



中等卫生学校教材

医用化学

(供护理、社区医学、助产士专业用)

北京市中专化学教学研究会医用化学教材编写组

高等教育出版社

(京) 112号

内 容 提 要

本书是根据卫生部1994年颁布的护理专业化学教学大纲编写的。全书共包括无机化学六章、有机化学六章、学生实验十五个,书末附有教学大纲。本书最突出的特点是采用了目标体系的模式编写。各章根据教学大纲提出主要学习要求,节末有预习题、章末有习题,以便落实大纲中的教学目标。本书的另一个特点是加强了实验教学。教材中编排了演示实验,学生实验中编排了实验习题,以便培养学生的实验技能及分析问题的能力。

本书可供中等专业学校护理、社区医学、助产士专业使用,还可供有关人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

医用化学/北京中专化学教学研究会医用化学教材编写
组编著. —北京:高等教育出版社,1996
中等专业学校医护类专业教材

ISBN 7-04-005557-0

I. 医… I. 北… III. 医用化学-专业学校-教材 N.R
313

中国版本图书馆CIP数据核字(96)第00006号

*

高等教育出版社出版

北京沙滩后街55号

邮政编码:100009 传真:4014048 电话:4054588

新华书店总店北京发行所发行

高等教育出版社印刷厂印装

*

开本 787×1092 1/16 印张 12.75 插页 1 字数 310 000

1996年4月1版 1996年4月第1次印刷

印数 0 001-14 091

定价 10.50元

凡购买高等教育出版社的图书,如有缺页、倒页、脱页等
质量问题者,请与当地图书销售部门联系调换。

版权所有,不得翻印

编写说明

本书是根据卫生部1994年颁布的护理专业化学教学大纲编写的，可供中等卫生学校护理、社区医学、助产士等专业使用。

全书包括无机化学六章、有机化学六章、学生实验十五个，书末附有教学大纲。考虑到许多省市学制为四年，增加了杂环化合物和生物碱一章供选用。

本书力求体现以下特点：①从医护专业培养目标出发，侧重介绍与医学及医学基础课有关的化学基础理论、基本知识和实验基本技能。②采用目标体系的模式编写。每章开始先根据大纲提出主要学习要求，每节末有预习题，章末有习题和内容小结，在无机化学和有机化学两大部分内容之后各编排了一套复习题，这样编排便于层层落实大纲中的教学目标。③加强实验教学。在教材中编排了必要的演示实验；每个学生实验都规定了实验目标，增加了实验原理和思考题；在无机化学实验和有机化学实验之后分别编排了实验习题，目的是训练学生的观察能力、实验技能和运用知识解决问题的能力。④照顾学生的年龄特征，贯彻循序渐进的原则。按照知识的逻辑体系调整了大纲中部分章的顺序，元素化合物按照个别寓于一般的方法编写，以便减少内容重复，渗透科学思维方法的教育。

本书由海兆林主持编写并统稿。参加本书编写的有（按章节顺序排列）：杨曼蓉（绪言、第八章第四节、第十二章），叶玉玲（第一、二章），章枚（第三、四章），海兆林（第五、六章），张承保（第七、十一章），李凤林（第八章第一、五节），刘春梅（第八章第二、三节），满洪吉（第九、十章）。

此次编写工作征得北京市卫生局医学教育处同意，并且得到北京市中专化学教学研究会、北京市中等医学教育研究室的支持，在编写过程中参考了一些高等医学院校、中等卫生学校、高中的有关教材；本书经北京化工大学张黯教授审阅，在此一并致谢。

由于本书在教材模式、内容编排等方面进行了一些新的探索，限于编者的学识水平和教学经验，错误在所难免，恳切希望使用本书的广大师生批评指正，以期使之更臻完善。

编者

1995年6月

目 录

绪言	(1)	一、原子核	(33)
第一章 物质的量及其单位——摩尔 ..	(3)	二、同位素	(34)
第一节 摩尔	(3)	第二节 原子核外电子的运动状态和 排布	(34)
一、摩尔	(3)	一、电子云	(34)
二、摩尔质量	(4)	二、核外电子的运动状态	(35)
第二节 气体摩尔体积	(6)	三、核外电子的排布	(36)
第二章 溶液	(9)	四、原子结构与元素性质的关系	(38)
第一节 分散系	(9)	第三节 元素周期律和元素周期表	(39)
一、分子或离子分散系	(9)	一、元素周期律	(39)
二、粗分散系	(9)	二、元素周期表	(40)
三、胶体分散系	(10)	三、元素周期律和元素周期表的意义	(43)
第二节 胶体溶液和高分子化合物溶液	(10)	第四节 化学键	(43)
一、胶体溶液	(10)	一、离子键	(44)
二、高分子化合物溶液	(12)	二、共价键	(44)
第三节 溶液的浓度	(13)	三、配位键	(46)
一、物质的量浓度	(13)	四、氢 键	(47)
二、质量浓度	(14)	第五节 配位化合物	(47)
三、质量分数	(15)	一、配合物的概念	(47)
四、体积分数	(15)	二、配合物的组成	(48)
第四节 浓度的换算和溶液的配制	(16)	三、配合物的命名	(48)
一、浓度的换算	(16)	第六节 氧化还原反应	(50)
二、溶液的配制	(17)	一、氧化还原反应	(50)
第五节 溶液的渗透压	(18)	二、常见的氧化剂和还原剂	(51)
一、渗透现象和渗透压	(19)	第五章 化学反应速率和化学平衡	(54)
二、渗透压与溶液浓度的关系	(19)	第一节 化学反应速率	(54)
三、等渗、低渗和高渗溶液	(20)	一、化学反应速率的表示法	(54)
四、渗透压在医学上的意义	(21)	二、影响反应速率的因素	(54)
第三章 卤素	(25)	三、反应速率的有效碰撞理论简介	(55)
第一节 卤族元素	(25)	第二节 化学平衡	(56)
一、卤素的原子结构和卤素单质的物理 性质	(25)	一、化学平衡	(56)
二、卤素单质的化学性质	(26)	二、化学平衡的移动	(57)
第二节 金属卤化物	(29)	第六章 电解质溶液	(61)
一、卤离子的检验	(29)	第一节 强电解质和弱电解质	(61)
二、常见的金属卤化物	(30)	一、强电解质	(62)
第四章 物质结构和元素周期律	(33)	二、弱电解质	(62)
第一节 原子核	(33)	第二节 离子反应	(64)

二、离子反应发生的条件	(65)	第四节 羧酸、羟基酸和酮酸	(113)
第三节 溶液的酸碱性	(66)	一、羧酸	(113)
一、水的电离	(66)	二、羟基酸	(117)
二、溶液的酸碱性	(66)	三、酮酸	(119)
第四节 盐类水解	(68)	第五节 胺和酰胺	(120)
一、盐类水解	(68)	一、胺	(120)
二、盐类水解的类型	(69)	二、酰胺	(124)
第五节 缓冲溶液	(71)	第九章 酯和脂类	(129)
一、缓冲作用和缓冲溶液	(71)	第一节 酯	(129)
二、缓冲溶液的组成	(71)	一、酯的结构和命名	(129)
三、缓冲作用原理	(72)	二、酯的性质	(129)
四、缓冲溶液在医学上的意义	(73)	第二节 油脂	(130)
第七章 烃	(78)	一、油脂的结构	(130)
第一节 有机化合物概述	(78)	二、油脂的性质	(130)
一、有机化合物	(78)	第三节 类脂	(133)
二、有机化合物的特性	(78)	一、磷脂	(133)
三、有机化合物的结构	(78)	二、甾醇	(134)
第二节 饱和链烃(烷烃)	(81)	第十章 糖类	(137)
一、烷烃同系物	(81)	第一节 单糖	(137)
二、烷烃的同分异构现象	(81)	一、单糖的结构	(137)
三、烷烃的命名法	(82)	二、单糖的性质	(140)
四、烷烃的分子结构	(84)	三、重要的单糖	(141)
五、烷烃的性质	(86)	第二节 二糖	(142)
第三节 不饱和链烃	(87)	一、蔗糖	(142)
一、烯烃	(87)	二、麦芽糖	(142)
二、炔烃	(89)	三、乳糖	(143)
三、不饱和链烃的化学通性	(90)	第三节 多糖	(143)
第四节 环烃	(92)	一、淀粉	(144)
一、脂环烃	(92)	二、糖原	(144)
二、芳香烃	(93)	三、纤维素	(145)
第八章 烃的衍生物	(99)	第十一章 杂环化合物和生物碱	(147)
第一节 卤代烃	(99)	第一节 杂环化合物	(147)
一、卤代烃的结构和分类	(99)	一、杂环化合物和杂原子	(147)
二、卤烷的性质	(100)	二、杂环化合物的分类和命名	(147)
三、常见的卤烷	(100)	第二节 生物碱	(148)
第二节 醇 酚 醚	(101)	一、生物碱的一般性质	(148)
一、醇	(101)	二、常见的生物碱	(149)
二、酚	(105)	第十二章 氨基酸和蛋白质	(151)
三、醚	(107)	第一节 氨基酸	(151)
第三节 醛和酮	(109)	一、氨基酸的结构和分类	(151)
一、醛和酮的结构	(109)	二、氨基酸的性质	(153)
二、醛和酮的命名	(109)	第二节 蛋白质	(156)
三、醛和酮的化学性质	(110)	一、蛋白质的分子组成和结构	(156)
四、常见的醛和酮	(112)		

二、蛋白质的性质	(157)	实验十 醇、酚、醛、酮	(180)
三、蛋白质的分类	(159)	实验十一 羧酸、胺和酰胺	(182)
化学实验	(164)	实验十二 油脂	(183)
一、实验规则	(164)	实验十三 糖类	(184)
二、实验室安全规则	(164)	实验十四 蛋白质	(186)
三、化学试剂使用规则	(165)	实验十五 实验习题	(187)
实验一 化学实验基本操作	(165)	附录一 常用的化学实验仪器	(188)
实验二 溶液的配制	(167)	附录二 酸、碱、盐的溶解性表	(189)
实验三 胶体溶液	(169)	附录三 常用法定计量单位及其	
实验四 卤素	(171)	换算表	(189)
实验五 同周期、同主族元素性质的递变	(172)	附录四 几种试剂的配制方法	(190)
实验六 化学反应速率和化学平衡	(174)	化学教学大纲	(191)
实验七 电解质溶液	(175)	元素周期表	
实验八 实验习题	(178)		
实验九 烃	(178)		

绪 言

世界是由物质构成的。物质由分子、原子或离子等组成。虽然自然界的物质种类繁多，存在的形式也各不相同，但它们都是不停地运动、变化和发展的。物质运动的形式多种多样，化学运动就是其中的一种。化学是研究物质化学运动形式（化学变化）的科学，概括地讲，**化学是研究物质的组成、结构、性质及其变化规律的科学。**

化学起源于人类的生产劳动和科学实践。我国古代在陶瓷、冶炼、染色、制盐、酿造、造纸、火药等化学工艺方面创造过辉煌的成就，但是，由于漫长的封建制度桎梏科学技术的发展，加之近代帝国主义的侵略，使我国的自然科学包括化学的发展处于停滞状态。

新中国建立以后，随着科学技术事业的发展，化学科学和化学工业也得到了迅速的发展，我国的化学工作者在一些重要领域内取得了高水平的成就。例如，1965年首先人工合成了具有生物活性的蛋白质——结晶牛胰岛素，以后又相继完成了猪胰岛素晶体结构的测定和酵母丙氨酸转运核糖核酸的合成，在生命科学领域取得重大进展。

化学和工农业生产、国防建设、环境保护以及人们的衣、食、住、行有密切的关系。随着化学在各方面的广泛应用，又陆续形成了许多分支学科，如生物化学、农业化学、石油化学、海洋化学、地球化学等。在实现国家四个现代化的事业中，化学将发挥更加重要的作用。

化学和医学也有着密切的关系。医学的研究对象是人体，而人体是由蛋白质、脂肪、糖类、无机盐和水等物质组成的。人的生命过程存在着极其复杂的物质变化过程。例如，碳酸分解生成二氧化碳和水，食物的消化、吸收等都包含着化学变化过程。人体的一切生理现象和病理现象都和体内的化学变化有关。生物化学就是应用化学的原理和方法，研究人体内所进行的各种化学变化的一门科学。因此，为了学习生理学、病理学、生物化学等医学基础课就必须具有一定的化学知识。在临床工作中，为了帮助诊断疾病，常常运用化学原理和方法，对血、尿、粪便进行检验。在防治疾病时，需要使用药物，而药物的药理作用又多与药物的化学组成、结构、性质有密切关系，药物的研制、合成、中草药有效成分的提取和鉴定等也都需要化学知识。在医疗和护理工作中，几乎每天都要进行药物浓度的计算、药液的配制等，如果不了解有关的化学知识，不但不能胜任工作，而且有发生差错甚至医疗事故的危险性。此外，在预防医学和卫生检验中，诸如饮水消毒、水质分析、食品质量检查、劳动卫生和环境卫生检验等也都和化学有关。因此，从培养合格的中级卫生人才来说，化学既是一门普通文化课，又是一门重要的医学基础课。

医学学生学习化学，首先要明确学习目的。对与医学有关的化学基础理论、基本概念和基本知识，一定要深刻理解，牢固掌握。要逐步学会运用科学的学习方法。化学是一门以实验为基础的学科，所以要重视实验学习。在实验中要求按规范操作，仔细观察，认真记录，通过分析实验现象和结果得出实验结论。要逐步掌握实验技能，提高操作能力、观察能力和分析问题解决问题的能力，培养实事求是的科学态度和严谨认真的学习作风。要做好预习，重视复习，定期归纳总结，使知识系统化。在课堂教学中要善于听讲和思考，参与教学活动，主动积极地获

取知识。

总之，为使自己成为一名合格的医护工作者，同学们要努力学好化学。

第一章 物质的量及其单位——摩尔

主要学习要求

1. 理解物质的量、摩尔质量、气体摩尔体积的概念及其单位，记忆摩尔的定义。
2. 能进行物质的量、物质质量、气体体积之间的换算。

第一节 摩 尔

一、摩尔

物质是由分子、原子或离子等微观粒子构成的。这些单个粒子很小，难于称量。但是在实验室里取用的物质，都应是可称量的。在实际化学反应中，参加反应的物质也是可称量的。反应物含有成千上万的分子、原子或离子，它们按一定的数量关系进行反应。因此，很需要有一个新的物理量，以便建立起参加反应的粒子数目和它们的质量之间的联系。这个新的物理量就叫做“物质的量”。

物质的量与长度、质量、时间等物理量一样，是国际单位制（SI）的七个基本物理量之一。它的符号是 n 。

1971年，第十四届国际计量大会（CGPM）正式通过了“物质的量”的单位——摩尔。符号为 mol，中文名称为摩。其定义为：**摩尔是一系统的物质的量，该系统中所包含的基本单元数与 0.012kg 碳-12 的原子数目相等。在使用摩尔时，基本单元应予指明，可以是原子、分子、离子、电子及其他粒子，或是这些粒子的特定组合。**

根据摩尔的定义，0.012kg 碳-12^① 所含碳原子数目就是 1 摩。那么 0.012kg¹²C 中含有多少个碳原子呢？据实验测定，其中约含 6.022×10^{23} 个碳原子。 $6.022 \times 10^{23} \text{mol}^{-1}$ 就是阿伏加德罗常数，符号为 N_A ，单位为 mol^{-1} 。即 $N_A = 6.022 \times 10^{23} \text{mol}^{-1}$ 。所以，由 6.022×10^{23} 个基本单元所构成的物质的量就是 1 摩。总之，摩尔是物质的量的单位，1 摩任何物质中都含有 6.022×10^{23} 个基本单元。

在使用摩尔时，一定要指明基本单元。对于质量一定的某物质，所指定的基本单元不同，其物质的量也不同。如 32g O_2 ，如果指定基本单元是氧气分子，则 $n_{\text{O}_2} = 1 \text{mol}$ ，如指定基本单元是氧原子，则 $n_{\text{O}} = 2 \text{mol}$ 。如果说“2mol 氧”就没有意义了。因此 1mol 任何物质的指定基本单元，都含有相同的基本单元数。如：

① 碳-12 是含有 6 个质子和 6 个中子的碳原子，写作 ^{12}C 。

1mol 氧原子含有 6.022×10^{23} 个氧原子；

1mol 水分子含有 6.022×10^{23} 个水分子；

1mol 氢氧根离子含有 6.022×10^{23} 个氢氧根离子。

其中基本单元分别是氧原子、水分子、氢氧根离子。显然，2mol 氧原子和 2mol 水分子都含有相同的基本单元数，即为 $2 \times 6.022 \times 10^{23}$ 。

物质的量 n 与基本单元数 N 、阿伏加德罗常数 N_A 之间有如下关系：

$$n = \frac{N}{N_A} \quad \text{或} \quad N = n \cdot N_A$$

由此可见，物质的量 n 是正比于系统中基本单元数目 N 的量。所以，要比较几种物质的粒子数多少时，就只要比较它们的物质的量 n 的大小即可。在实际应用中，还常以“毫摩”做单位，符号为 mmol。

$$1\text{mol} = 1000 \text{mmol}$$

二、摩尔质量

物质 B 的质量 m 除以物质的量 n ，即为物质 B 的摩尔质量。用数学表达式表示为：

$$M = \frac{m}{n}$$

摩尔质量的符号是 M ，SI 单位符号是 $\text{kg} \cdot \text{mol}^{-1}$ ，通常使用 $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。摩尔质量是物质的量的导出量，因此在给出摩尔质量 M 时，必须指明基本单元。如水的摩尔质量表示为 $M_{\text{H}_2\text{O}}$ ，硫酸的摩尔质量表示为 $M_{\text{H}_2\text{SO}_4}$ 。

当基本单元确定后，其摩尔质量就很容易求得。由于元素的相对原子质量是这种元素的平均原子质量与核素碳-12 原子质量的 $1/12$ 之比，如氢原子、氧原子，与碳-12 的质量比是 $1 : 16 : 12$ 。根据定义，1mol C 原子的质量是 12g，1mol H 原子质量是 1g，1mol O 原子质量是 16g，所以任何原子、分子或离子的摩尔质量，当其单位是 $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$ 时，在数值上等于它的相对原子质量、相对分子质量及相对离子质量。例如：

$$\text{O}_2 \text{ 的摩尔质量: } M_{\text{O}_2} = 32\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$\text{H 原子摩尔质量: } M_{\text{H}} = 1\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$\text{OH}^- \text{ 的摩尔质量: } M_{\text{OH}^-} = 17\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

根据定义式可知，物质的量 n 、物质的质量 m 和摩尔质量 M 之间，只要知道其中任意两个量，就可求出第三个量：

$$n = \frac{m}{M} \quad \text{或} \quad m = n \cdot M$$

对物质 B，其物质的量 n 与它的质量 m 和所含粒子数 N 有如下关系：

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{N_1}{N_2} = \frac{m_1}{m_2}$$

这就是说通过物质的量 n 确实把肉眼看不见的粒子的数目 N 和可以称量的物质质量 m 联系起来，给化学研究带来极大的方便。

[例 1] 求 53g Na_2CO_3 的物质的量。

解: Na_2CO_3 的相对分子质量是 106, $M_{\text{Na}_2\text{CO}_3} = 106\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$
所以

$$n_{\text{Na}_2\text{CO}_3} = \frac{53\text{g}}{106\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.5\text{mol}$$

答: 53g Na_2CO_3 的物质的量是 0.5mol。

[例 2] 3.60mol H_2SO_4 质量是多少?

解: H_2SO_4 的相对分子质量是 98, $M_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 98\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$

所以

$$m = M_{\text{H}_2\text{SO}_4} \times n = 98\text{g} \cdot \text{mol}^{-1} \times 3.60\text{mol} = 352.8\text{g}$$

答: 3.60mol H_2SO_4 的质量是 352.8g。

[例 3] 多少克铁和 3g 碳所含的原子数相等?

解: C 的相对原子质量是 12, $M_{\text{C}} = 12\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$, 3g 碳的物质的量是:

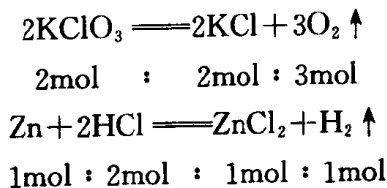
$$n = \frac{m}{M} = \frac{3\text{g}}{12\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.25\text{mol}$$

依题意: 铁原子的物质的量也是 0.25mol, 铁的相对原子质量是 56, $M_{\text{Fe}} = 56\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$, 所以铁的质量是:

$$m = M \cdot n = 0.25\text{mol} \times 56\text{g} \cdot \text{mol}^{-1} = 14\text{g}$$

答: 14g 铁和 3g 碳的原子数相等。

在化学反应方程式中, 反应物分子和生成物分子的计量系数之比等于它们的物质的量之比, 例如:



所以在利用化学方程式计算时, 用物质的量列比例式可使计算简化。

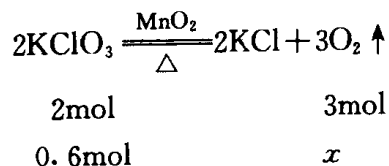
[例 4] 73.5g KClO_3 加热分解, 可制得多少摩氧气?

解: KClO_3 的相对分子质量是 122.5, 所以 $M_{\text{KClO}_3} = 122.5\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$

73.5g KClO_3 的物质的量是:

$$n_{\text{KClO}_3} = \frac{m}{M} = \frac{73.5\text{g}}{122.5\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.6\text{mol}$$

设: 可得氧气的物质的量为 x



得 $2\text{mol} : 3\text{mol} = 0.6\text{mol} : x$

$\therefore x = 0.9\text{mol}$

答: 73.5g KClO_3 分解得 0.9mol 氧气。

第二节 气体摩尔体积

气体^①的体积除以物质的量,叫做气体的摩尔体积。摩尔体积符号是 V_m ,单位是 $\text{m}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$,化学中常用它的分数单位是 $\text{dm}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$,即 $\text{L} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。实验证明,固态或液态物质的摩尔体积是很不相同的,如铜的摩尔体积为 $7.14\text{cm}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$,氯化钠的摩尔体积为 $26.81\text{cm}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$,水的摩尔体积为 $18\text{cm}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$ 。固态、液态物质的摩尔体积之所以不同,是因为它们的分子(或原子)间的距离很小,体积的大小主要取决于分子(或原子)的大小。

气态物质的情况和固态、液态物质不同。气体的分子间有较大的距离,所以气体的体积大小主要取决于分子间的平均距离。分子间的距离大小与温度和压力有着密切关系。一定量的气体,温度升高则分子间的距离增大,体积随之增大;压力增大则分子间距离减小,体积随之减小。在相同的温度和压力下,不同气体的分子间平均距离几乎都是相等的,所以气体的体积只与物质的量有关,物质的量相等的任何气体所占的体积一定相等。

实验测定,在标准状况下(0°C , 100kPa),氢气、氧气、二氧化碳的密度分别是 $0.0899\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ 、 $1.429\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ 、 $1.964\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$,摩尔质量分别是 $2.01\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$ 、 $32\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$ 、 $44\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$,则三种气体的摩尔体积是:

$$V_m(\text{H}_2) = \frac{2.01\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}}{0.0899\text{g} \cdot \text{L}^{-1}} \approx 22.4\text{L} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$V_m(\text{O}_2) = \frac{32\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}}{1.429\text{g} \cdot \text{L}^{-1}} \approx 22.4\text{L} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$V_m(\text{CO}_2) = \frac{44\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}}{1.964\text{g} \cdot \text{L}^{-1}} \approx 22.4\text{L} \cdot \text{mol}^{-1}$$

由此可知,在标准状况下,1摩的任何气体所占的体积都相同,约等于22.4L,这个体积叫做**气体摩尔体积**,单位是 $\text{L} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

在标准状况下,气体摩尔体积与气体物质的量,气体的体积(V)之间有如下关系:

$$n = \frac{V}{22.4\text{L} \cdot \text{mol}^{-1}}$$

即

$$\text{气体物质的量} = \frac{\text{气体体积}}{\text{气体摩尔体积}}$$

由上式可知,在同温同压下,相同体积的任何气体都含有相同数目的分子。

[例5] 在标准状况下,5.5g CO_2 占有多大体积?

解: CO_2 的相对分子质量是44, $M_{\text{CO}_2} = 44\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$, 5.5g CO_2 物质的量是:

$$n = \frac{5.5\text{g}}{44\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.125\text{mol}$$

在标准状况下, CO_2 的摩尔体积是 $22.4\text{L} \cdot \text{mol}^{-1}$, 所以,

$$V_{\text{CO}_2} = 0.125\text{mol} \times 22.4\text{L} \cdot \text{mol}^{-1} = 2.8\text{L}$$

^① 以下涉及的有关气体指的都是理想气体。

答：在标准状况下 5.5g CO₂ 体积为 2.8L。

[例 6] 在标准状况下，44.8L H₂ 所含的分子数和多少摩 O₂ 所含分子数目相等？

解：在标准状况下气体摩尔体积为 22.4L · mol⁻¹

$$n_{\text{H}_2} = \frac{44.8\text{L}}{22.4\text{L} \cdot \text{mol}^{-1}} = 2\text{mol}$$

∴ 物质的量相等的气体所含分子数相等，

∴ 氧气的物质的量是 2mol。

答：在标准状况下，44.8L H₂ 和 2mol O₂ 所含分子数目相等。

预 习 题

1. 物质的量的单位是什么？1mol H₂ 含多少个氢分子？
2. 物质的量和物质的质量之间换算公式是什么？
3. 气体摩尔体积的数值、单位是什么？

习 题

1. 下列叙述是否正确？在错误之处加以改正。

- () (1) 摩尔是物质质量的单位。
() (2) 氧气的摩尔质量是 32g。
() (3) 同温同压下，1L H₂ 和 1L O₂ 的物质的量相等。
() (4) 1g H₂ 和 1g O₂ 所含分子数目相等。
() (5) 1mol 任何气体的体积都约是 22.4L。

2. 填空。

- (1) 1mol 物质所含的基本单元数是_____，这一数值叫做_____。
(2) 1.5mol NaHCO₃ 的质量是_____g；2.4g¹²C 是_____mol。
(3) 0.5mol CO₂ 在标准状况下所占体积是_____L。
(4) 同温同压下，1g H₂ 与_____g O₂ 所含分子数相等。
(5) 195mg K⁺ 的物质的量是_____mmol。
(6) 0.15mmol NaCl 在水中完全电离，产生_____mmol Na⁺ 和_____mmol Cl⁻。
(7) 0.5mol 葡萄糖晶体 (C₆H₁₂O₆ · H₂O) 的质量是_____g。

3. 选择正确答案。

- (1) 1g H₂ 所含氢分子数目是 ()。
A. 1 B. 0.5 C. 6.022 × 10²³ D. 3.012 × 10²³
- (2) 下列物质各 1mol，质量最大的是 ()。
A. CO₂ B. CO C. O₂
- (3) 下列物质各 10g，物质的量最多的是 ()。
A. H₂O B. H₂SO₄ C. HNO₃
- (4) 在标准状况下与 4.4g CO₂ 体积相等的是 ()。
A. 0.1mol C B. 2.24L O₂ C. 4.4g H₂
4. 实验室用锌和稀硫酸反应制取 H₂，如果需要制取 3.36L H₂ (标准状况) 需称取锌粒多少克？

内 容 小 结

1. 物质的量是表示物质所含基本单元数目多少的物理量。物质的量的单位名称是摩，1mol

物质包含阿伏加德罗常数 ($N_A = 6.022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$) 个基本单元。

2. 物质 B 的质量 m 除以物质的量 n , 叫做物质 B 的摩尔质量。符号为 M , 单位是 $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。任何原子、分子、离子的摩尔质量, 当其单位是 $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$ 时, 在数值上等于它的相对原子质量、相对分子质量、相对离子质量。

3. 物质的质量和物质的量之间通过摩尔质量进行换算。

$$n = \frac{m}{M} \quad \text{或} \quad m = n \cdot M$$

4. 在标准状况下, 1 mol 任何气体所占的体积都相同, 约是 22.4 L 。习惯上把气体的这个量值叫做气体的摩尔体积。符号是 V_m , 单位是 $\text{L} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

在标准状况下, 气体的物质的量和气体体积之间通过气体摩尔体积进行换算。

$$n = \frac{V}{22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}}$$

第二章 溶 液

主要学习要求

1. 举例说明溶液的浓度的概念及表示法。
2. 会推导溶液浓度的有关公式,明确运用范围和单位,熟练地进行浓度的基本计算和换算。
3. 举例说明稀释原理和溶液配制方法。
4. 简述胶体溶液和高分子化合物溶液特性。
5. 简述渗透现象产生的条件、渗透压概念。
6. 举例说明渗透压与溶液浓度关系,说出渗透压在医学、护理学上的意义。

第一节 分 散 系

一种物质以粒子形态分散在另一种物质中形成的体系叫做**分散系**。在分散系中,被分散的物质叫做**分散质**;容纳分散质的物质叫做**分散剂**。例如,葡萄糖溶液就是葡萄糖分子分散在水中而形成的分散系;生理盐水是 Na^+ 和 Cl^- 分散在水中的分散系。在上述分散系中,葡萄糖、氯化钠是分散质,水是分散剂。

根据分散质粒子直径的大小,可将分散系分为分子或离子分散系、胶体分散系和粗分散系。

一、分子或离子分散系

分散质粒子直径小于 10^{-9}m 的分散系叫做分子或离子分散系。在这类分散系中,分散质粒子是单个的分子或离子。分散质和分散剂之间没有界面,因此是均匀的。分子和离子都非常小,因此,它们能透过滤纸和半透膜^①,不能阻止光线通过,所以这类分散系是透明的,稳定的。这类分散系就是初中化学中所讲的溶液。为了和其他分散系区别开,通常又把它叫做真溶液或晶体溶液。在真溶液里,分散质又叫做溶质,分散剂又叫溶剂。

二、粗分散系

分散质粒子直径大于 10^{-7}m 的分散系叫做粗分散系。在这类分散系中,分散质粒子不能穿过滤纸和半透膜,并能阻止光线通过,所以这类分散系是浑浊的。分散质与分散剂之间存有界面,久置之后分散质会发生沉降而与分散剂分开,所以是不均匀的,不稳定的。这类分散系就是在初中化学中学过的悬浊液和乳浊液。

^① 半透膜:只容许溶液或混合物中的一些粒子透过,而不容许另一些粒子透过的薄膜。如动物膀胱膜、细胞膜、硫酸纸、胶棉膜等。

(一) 悬浊液

固体颗粒分散在液体中形成的粗分散系叫做悬浊液。如泥浆水以及医药上常用的皮肤杀菌剂——硫黄合剂、氧化锌搽剂等都是悬浊液。

(二) 乳浊液

液体的微小珠滴分散在互不相溶的另一种液体中所形成的粗分散系叫做乳浊液。例如牛奶就是一种乳浊液；医药上常用的松节油搽剂、鱼肝油乳剂等都是乳浊液。

乳浊液在医药上又称乳剂。乳浊液不稳定，必须加入一种能使乳浊液稳定的物质，这种物质称为乳化剂。乳化剂的作用是在液体分散质的小珠滴表面形成一层乳化剂薄膜，使小珠滴不能相互聚集，从而保持相对稳定。常见的乳化剂有肥皂、合成洗涤剂以及人体内的胆汁酸盐等。乳化剂能使乳剂稳定的作用叫做**乳化作用**。乳化作用对脂肪在体内的运输、消化、吸收等有重要意义。

三、胶体分散系

分散质粒子直径在 $10^{-9} \sim 10^{-7} \text{m}$ 之间的分散系叫做胶体分散系。在这类分散系中，分散质粒子大小介于分子或离子和粗分散系的分散质粒子之间，它们可以穿过滤纸，但不能穿过半透膜，能让部分光线透过，所以是透明的相对比较稳定的分散系。

胶体分散系中的分散质粒子，有的是由许多小分子化合物聚集而成，如氢氧化铁溶胶；有的则以单个高分子化合物存在，如淀粉溶液、蛋白质溶液等。

第二节 胶体溶液和高分子化合物溶液

一、胶体溶液

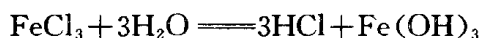
胶体分散系简称**溶胶**。固态分散质与液态分散剂形成的胶体溶液称**液溶胶**。以水为分散剂的溶胶称**水溶胶**。这里讲的胶体溶液是指水溶胶。溶胶中的分散质颗粒叫做**胶体粒子**，简称**胶粒**。它们是难溶的小分子化合物的聚合体。

(一) 溶胶的制备

制备溶胶的方法一般有两种：分散法和凝聚法。分散法是将固体分散质研细到胶粒大小，然后分散于水中而制得。凝聚法中常用的是**化学凝聚法**。化学凝聚法是在适当条件下，使化学反应所生成的难溶性物质凝聚成胶体粒子的方法。例如氢氧化铁溶胶的制备方法就是化学凝聚法。

[实验 2-1] 在烧杯中加入约 25mL 蒸馏水，加热至沸腾，逐滴加入饱和氯化铁溶液，直至形成棕红色的氢氧化铁溶胶。

氯化铁和水反应的化学方程式是：



(棕红色)

氢氧化铁是难溶于水的，但此时并不形成沉淀，而形成胶粒分散在水中，形成棕红色透明的氢氧化铁溶胶。

(二) 溶胶的特性

1. 光学性质——丁铎尔现象 在暗室里，当聚光光束透过胶体溶液时，从侧面可以看到一道明亮的光柱，这种现象叫做丁铎尔现象，如图 2-1 所示。

丁铎尔现象是由于胶粒对光线的散射所形成的，真溶液、悬浊液和乳浊液都不能发生丁铎尔现象。

2. 电学性质——电泳现象 把棕红色的氢氧化铁溶胶置于 U 型管中，从管口插入两个电极，通以直流电（见图 2-2），可以发现阴极附近溶液颜色逐渐变深，而阳极附近颜色逐渐变浅。这表明氢氧化铁胶体粒子带正电荷，向阴极迁移。这种胶体粒子在电场作用下向阳极或阴极定向迁移的现象，叫做电泳。

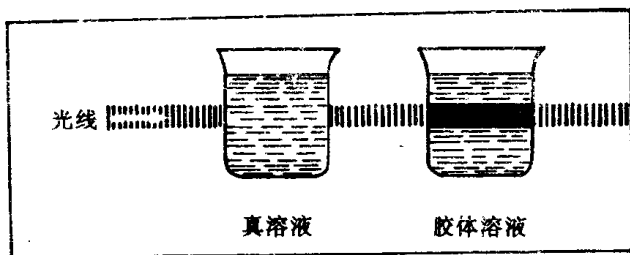


图 2-1 丁铎尔现象

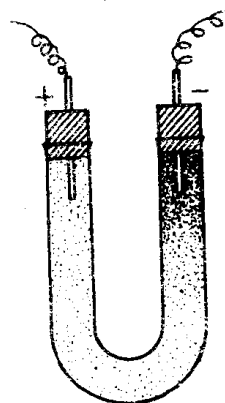


图 2-2 电泳现象

为什么胶体粒子会带电荷呢？这是因为胶粒表面具有吸附性，能选择性地吸附与它组成类似的离子，从而成为带电微粒。一般是同种胶粒吸附同一种离子而带相同的电荷，如氢氧化铁胶粒优先吸附与它组成相类似的 FeO^+ ，所以带正电荷，在电场作用下可向阴极移动。而在黄色硫化砷胶体溶液中，其胶粒带负电荷，在电场作用下可向阳极移动，这是因为胶粒吸附了与其组成相类似的 HS^- 。医学上利用电泳原理可以分离血清中的蛋白质，这是研究一些生理和病理现象的方法之一。

3. 溶胶的稳定性和聚沉 胶体溶液具有一定的稳定性，主要原因是胶粒带电和水化作用。由于同种胶粒带同种电荷，彼此排斥，阻止胶粒互相接近与凝聚成较大颗粒而下沉。另一方面，吸附在胶粒表面的离子对水分子有吸引力，从而在胶粒表面形成一层水化膜，这种作用叫水化作用。水化膜阻止了胶体粒子的凝聚，使得溶胶具有一定的稳定性。如果减弱或消除溶胶的稳定因素，可促使胶体粒子聚集成较大颗粒，这个过程叫做凝聚。通过凝聚而增大的胶粒，因重力作用可沉降下来，这个过程叫做聚沉。促使溶胶聚沉的主要方法有以下三种。

(1) 加入少量电解质。

[实验 2-2] 在一支小试管里加入 2mL 氢氧化铁溶胶，然后加入几滴饱和硫酸铵溶液。观察发生的现象。

实验表明，加入少量硫酸铵溶液后，原来棕红色溶胶出现浑浊并逐渐产生棕色絮状沉淀。这是因为加入少量硫酸铵以后，由于硫酸铵完全电离成离子，带正电的胶粒吸附 SO_4^{2-} 而发生电中和作用，使胶体粒子原来所带的电荷量减少或完全被中和，水化膜也随之被破坏，于是胶粒发生聚沉。