸钾在水中的溶解度曲线

例 将 30℃ 的 25g 碘化钾饱和溶液蒸干, 得到 15g 碘化钾固体。计算 30℃ 时碘化钾的溶解度。

解 根据溶解度的定义和题中的数据, 可以得到下列关系:

关系式: 溶液 — 溶质 — 溶剂

关系量: 25g 15g 25-15=10g

已知量、未知量 x 100g

列比例: $\frac{15}{x} = \frac{10}{100}$

求未知量: $x = \frac{100 \times 15}{10} = 150(\text{g})$

所以, 30℃时碘化钾的溶解度为 150g。

这里我们介绍的解题方法叫做关系式法, 它可以归纳为下面几句话:

关系式, 关系量,
这是根据不能忘。
已知未知是条件,
条件对准关系量。
上下相比列比例,
求出未知即解完。

物质溶解度的大小主要决定于溶质和溶剂本身的性质。一般规律是物质倾向于溶解在和它本身结构和性质相似的溶剂里, 称为“相似相溶”的经验规律。即极性化合物比较容易溶解在极性溶剂中; 非极性化合物则比较容易溶解在非极性溶剂中。

二、溶液的浓度

我们把在一定量的溶液中所含溶质的量叫做溶液的浓度。溶液的浓度有各种不同的表示方法, 主要有质量百分浓度和物质的量浓度两种。

1. 质量百分浓度

溶液的浓度用 100g 溶液中所含溶质的质量(g) 来表示