

医用基础化学

根据1982年卫生部颁布教学大纲编写

(供医学、儿科、口腔、卫生专业用)

中山医学院化学教研室主编

编写说明

本教材是根据卫生部一九八二年三月颁发的《高等医学院校化学教学大纲》第一部分——基础化学的内容编写而成，供五年制医学、卫生、儿科及口腔专业使用的。按照教学大纲提出的：“应加强基础理论、基本知识和基本技能的训练、为医学后继课程奠定必要的化学基础”的要求，并根据医学院校一年级新生的特点，编写时力求简明地阐述化学的基础理论和基本知识，避免过多的数学推导，注意与目前中学化学教学实际的衔接。本教材涉及的计量单位尽量采用国际单位（SI）制，同时也照顾到现有的习惯，有时也附出习惯上常用单位的数据。用楷体字印刷部份可供各院校根据教学具体情况予以取舍。

本教材初稿由中山医学院化学教研室集体编写，并经本院八二年级试用。八三年一月在中山医学院举行的有二十一所医学院校化学教师代表参加的“部分医学院校化学教学讨论会”上，考虑到卫生部虽已下达了新的化学教学大纲，但新教材尚未出版，在这种情况下，与会同志同意由中山医学院化学教研室根据新教学大纲的内容对原稿进行修改供各院校选用。本教材修改稿经石建贞（兰州医学院）、汪泱（江西医学院）、沈佩弟（湖北医学院）、张治益（浙江医科大学）、李瑞骥（广州医学院）、李毅（广西医学院）、陈德愉（衡阳医学院）、赵钦（昆明医学院）、胡惠容（内蒙古医学院）、徐葆筠（青岛医学院）、郭金鹏（河北医学院）、虞光明（天津医学院）等同志共同审阅，并提出了不少宝贵意见，使本教材得以顺利地编成付印，在此谨表深切的谢意。

本书系试用教材，由于编写和修改时间仓促，加之编者水平所限，书中错误遗漏在所难免。我们诚恳地希望各兄弟医学院校的老师 and 读者多所指正，以利日后进一步修订。

5411

中山医学院化学教研室
一九八三年三月。

目 录

章节	页
绪論.....	(1)
第一章 溶液	
1—1 溶液的一般概念.....	(3)
1—2 物质的溶解度.....	(4)
一、固体在液体中的溶解度.....	(4)
二、气体在液体中的溶解度.....	(5)
三、液体对液体的溶解.....	(8)
四、分配定律.....	(8)
1—3 溶液浓度及计算.....	(10)
一、离子毫克当量.....	(14)
二、离子的毫克当量浓度.....	(16)
1—4 溶液的蒸气压、拉乌尔定律.....	(18)
一、溶液的蒸气压.....	(18)
二、拉乌尔定律.....	(19)
1—5 溶液的沸点与凝固点.....	(21)
一、溶液的沸点升高.....	(21)
二、溶液的凝固点降低.....	(22)
1—6 溶液的渗透压.....	(24)
一、渗透现象和渗透压.....	(24)
二、溶液渗透压与溶液浓度、温度的关系.....	(25)
三、等渗、高渗和低渗溶液.....	(27)
四、晶体渗透压和胶体渗透压.....	(31)
1—7 稀溶液定律.....	(31)
习题.....	(32)
第二章 电解质溶液与离子平衡	
2—1 电解质的一般概念.....	(35)
一、电解质类型.....	(35)
二、电离度.....	(36)
2—2 弱电解质的电离平衡.....	(39)
一、弱电解质的电离平衡.....	(39)
二、稀释定律.....	(40)

三、多元酸碱的电离·····	(42)
四、同离子效应·····	(45)
2—3 强电解质溶液·····	(46)
一、离子互吸学说·····	(46)
二、活度和活度关系·····	(47)
三、离子强度与活度关系·····	(47)
四、盐效应·····	(49)
2—4 微溶电解质的沉淀平衡·····	(50)
一、溶度积·····	(50)
二、沉淀的生成与溶解·····	(51)
三、溶度积的计算·····	(52)
2—5 酸碱理论·····	(54)
一、酸碱理论发展的历史简述·····	(54)
二、酸碱质子理论·····	(55)
2—6 水的质子自递作用及溶液的pH·····	(57)
一、水的质子自递作用与水的离子积·····	(57)
二、水溶液的酸碱性及pH值·····	(58)
2—7 水溶液中质子转移平衡及pH值的计算·····	(59)
一、酸碱质子转移平衡常数·····	(59)
二、水溶液中的酸碱平衡及溶液的pH计算·····	(61)
2—8 酸碱的电子理论·····	(65)
一、路易斯酸碱理论·····	(65)
二、广义酸碱的软硬分类·····	(66)
习题·····	(67)

第三章 缓冲溶液

3—1 缓冲作用的概念·····	(70)
一、缓冲作用·····	(70)
二、缓冲作用的原理·····	(70)
三、缓冲溶液的组成·····	(72)
3—2 缓冲溶液的pH值·····	(72)
一、缓冲公式·····	(72)
二、缓冲溶液pH值的计算·····	(73)
三、缓冲公式的校正·····	(74)
3—3 缓冲容量和缓冲溶液的配制·····	(76)
一、缓冲容量·····	(76)
二、影响缓冲容量的因素·····	(78)

三、缓冲溶液的配制	(80)
3—4 溶液pH值的测定	(83)
一、酸碱指示剂	(83)
二、溶液pH值比色测定	(86)
3—5 缓冲溶液在医学上的重要意义	(86)
习题	(88)
第四章 化学热力学基础	
4—1 几个基本概念	(90)
一、体系和环境	(90)
二、状态和状态函数	(90)
三、功和热	(91)
4—2 热力学第一定律	(91)
一、热力学第一定律表达式	(91)
二、*可逆过程与最大功	(92)
三、焓	(94)
4—3 热化学	(95)
一、热化学方程式	(95)
二、盖斯定律	(96)
三、生成热	(97)
四、燃烧热	(100)
五*、由键能估计反应热	(100)
4—4 化学反应的自发性	(101)
一、熵和热力学第二定律	(102)
二、自由能	(104)
三、反应的焓变和熵变对反应自由能变的影响	(106)
4—5 化学反应的等温方程式	(108)
4—6 化学平衡和化学平衡常数	(111)
一、可逆反应和化学平衡	(111)
二、化学平衡常数和标准自由能变	(111)
三、平衡常数的物理意义	(113)
四、 K_p 和 K_c 的关系	(114)
五、有关平衡常数的计算	(115)
4—7 化学平衡的移动	(116)
一、浓度对化学平衡的影响	(116)
二、压力对化学平衡的影响	(117)
三、温度对化学平衡的影响	(118)

四、吕·查德理原理	(120)
习题	(120)
第五章 化学反应速度	
5—1 化学反应速度的表示法	(122)
5—2 活化分子和活化能	(124)
5—3 浓度对反应速度的影响	(127)
一、基元反应和复杂反应	(127)
二、质量作用定律	(127)
三、反应级数	(128)
四、一级、二级反应的特征	(129)
5—4 温度对反应速度的影响	(132)
5—5 催化剂对反应速度的影响	(136)
一、催化剂和催化作用概述	(136)
二、均相催化	(137)
三、多相催化	(137)
四、酶催化	(138)
习题	(139)
第六章 原子结构	
6—1 核外电子运动的特殊性	(141)
一、核外电子运动的量子化特征——氢原子光谱和波尔理论	(141)
二、核外电子运动的波粒二象性	(145)
(一) 德布罗衣预言	(145)
(二) 电子衍射实验	(146)
(三) 测不准原理	(147)
三、核外电子运动状态的描述	(147)
(一) 波函数和原子轨道	(147)
(二) 电子在核外空间出现的几率密度	(150)
四、四个量子数	(155)
6—2 原子核外电子的排布	(158)
一、多电子原子的能级	(158)
(一) 屏蔽效应和钻穿效应	(158)
(二) 近似能级图	(160)
二、核外电子排布原理和电子排布	(161)
(一) 保里不相容原理	(161)
(二) 最低能量原理	(162)
(三) 洪特规则	(162)

6—3	原子的电子层结构和元素周期系	(167)
一、	元素性质呈现周期性的内在原因	(167)
二、	原子的电子层结构和周期的划分	(167)
三、	原子的电子层结构和族的划分	(168)
四、	原子的电子层结构和元素的分区	(168)
6—4	原子的电子层结构和元素某些性质的周期性	(170)
一、	原子半径	(170)
二、	电离能	(172)
三、	电子亲合能	(174)
四、	电负性	(175)
五、	元素的金属性和非金属性	(177)
六、	元素的化合价	(177)
	习题	(179)
第七章 分子结构		
7—1	离子键和离子型化合物	(181)
一、	离子键的形成	(181)
二、	离子的电荷、离子的电子构型和离子半径	(182)
三、	离子型化合物	(186)
7—2	共价键和共价化合物	(188)
一、	现代价键理论	(188)
二、	键参数	(192)
三、	轨道杂化理论	(195)
四*	价层电子对互斥理论	(199)
五、	分子的物理性质	(202)
7—3	分子轨道理论简介	(205)
一、	分子轨道的概念	(206)
二、	分子轨道的形成	(206)
三、	分子轨道能级及分子轨道中电子的排布	(207)
四、	键级	(210)
7—4	配位键及配位化合物	(211)
7—5	金属键和金属晶体	(212)
一、	金属键	(213)
二、	金属晶体	(213)
7—6	分子间力和氢键	(214)
一、	分子的极化	(214)
二、	分子间力	(215)

三、氢键	(217)
7—7 物质的聚集状态和晶体类型的简介	(218)
习题	(220)
第八章 配位化合物 (配合物)	
8—1 配合物的基本概念	(222)
一、配合物的定义	(222)
二、配合物的组成	(223)
三、配合物的命名	(226)
四、配合物的异构现象	(227)
8—2 配合物的结构理论	(230)
一、价键理论	(230)
二、晶体场、配位场理论	(234)
(一) 晶体场分裂能	(234)
(二) 影响分裂能因素	(236)
(三) 电子在 d_e 和 d_γ 轨道中的分布	(237)
(四) 晶体场稳定化能	(239)
(五) *晶体场、配位场理论的应用	(241)
8—3 配合物的离解平衡和平衡常数	(242)
一、 ML_n 型配合物的平衡常数	(242)
二、配合——离解平衡移动	(246)
8—4 螯合物	(248)
一、螯合物和螯合剂	(248)
二、edta 螯合物	(250)
三、edta螯合物的稳定常数	(251)
8—5 配合物在生物、医药等方面的应用	(253)
习题	(256)
第九章 氧化还原与电极电位	
9—1 氧化还原反应及其反应式的配平	(258)
一、氧化还原反应	(258)
二、氧化数	(259)
三、氧化还原反应式的配平	(260)
(一) 离子——电子法	(260)
(二) *氧化数法	(261)
9—2 原电池	(262)
一、原电池与氧化还原反应	(262)
二、液接电位和盐桥	(264)

三、电池的书写法	(265)
四、电池反应式和电极反应式	(265)
五*、电池电动势与化学反应自由能变的关系	(266)
9—3 电极电位	(269)
一、电池电动势与电极电位	(269)
二、标准氢电极和氢标电极电位	(270)
三、标准电极电位表	(271)
四、能斯特方程式	(273)
五、能斯特方程式的应用	(277)
9—4 电动势测定的应用	(281)
一、参比电极	(282)
二、指示电极	(283)
三、电位法测定溶液 pH 值	(285)
四*、电位滴定法	(287)
五*、离子选择性电极	(288)
习题	(290)
第十章 胶体化学概念	
10—1 表面现象和吸附	(293)
一、表面积和表面自由能	(293)
二、固体表面吸附	(295)
三、溶液的表面吸附	(298)
10—2 胶体体系	(300)
一、胶体的一般概念	(300)
二、胶体体系的动力学性质	(302)
三、胶体体系的光学性质	(305)
四、胶体体系的电学性质	(306)
五、溶胶的稳定性和聚沉	(309)
10—3 大分子溶液	(310)
一、大分子化合物	(310)
二、大分子溶液	(312)
三、大分子电解质溶液	(313)
四、凝胶	(316)
习题	(318)
第十一章 滴定分析法	
11—1 滴定分析法概述	(319)
一、滴定分析法的特点和方法	(319)

二、滴定分析的操作程序	(319)
三、滴定分析的计算方法和有效数字	(321)
四、滴定分析的误差	(324)
五、分析结果的准确度和精密度	(324)
11—2 酸碱滴定法	(326)
一、酸碱滴定法基本原理	(326)
二、滴定曲线与指示剂的选择	(327)
三、酸碱标准溶液的配制和标定	(335)
四、酸碱滴定法的应用示例	(335)
11—3 螯合滴定法	(337)
一、乙二胺四乙酸及其螯合物	(337)
二、酸度和其他配合剂的存在对edta滴定的影响	(338)
三、螯合物的条件稳定常数	(343)
四、金属指示剂	(344)
五、提高edta滴定选择性的方法	(347)
六、edta标准溶液的配制及标定	(349)
七、螯合滴定法的应用示例	(349)
11—4 氧化还原滴定法(高锰酸钾法、碘量法)	(350)
一、氧化还原当量	(350)
二、高锰酸钾法	(351)
(一)概述	(351)
(二)高锰酸钾标准溶液的配制及标定	(352)
(三)高锰酸钾法的应用示例	(353)
三、碘量法	(354)
(一)概述	(354)
(二)碘和硫代硫酸钠标准溶液的配制及标定	(355)
(三)碘量法的应用示例	(356)
习题	(358)
第十二章 吸光光度分析	
12—1 吸光光度分析原理	(361)
一、物质的颜色与吸收光颜色的关系	(361)
二、朗伯—比耳定律	(362)
12—2 吸收测量仪器与测量方法	(364)
一、吸收测量仪器	(364)
二、吸收测量的方法(光电比色法、分光光度法)	(367)
12—3 吸光光度法的误差来源和测量条件的选择	(369)

12-4 显色反应及其影响因素	(371)
12-5 吸光光度法应用示例	(373)
习题	(374)
中英化学名词对照	(376)
附录 I: 国际单位制 (SI) 及其换算系数	(385)
一、国际制基本单位	(385)
二、国际制导出单位	(385)
三、国际制词冠	(386)
四、国际单位制外的单位	(386)
附录 II: 某些物理常数	(387)
附录 III: 某些元素单质及化合物的标准生成热、标准生成自由能以及标准熵···	(388)
附录 IV: 某些有机化合物的标准燃烧热 (298K)	(396)
附录 V: 水溶液中某些离子的标准生成热、标准生成自由能和标准熵	(397)
附录 VI: 克拉克和勒勃斯缓冲溶液的 pH 值	(400)
附录 VII: 配合物的稳定常数 (18°—25℃)	(405)
附录 VIII: 微溶化合物的溶度积 (18°—25℃)	(410)
附录 IX: 金属离子和配位体的副反应系数 $\lg \alpha_{M(L)}$ 值	(413)
附录 X: 金属—edta 螯合物的条件稳定常数 (lg)	(419)
附录 XI: 国际原子量表 (1979年)	(419)
附录 XII: 四位对数表	(422)
附录 XIII: 元素周期表	(425)

绪 论

化学的研究对象和目的

科学的发生和发展,归根到底是由生产来决定的。化学就是随着社会生产不断发展而产生出来的各种自然科学中的一种。它所研究的对象是物质的组成、结构、性质及其变化规律和变化过程中的能量关系。通过这些研究,目的在于使人们认识和掌握运用物质结构和性质,为生产和科技中选用原材料提供可靠的科学根据,以便利用丰富的天然资源来制取或合成工农业生产与日常生活所需的各种有用产品,以造福于人类。认识和了解化学变化过程中能量关系及其转化规律,无论对于能源的充分利用,或是能源的节约,以至能源的开发,都有着十分重要意义。到目前为止,虽然原子能发电已有很大发展,但利用化学反应产生的能量作为能源仍然是占着主导地位。例如煤炭及各种液体燃料象汽油、煤油、柴油等,通过它们的燃烧(化学变化)而产生的能量,确是人类生活和生产中不能缺少的。因此,不管在人类生活中,还是工农业生产及科学技术中,化学都起着重要的作用。

化学研究的方法,已从最初的单纯观察和记述现象的阶段,进到了实验的阶段(当然其中也离不开观察与记述)。自然界中,到处都存在物质及物质的化学变化。人们在长期生产活动中,已积累了丰富的化学知识。随着生产的发展,也迫切需要人们把这些知识加以总结归纳,找出其规律性的东西,并上升为理论,以指导生产,促进生产。自然界中有许多化学变化,往往不易观察和了解清楚,为了研究它、掌握它,人们首先在实验室里创造一些必要的条件,如温度、压力、光照、通电等,使这些化学变化以可观察的速度平稳地进行。必要时还可以反复多次进行试验,深入探讨其变化的本质,摸索其变化规律。这种工作便是科学实验。实践出真知,只有不断地进行各种科学实验,人们才能逐步地掌握化学知识和各种化学变化规律,并懂得运用这些规律去为工农业生产服务,或具体解决经济建设和国防建设中有关化学方面的问题。为此,化学科学在我国经济建设和国防建设中都占有相当重要的地位。

化学研究的范围非常广泛,担负的任务也相当复杂。由于研究的角度不同,化学学科便产生了最初的几个分支;有研究无机物和有机物的性质、组成和结构关系的无机化学与有机化学;有研究测定物质的成分及其含量的分析化学;以及应用物理学原理与方法研究物质的化学变化规律的物理化学等等。后来由这四大基础分支学科,根据研究对象及研究方法的不同,又派生出不少分支;如稀有元素化学,胶体化学,元素有机化学、生物化学、光谱分析、电化学、地球化学、环境化学等等。医用基础化学也可以说是这一类派生的分支学科,它是专门讨论一些与医学有密切关系的化学基础知识与基础理论为主要内容的医学基础学科。

今天,化学已成为一株枝繁叶茂的科学之树,它与其他学科关系相当密切,不但能够促进其他学科的发展,而且能与其他学科结合起来,越来越广泛地应用到人类生产和生活的各个领域。

化学与医学的关系

医学的任务是探求人体的生理现象和病理现象规律,从而寻找防病治病的方法,以保障人类身体健康。人体内一切生理病理现象,与体内发生的许多化学变化是息息相关的,所以要熟悉现代医学基本理论,就非具有相当的化学知识不可。而且化学在疾病诊断和治疗方面,也有着不可缺少的作用。“临床化学诊断”,本身就是一种化学分析方法。在医疗上使用的许多预防和治疗药物,很多都是用化学方法从天然物提取或合成的产品。

要学好医学基础课,也离不开化学基础知识。

研究药物与机体相互作用的规律及其原理的《药理学》,它认为药物必须与“受体”结合才能发挥作用。而所谓受体就是指首先与药物直接发生反应的化学基团。不了解化学基团结构与基本性质就无法学好。

研究环境对机体影响,寻找预防疾病措施的《卫生学》,它要求对环境中土壤、空气、食物、饮水进行检验,对三废及环境污染进行监测,这里面很大一部分工作是化学分析工作。

研究生物和化学之间关系的《生物化学》,它是医学基础中的一门重要课程,它本身是从有机化学发展和分支出来的新兴学科。

《临床诊断学》中一个重要组成部分——临床化学检验就是要求对人体内各种体液(如血液、尿液、胃液、脊髓液等)中某些化学成分的含量进行化学分析。

无数事实证明,各门学科之间互相渗透,已经成为今天科学技术发展的一个重要特点。科学上要取得重大突破,往往要综合运用各门学科的知识。现代医学的发展也不例外。因此每个高等医学院校的学生,要想学好医学,要想今后工作中有所创造、有所发明,都必须具备足够的化学基础知识。

化学是高等医学院校的一门基础课。按照目前高等医学院校教学大纲规定,它分为基础化学与有机化学两部分。基础化学包括与医学有关的无机化学,物理胶体化学及分析化学的基本知识与基础理论,并配备一定数量的实验内容,通过实验培养学生理论结合实际,熟练掌握化学实验基本操作技术。从学习内容上大致可分为五个组成部分:

1. 讨论有关溶液及其性质的《溶液》《电解质溶液与离子平衡》《缓冲溶液》等章;
2. 讨论有关物质结构及其性质的有《原子结构》《分子结构》《配位化合物》等章;
3. 讨论物质变化过程速度、能量关系和反应发生的原动力的《化学反应速度》《化学热力学基础》《氧化还原与电极电位》等章;
4. 讨论有关大分子及大颗粒分散系结构和性质的《胶体化学概论》;
5. 讨论有关物质含量测定的《容量分析》《吸光光度法》等章。

学习这些内容,除了为后继课程如有机化学、生物化学、药理学、卫生学及临床检验学等打下必要的化学基础外,还通过实验训练必要的实验基本技能,培养实事求是的科学态度和严谨细致的工作作风,培养独立工作能力,以便为日后参加工作和开展医学科研创造一定的条件。

第一章 溶 液

在科学实验、工农业生产和日常生活中，溶液 (solution) 都具有极大的意义。很多化学反应及绝大部分无机物质的离子反应，都是在溶液中进行的。人的体液如血液、淋巴液以及各种腺体的分泌液等，也都属于溶液。所有食物必须先变为溶液才易被消化吸收。临床上很多药物也常常配成溶液使用。

1-1 溶液的一般概念

溶液是由溶质以分子或离子的形式，自动扩散 (diffusion) 到全部溶剂中所形成的均匀而稳定的体系。

固体的溶解 (dissolion) 实际上存在着两个相反的过程。一方面固体表面的粒子由于本身的振动及溶剂分子冲击和吸引脱离固体表面，并扩散到溶剂中去，这个过程叫溶解；另一方面，随着溶解的进行，溶液中溶质粒子的数目逐渐增加，它们在不运动中也可以重新回到固体表面，这个过程叫结晶 (或沉积)。当溶解开始时，溶解速度很大，结晶 (或沉积) 速度很小。但随着溶质的不断溶解，溶液浓度逐渐增大，已溶解的溶质粒子与未溶解的固体碰撞的机会逐渐增多，因而结晶 (或沉积) 的速度由小变大，而溶解速度则由大变小，最后两者速度相等，溶解与结晶 (或沉积) 处于动态平衡状态。这时溶液中多余的固体溶质就好象不再溶解，溶液的浓度也不再改变了，这种与未溶解溶质成平衡状态的溶液，称为饱和溶液 (saturated solution)。

溶液的浓度小于它的饱和溶液浓度时，称为未饱和溶液。未饱和溶液还可以继续溶解相同的溶质。

当温度升高时，有一些饱和溶液还可以溶解更多的溶质，并形成新的饱和溶液。如果将此溶液过滤后冷却，则有的虽经放置相当长的时间，也不会有结晶析出，这些溶液中所含溶质的量已超过它在该温度时所能溶解的量，故称为过饱和溶液。

气体溶解于液体中，同样存在着两个相反的过程。一方面是气体溶入液体中，另一方面已溶入液体的气体又从溶液逸出。当温度和气体压力一定时，这两个相反过程可以达到动态平衡，所得的溶液，就是一定温度和压力下该气体的饱和溶液。

在溶解过程中，常伴有吸热或放热的现象，这就是溶解的热效应 (heating effect)。盐类晶体溶解于水的热效应是由两种热效应组成的。一方面溶解过程需要将盐类晶体中的离子拆散，并向液体中扩散，这需要消耗一定的能量，也就是要吸热；另一方面盐类离子会发生水化作用，这个过程会有能量放出，也就是要放热。溶解过程的热效应则是

这两种热效应的代数和。

习惯上如不注明，在25℃和1大气压下，1摩尔溶质溶解于足量的水（通常指200—400摩尔水）而形成极稀的溶液时，所吸收或放出的热量，称为该物质的溶解热（heat of solution）。为什么要规定溶于足量的水呢？这是因为溶解的热效应除与溶质及溶剂本性等有关外，还与浓度——即溶剂的数量有关。例如1摩尔氯化氢溶于2摩尔水中时，放出11.46千卡热量，如果再加入1摩尔水，它又会放出2.01千卡热量，若再继续加水，还会放出少量的热，只有加入足量的水以后才不会再因加水稀释而发生热量改变。1摩尔氯化氢溶于足量水后，共可放出17.53千卡热量。这就是氯化氢的溶解热。

1-2 物质的溶解度

一般地说，溶解度（solubility）是指一定温度下（对气体还应指明压力），物质在一定量溶剂中达到饱和时所能溶解的量。

在同一溶剂中，不同溶质的溶解度差别很大。同一溶质在不同溶剂中的溶解度也有很大差异。温度改变时，溶解度也往往随之改变。

在溶质及溶剂本性方面，目前还没有找出预测物质溶解度的完整规律。只有根据经验得出的“相似相溶”规则。所谓相似，主要是指物质的结构相似和极性相似两方面。例如苯（ C_6H_6 ）不溶于水，而苯酚（ C_6H_5OH ）则能溶于水，这就是因为苯与水结构上不相似，而苯酚与水都有羟基，因而具有一定的相似性。又如盐类大多数易溶于水而不溶于有机溶剂（如苯、乙醚等）。这是由于盐类物质的极性一般较大，水分子本身的极性也相当大，而有机溶剂的极性则一般较小或没有极性。反之，分子极性较小的有机化合物，则往往易溶于有机溶剂，而在水中的溶解度则很小。

一、固体在液体中的溶解度

固体的溶解度是指在一定温度下，100克溶剂（水）中，形成饱和溶液时，所含溶质的克数，各种物质在不同温度下的溶解度，可由实验测得，以温度对物质的溶解度作图，绘成溶解度曲线，应用时可直接查阅。

从溶解度曲线可以看出：

（一）大多数固体的溶解度都随温度升高而增加。其溶解度曲线的陡度则因物质种类不同而各不相同。

（二）醋酸钙溶解度随温度升高而降低。

（三）个别物质例如硫酸钠的溶解度开始随温度升高而增大，当温度超过32.4℃时，溶解度反随温度升高而降低。

（四）氯化钠在温度升高时其溶解度仅略为增加。

溶解度随温度改变的关系，可以用来分离提纯含有杂质的物质。在无机盐制备中所用的重结晶法，即为一例。将含有杂质的无机盐溶于一定量溶剂中，加热使成饱和溶

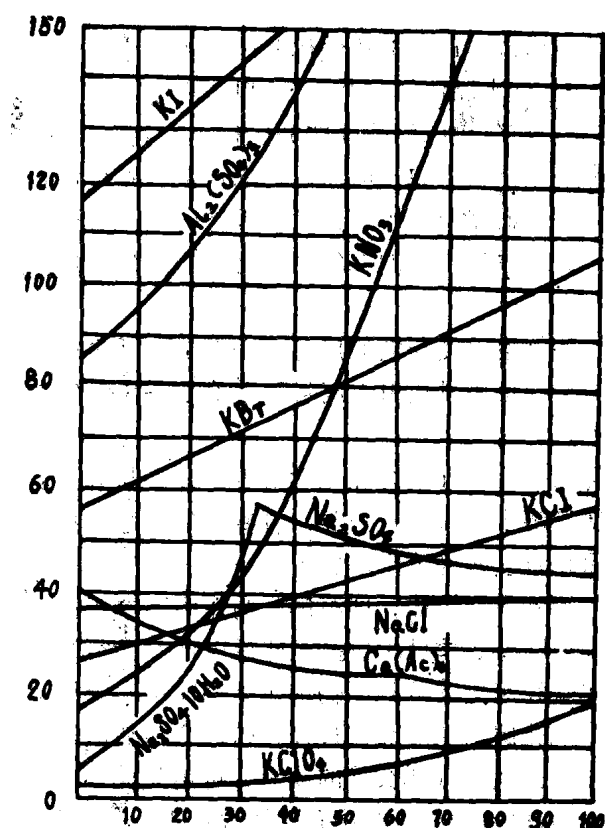


图 1-1 物质溶解度与温度关系 (溶解度曲线)

液，趁热过滤，以除去不溶性杂质，滤液(必要时蒸发浓缩)冷却后，即可析出较纯净的盐。而原来盐中所含少量的可溶性杂质，则因浓度很小，尚未达饱和而不会析出结晶。如一次结晶不够纯净，可再进行重结晶。

二、气体在液体中的溶解度

气体的溶解度不但因气体和溶剂的本性而异，也随温度和液面上气体压力而改变。

气体溶于水时都是放热的，所以气体的溶解度均随温度升高而减小。如将水煮沸即可使其所溶解的二氧化碳等气体除去就是这个原因。但也有例外，加热盐酸溶液时，不论盐酸稀浓，氯化氢和水蒸气都同时逸出。稀盐酸加热时，水蒸气逸出较多。浓盐酸加热时，氯化氢气体逸出较多。最终都达到从溶液逸出的气体中，氯化氢分子数与水分子数之比和溶液中组成相同，此时溶液浓度不再改变(含氯化氢20.24%(g/g))，沸点也不再改变(110°C)，这种在一定压力下保持恒定沸点的溶液，叫做恒沸点溶液。由此可

见，溶液中所溶解的气体，不一定都能加热除去。但是温度升高，气体溶解度减小的规律，则毫无例外。

(一) 亨利定律

一定温度下，气体的溶解度还将随该气体分压的改变而变化。例如在 0℃ 二氧化碳压力为 1 大气压时，100 毫升水能溶解 0.335 克。但若温度不变，二氧化碳压力增到 2 大气压，则可溶解 0.670 克。空气中二氧化碳的分压很小（只有 0.2 mmHg），因此大气中二氧化碳溶于天然水中的量是很小的。清凉饮料汽水为二氧化碳的饱和水溶液，压入的二氧化碳约为 1 大气压。当密封的汽水开盖后，因空气中二氧化碳分压很小，此时二氧化碳溶解度迅速减小，于是原来溶入的二氧化碳就必然剧烈地从汽水中逸出而产生大量气泡。

在温度不变时，气体的溶解度与它的压力在一定范围内成正比这一关系称为亨利定律 (Henry's law)。亨利定律只适用于压强不大 (2—3 大气压)，溶解度小，又不与溶剂发生化学反应的气体。

气体溶于液体中可以分为物理溶解和化学溶解。凡不与溶剂发生化学变化的叫物理溶解，例如氢、氧、氮等溶于水属于这一类。有些气体溶解时有化学反应发生，这类溶解叫化学溶解，例如氯化氢、氨等溶于水属于这一类。化学溶解的气体在压力增大时，溶解度也会增大，但不遵守亨利定律，即溶解度与压力不成正比关系。二氧化碳虽然也能与水起作用，如 $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3$ ，但此反应向右进行的程度很小，所以在温度不高的情况下，二氧化碳在水中的溶解度仍基本上遵循亨利定律。

人的呼吸过程是二氧化碳与氧的交换过程，肺泡气与肺泡壁毛细血管中的血液相接触时，这两种气体便进行交换。气体交换的动力，可用气体分压差来解释。

已知肺泡气总压力为 760 mmHg，其中包括该温度下（体温约 37℃）的饱和水蒸汽压为 48 mmHg，其余氧、氮、二氧化碳等气体总压力应为 $760 - 48 = 712$ mmHg。在肺泡气中，除去水蒸气以外，其余气体所占体积百分比为氧 14%，二氧化碳 5.6%，氮 80%。气体分压与混合气体中该气体所占体积百分比成比例，因此，在肺泡中各气体的分压可计算如下：

$$\text{O}_2 \text{ 分压} = \frac{14}{100} \times 712 = 100 \text{ (mmHg)}$$

$$\text{CO}_2 \text{ 分压} = \frac{5.6}{100} \times 712 = 40 \text{ (mmHg)}$$

$$\text{N}_2 \text{ 分压} = \frac{80}{100} \times 712 = 570 \text{ (mmHg)}$$

肺泡壁毛细血管中血液的氧分压为 40 mmHg，二氧化碳分压为 46 mmHg，气体总是由分压较高处向分压较低处扩散。于是氧势必由肺泡通过毛细血管壁进入血液中，而二氧化碳则由血液进入肺泡（见示意图 1—2）实现了气体的交换。