

中等卫生职业技术学校教材



医用基础化学

(供乡村医士专业用)

湖南科学技术出版社

《中等卫生职业技术学校教材》编委会

主任委员 顾英奇

副主任委员 陈 璋

编 委 (按姓氏笔画为序)

方克家 王翔朴 叶丽文 龙沛之 卢永德 刘友斌 朱 杰
吴丽贞 余澆珍 李学渊 杨永宗 金庆达 周衍椒 陈建雄
许雪娥 易有年 苏先卿 赵尚久 张悟澄 唐先魁 康 平
游孟高 傅敏庄 彭泽南 韩建生 盛昆岚 董未炜 熊声忠

编委会办公室主任 吴丽贞(兼)

副主任 唐起伦

中等卫生职业技术学校教材

医 用 基 础 化 学

(供乡村医生专业用)

周栋麒 主编

黄钰镇稿, 石 洪

*

湖南科学技术出版社出版

(长沙市展览馆路8号)

湖南省新华书店发行 湖南省新华印刷二厂印刷

*

1987年8月第1版第1次印刷

开本: 787×1092毫米 1/16 印张: 11 字数: 281,000

印数: 1—20,700

ISBN 7-5357-0265-1/R·57

统一书号: 14204·199 定价: 2.30 元

湘科 87-6

出版说明

在卫生部和各级地方政府的关怀和支持下,中等卫生职业技术学校乡村医士专业已在全国部分县、市创办,以打通人才通向农村的路子,加强农村卫生队伍的建设。为提供系统而实用的教材,湖南省政府、省卫生厅和湖南科学技术出版社联合组织编写出版《中等卫生职业技术学校教材》共十五种,包括政治常识、医用基础化学、生物化学与生理学、解剖学与组织胚胎学、医学微生物学与人体寄生虫学、病理学、药理学、诊断学基础、中医学、内科学、流行病学与传染病学、外科学(含皮肤病学)、五官科学、妇女儿童保健学、卫生学等。计划至一九八九年陆续出齐,向全国发行,供三年制乡村医士专业使用,亦可兼作基层卫生人员的自学参考。

本教材是在保持医学科学系统性、完整性的基础上,突出农村、城镇基层的实际需要和防病治病特点。其内容分配和中专医士教材相当,但注重实用性,兼顾先进性,并力求在理论上深入浅出,文字上通俗易懂,同时注意现场急救和应变能力的培养,旨在造就能防能治、独当一面而又具有八十年代医学知识水平的新型乡村医士。

本教材以湖南中等卫生学校讲师以上教师为主主编,江苏、广东、吉林等省参加协编;由湖南医学院等三所高等院校的专家、教授主审;并邀请鄂、苏、浙、鲁等近十个省市有丰富教学和临床经验的教师审稿,他们中的多数均为全国统编中专教材的主编;同时亦广泛征求了乡村医生和基层医务人员的意见。目的在于保证书籍内容的科学、实用和全面。

为加强对教材编写工作的领导并提高书籍质量,本教材组织了编写委员会,由卫生部顾英奇副部长担任主任委员。

为了便于卫生职校老师安排教学进度并熟悉课程内容,本教材后均附有教学大纲。但教材建设是一项长期而艰巨的工作,中等卫生职业技术教育在我国刚刚兴起,编写适合乡村医士专业的系列教材亦属初次尝试。因此,书中不可避免地还有一些不足之处,诸如内容详略是否恰当,大纲安排是否合理,理论技能是否全面,等等,都有待于广大职校师生、本书读者以及专家们的批评指正,以便不断修订完善。

需要说明的是,本教材有关计量单位均采用国际单位制和我国计量法的新规定,但为方便学生参考原来出版的各类书刊,因此,又同时列出旧制与国际单位制的对比及其换算方法。

前 言

本教材是根据湖南省政府《关于改革和加强农村卫生工作的决定》中关于“要组织力量制定和编写一套适合农村需要的教材”的精神，在省卫生厅科教处的组织领导下编写的。主要是供中等卫生职业技术学校招收初中毕业、学制三年的“乡村医生”专业的学生使用。亦可作农村、厂矿及其他基层医务人员的自学参考。

全部教材在保持化学学科系统性的基础上，着重介绍了与医学专业关系密切的化学知识和实验操作及其技能技巧，主要包括无机化学、有机化学和实验指导。在内容分配上基本和中学教材相当。为使本教材符合乡村医生专业的实际需要，在编写过程中，我们考虑到初中化学知识原有的深浅程度，并尽可能避免不必要的重复。但对物质结构、溶液及溶液的渗透压、电解溶液、化学平衡及胶体等基础理论部分注意了一定的深度；对在初中从未学过的有机化学部分作了较详细的阐述；对各种互相交叉的教学内容，如有机化学中有关氨基酸、蛋白质和核酸等，则统归《生物化学》一书编写与讲授。其他与化学学科有关的内容，如生理溶液、几种医用缓冲溶液和常用试剂的配制，碱、酸和盐的溶解性(20℃)，化学试剂的规格、两位对数表，元素周期表，希腊字母等均以表格形式作为附录。为照顾自学需要，全书力求叙述简明扼要，语言通俗易懂，内容由浅入深、循序渐进，以培养学生独立思考和分析问题解决问题的能力。书中每章设有复习思考题，教师可根据学生水平和实际情况适当布置作业。

本教材的编写得到湖南省卫生厅和编审单位领导的热情鼓励 and 大力支持，浏阳县卫生局和县卫校在本教材的实用性方面提供了宝贵的意见，长沙市卫生学校化学教研组肖国成老师在完成正本抄写任务的过程中，亦提出了一些合理的建议，特此表示感谢。

由于编写时间仓促，加之编者经验不足，水平有限，错漏之处，在所难免，殷切希望广大教师、学生和读者批评指正，以便今后能使本教材进一步修改与提高。

编 者

一九八六年十一月

目 录

绪 言	(1)
第一章 化学的基本概念	(2)
第一节 物质	(2)
一、物质的分类	(2)
二、物质的性质	(2)
三、物质的变化	(2)
第二节 化学的量	(3)
一、原子量	(3)
二、分子量	(3)
三、摩尔和摩尔质量	(3)
四、气体摩尔体积	(5)
第三节 化学式和化学方程式	(6)
一、化学式	(6)
二、化学方程式	(6)
第二章 物质结构和元素周期表	(10)
第一节 原子结构	(10)
一、原子结构理论的建立与发展	(10)
二、同位素及放射性同位素在医学上的应用	(11)
三、原子核外电子的运动状态及排布	(11)
第二节 分子结构	(14)
一、化学键	(14)
二、分子间的作用力和氢键	(16)
第三节 元素周期表	(17)
一、元素周期律	(17)
二、元素周期表	(18)
三、元素性质的递变规律	(18)
四、微量元素	(18)
第四节 络合物	(19)
一、络合物的基本概念	(19)
二、络合物的组成	(19)
三、络合物的命名	(20)
第五节 氧化还原反应	(20)
一、氧化还原反应	(20)

二、医药上常用的几种氧化剂和还原剂	(21)
第三章 溶液和溶液的渗透压	(23)
第一节 分散系	(23)
一、分散系	(23)
二、分散系的分类	(23)
第二节 溶液的浓度	(24)
一、概念	(24)
二、溶液的浓度	(24)
第三节 溶液浓度的稀释与换算	(26)
一、溶液的稀释	(26)
二、溶液浓度表示法的换算	(28)
第四节 胶体和高分子化合物溶液	(29)
一、胶体溶液	(29)
二、高分子化合物溶液	(30)
三、凝胶	(32)
第五节 溶液的渗透压	(32)
一、渗透现象和渗透压	(33)
二、渗透压和溶液浓度的关系	(34)
三、溶液渗透压在医学上的意义	(34)
四、晶体渗透压和胶体渗透压	(35)
五、张度概念	(35)
第四章 化学反应速度和化学平衡	(37)
第一节 化学反应速度	(37)
一、化学反应速度	(37)
二、影响化学反应速度的因素	(38)
第二节 化学平衡	(40)
一、可逆反应	(40)
二、化学平衡	(40)
三、化学平衡常数	(40)
第三节 化学平衡的移动	(41)
一、浓度的影响	(41)
二、温度的影响	(42)
三、压力的影响	(42)
四、催化剂的影响	(42)
五、吕·查德里原理	(42)

第五章 电解质溶液(14)	一、饱和烃(烷烃).....(65)
第一节 电解质的电离.....(11)	二、不饱和烃.....(68)
一、电解质与非电解质.....(11)	第二节 炔烃(73)
二、电解质的电离.....(14)	一、脂肪炔.....(73)
三、离子透入疗法在临床上的应用.....(16)	二、芳香炔.....(73)
第二节 弱电解质的电离平衡(18)	三、稠环芳香炔.....(76)
一、电离平衡.....(18)	第三节 卤代烃(77)
二、电离平衡的移动和同离子效应.....(18)	一、卤代烃的分类、命名和异构现象.....(77)
第三节 酸、碱、盐的电离(18)	二、卤代烃的性质.....(78)
一、酸、碱、盐的电离.....(18)	三、几种重要的卤代烃.....(78)
二、离子反应.....(19)	第八章 醇、酚、醚(80)
第四节 酸、碱、盐的命名和酸碱质(19)	第一节 醇(80)
于理论.....(19)	一、醇的结构、分类和命名.....(80)
一、酸、碱、盐的命名.....(19)	二、醇的化学性质.....(81)
二、临床上常用的无机盐及主要用途.....(19)	三、重要的醇.....(83)
三、酸碱质子理论.....(19)	第二节 酚(84)
第五节 水的电离和溶液的酸碱性(19)	一、酚的分类和命名.....(84)
一、水的电离和水的离子积常数.....(19)	二、酚的化学性质.....(85)
二、溶液的酸碱性及 pH 值.....(19)	三、重要的酚.....(86)
第六节 酸碱指示剂和酸碱滴定(19)	第三节 醚(37)
一、酸碱指示剂及变色原理.....(19)	一、醚的结构和分类.....(37)
二、酸碱滴定.....(19)	二、乙醚.....(37)
第七节 盐类的溶解(19)	第九章 醛和酮(89)
一、强碱与弱酸所组成的盐.....(19)	第一节 醛、酮的结构和命名(89)
二、强酸与弱碱所组成的盐.....(19)	一、醛和酮的结构.....(89)
三、弱酸和弱碱所组成的盐.....(19)	二、醛和酮的命名.....(89)
四、强酸与强碱所组成的盐.....(19)	第二节 醛和酮的性质(90)
第八节 缓冲溶液(19)	一、醛和酮的共同性质.....(90)
一、缓冲作用.....(19)	二、醛的特殊性质.....(91)
二、缓冲溶液的组成.....(19)	三、重要的醛和酮.....(93)
三、缓冲溶液的作用原理.....(19)	第十章 羧酸及具有复合官能团的羧酸(95)
四、缓冲溶液在医学上的意义.....(19)	第一节 羧酸(95)
第六章 有机化合物概述(59)	一、羧酸的分类和命名.....(95)
第一节 有机化合物和有机化学(59)	二、羧酸的性质.....(96)
第二节 有机化合物的特性(59)	三、几种常见的羧酸.....(99)
第三节 有机化合物的结构(60)	第二节 具有复合官能团的羧酸(99)
第四节 有机化合物的分类(61)	一、羟基酸.....(100)
第七章 烃(63)	二、羧酸.....(101)
第一节 开链烃(63)	三、几种重要的羟基酸及羧酸.....(102)
	第三节 旋光异构现象(103)
	一、偏振光和旋光性.....(103)
	二、旋光性与化学结构的关系.....(104)
	三、构型.....(105)
	第十一章 酯和酯类(107)

第一节 酯.....	(107)	三、尿素.....	(132)
一、酯的生成和命名.....	(107)	第三节 蔗糖.....	(133)
二、酯的性质.....	(108)	一、蔗糖的结构和分类.....	(133)
三、个别的酯.....	(108)	二、丙二酸酐.....	(134)
第二节 油脂.....	(108)	第十四章 杂环化合物和生物碱	(134)
一、油脂的组成和结构.....	(109)	第一节 杂环化合物.....	(136)
二、油脂的性质.....	(110)	一、杂环化合物的分类和命名.....	(136)
三、油脂的乳化.....	(111)	二、与生理、药理有关的杂环 生物.....	(138)
第三节 类脂.....	(111)	第二节 生物碱.....	(139)
一、磷脂.....	(112)	一、生物碱的一般性质.....	(139)
二、固醇.....	(113)	二、几种重要的生物碱.....	(140)
第十二章 糖类	(117)	医用基础化学实验指导	(142)
第一节 单糖.....	(118)	一、实验规则.....	(142)
一、葡萄糖.....	(118)	二、实验注意事项.....	(142)
二、果糖.....	(121)	实验一 化学实验基本操作.....	(144)
三、核糖和脱氧核糖.....	(122)	实验二 溶液.....	(146)
第二节 双糖.....	(122)	实验三 电解质溶液和酸碱滴定.....	(148)
一、蔗糖.....	(122)	实验四 醇、酚、醚、酮的化学性质.....	(151)
二、麦芽糖.....	(123)	实验五 羧酸和脂类.....	(152)
三、乳糖.....	(123)	实验六 糖类、胺和酰胺.....	(153)
第三节 多糖.....	(124)	医用基础化学教学大纲	(154)
一、淀粉.....	(124)	附录	(160)
二、糖元.....	(125)	一、生理溶液的配制.....	(160)
三、纤维素.....	(126)	二、几种医用缓冲溶液的配制.....	(160)
第十三章 胺、酰胺和尿素	(127)	三、碱、酸和盐的溶解性表(20℃).....	(161)
第一节 胺.....	(127)	四、希腊字母.....	(161)
一、胺的结构和分类.....	(127)	五、常用试剂的配制.....	(162)
二、胺的命名.....	(128)	六、化学试剂的规格.....	(164)
三、胺的性质.....	(128)	七、两位对数表.....	(165)
四、季铵盐和季铵碱.....	(131)	八、元素周期表.....	(166)
第二节 酰胺.....	(131)		
一、酰胺的结构和命名.....	(131)		
二、酰胺的性质.....	(132)		

绪 言

世界是由物质构成的，客观存在的物质是化学研究的对象。

在自然界中存在着各种各样的物质。如水、氧气、二氧化碳、食盐、酒精、淀粉、糖、蛋白质、油脂、光、电、声音、地心引力场、生物场等都是物质。

物质是我们感觉到的具有质量、占有空间的客观实在。大至宏宇，小至微观粒子，无一不是物质。所有的物质都是处在不停地运动、变化和发展中。物质的运动形式多种多样，但最普遍的是物理变化和化学变化；绝对静止和不变的物质是不存在的。各种物质在一定条件下都具有一定的物理性质和化学性质。

化学是研究物质的化学运动形式（化学变化）的一门科学。其内容包括物质在原子和分子水平上的组成、结构、性质、用途、变化规律和变化过程中能量关系及物质的合成等。

化学是一门十分重要的基础学科之一，它与医学科学的关系尤为密切。组成人体最基本的物质，如蛋白质、糖类、脂肪、水、无机盐和维生素等都是化学物质。因此，医学科学所面对的各种问题，如人体的一切生理现象和病理现象的研究；药物的合成、提取、保管和使用；临床检验；卫生防疫；公共卫生；环境保护；临床治疗；放射性同位

素在医学上的广泛应用；遗传、变异、疾病、死亡等生命过程的探索；人类的长寿与保健，都离不开化学。

随着生产实践和科学的发展，各种学科的互相渗透，化学又划分为许多分支学科。例如无机化学、有机化学、分析化学、药物化学、物理化学、生物化学等。

《医用基础化学》仅包括与医学关系更为密切的无机化学和有机化学部分的重要内容，是为学好医学基础和医学专业等课程必须掌握的一门课程。

在学习化学的过程中，加强化学基础理论的学习，正确掌握化学的基本原理，是提高化学知识灵活运用能力的一个最重要的环节。学习化学不应机械地、静止地和孤立地去对待每个问题，而必须特别注意它们的相互联系、相互制约以及发展变化。

化学跟其他学科一样，它的发展是永无止境的。现代化学在理论和实践上尽管取得了巨大的成就，但尚未解决的问题还很多；尤其是医学领域中的许多化学奥妙急待我们进一步去探索与解决。

医学与化学的关系既然如此密切。所以，对一个医学生来说，必须从思想上高度重视，认真学好《医用基础化学》这门课程。

〔长沙市卫生学校 周栋麒〕

第一章 化学的基本概念

化学是一门十分重要的基础学科。我们在研究和学习化学的过程中，常涉及到许多数量的关系。所以，化学计算是化学理论联系实际的一个重要方面，通过计算，可以加深理解化学上一些重要的基本概念和基本理论，掌握一些化学上的基本定律，从而使之有机地联系起来。因此，学好本章的知识是极其重要的。

第一节 物质

一、物质的分类

物质按形态可以粗分为实物和场物质两大类。

1. 实物：具有静止质量、体积和聚集状态。这是一类凭我们的感官可以看得见，摸得着的物质，它包括无机化合物和有机化合物两大类。

2. 场物质：不具有静止质量、体积和聚集状态。例如，地心引力场、原子核内的核力场、电磁场、生物场等。

实物和场物质可以相互转化，并无绝对界限。一般情况下，化学所研究的对象是实物而不是“场”，因此在化学中提到的物质，往往是指实物。当然，若涉及物质的微观状态，如原子、分子结构，也是与引力场、电磁场的作用分不开的。实物则又可分为固态、液态、气态、等离子态、液晶态等五种主要状态。

二、物质的性质

物质所具有的特征叫物质的性质。物质的组成、结构决定物质的性质；反过来由物

质的性质又可以推测物质的组成和结构；物质的组成、结构是物质的本质，本质对外的表现是物质的性质。

1. 物理性质：由感官能够观察或用物理单位可量出的性质叫做物理性质。例如，颜色、香味、形态、密度、熔点、沸点、硬度、展性、延性、溶解度、粘度、挥发性、折光率、电及热的传导等。

2. 化学性质：物质只有在化学变化中才能表现出来的性质叫做化学性质。例如，碳的燃烧：



又如酸碱的中和反应：

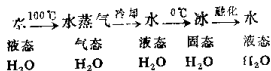


物质种类繁多，千差万别，但各种物质都具有各自的特性。根据这些特性，我们就可以科学地把自然界中的物质分门别类地区分开来。

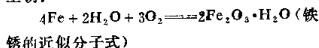
三、物质的变化

自然界物质变化的形式主要有两种，即物理变化和化学变化。

1. 物理变化：物质变化时，只改变物质的形态，而不改变物质的组成、结构和性质，不生成新物质的变化叫物理变化。例如：



2. 化学变化 (化学反应): 物质变化时, 不仅物质的形态, 而且物质的组成、结构和性质均发生改变, 原物质消失, 新物质生成的变化叫化学变化。例如铁在潮湿空气中的生锈:



药物的变质、食物的腐败等, 其组成、结构和性质均发生了改变, 是比较复杂的化学变化。在化学变化中, 常伴有能量的变化与转移, 发生放热、吸热、发光、变色、放出气体、吸收气体、生成沉淀等现象。此外, 化学变化的进行也常常要求有一定的条件如温度、浓度、催化剂等。

第二节 化学的量

一、原子量

原子虽小, 但也有一定的质量。由于原子的质量极小, 所以现在还无法直接测出一个原子的真实质量, 而只能用间接的方法推算出某种原子的质量。例如:

1个氢原子的质量 = 1.673×10^{-27} 公斤;

1个碳原子的质量 = 1.993×10^{-26} 公斤;

1个氧原子的质量 = 2.657×10^{-26} 公斤。

用这么小的数值书写、运算和记忆都很不方便, 并且绝大多数元素都是一些同位素的混杂物, 经常用的原子量都是某元素原子混杂体的平均值, 混合的比例又因来源不同微有出入。因此国际上规定, 把一种碳原子 (这种碳原子的原子核内有 6 个质子和 6 个中子) 的质量定为 12 作标准, 而把其他原子的质量与它相比较, 所得的数值就是该种原子的原子质量。换言之, 原子量是元素原子相对质量的简称, 是以 ^{12}C 一个原子质量的 $1/12$ 作单位, 这个数值 (约为 1.6603

$\times 10^{-27}$ 公斤) 叫做一个原子质量单位, 以英文符号 amu 表示。

因此, 某元素一个原子的质量跟它的原子量的关系是:

$$\text{原子量} = \frac{\text{某元素原子质量 (公斤)}}{1.6603 \times 10^{-27} \text{ (公斤)}}$$

例如:

$$\begin{aligned} \text{氧的原子量} &= \frac{2.657 \times 10^{-26} \text{ (公斤)}}{1.6603 \times 10^{-27} \text{ (公斤)}} \\ &\approx 15.9994 \end{aligned}$$

反过来, 知道了某元素原子的原子量, 又可以求出它的原子质量。例如:

$$\begin{aligned} \text{氧的原子质量} &= 15.9994 \times 1.6603 \\ &\times 10^{-27} \text{ 公斤} \\ &\approx 2.657 \times 10^{-26} \text{ 公斤} \end{aligned}$$

原子量是个比值, 所以是没有单位的。现将人体含有的几种主要元素的平均原子量列举于下:

C 12.011	H 1.0079	O 15.999
S 32.06	N 14.007	P 30.974
K 39.098	Cl 35.453	Na 22.988
Ca 40.08	Fe 55.84	Mg 24.305

二、分子量

各种物质的分子都有一定的质量, 一个分子中各原子的原子量总和叫做分子量。分子量是表示分子的相对质量, 也是没有单位的。例如, 一个硫酸分子 (H_2SO_4) 的分子量是 $2 \times 1 + 32 + 4 \times 16 = 98$ 。

三、摩尔和摩尔质量

(一) 概念

从化学方程式可以看出, 物质之间是按一定数量比的原子或分子进行反应的。例如, 从 $\text{C} + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{燃烧}} \text{CO}_2$ 可看出一个碳原子和一个氧分子反应, 生成一个二氧化碳分子。但原子和分子都是构成物质的极小微粒, 因此实际上参加化学反应的决不可能只有几百个、几千个原子、分子或离子, 而是成千亿万万个这样的微粒参加反应的。为了便于计量, 国际上采用一种特殊的, 物质的量的基本单位——摩尔 (简称摩), 符号用 mol 表示 (mol 来

自拉丁文moles,原意是大量堆积)。

1摩尔物质究竟含有多少结构微粒呢?经过气体的研究、电子电荷等各方面印证,其数目为 6.023×10^{23} 。为着纪念首先提出“同温同压之下,同体积的任何气体都含有相同数目的分子”的意大利化学家阿佛加德罗(Avogadro),故把 6.023×10^{23} 称为阿佛加德罗常数。任何物质所含有的微粒数与12克碳-12的原子数目相等,即 6.023×10^{23} 作为一个摩尔。

简明地说,摩尔是表示物质的量的单位,某物质如果含有 6.023×10^{23} 个微粒数,这种物质的量就是1摩尔。由此可知:

1摩尔的氢原子含有 6.023×10^{23} 个氢原子;

1摩尔的碳原子含有 6.023×10^{23} 个碳原子;

1摩尔的水分子含有 6.023×10^{23} 个水分子;

1摩尔的硫酸分子含有 6.023×10^{23} 个硫酸分子;

1摩尔的钠离子含有 6.023×10^{23} 个钠离子。

结构微粒可以是原子、分子、离子、电子、中子等。因此在使用摩尔时,应指明结构粒子的种类或它是哪些粒子的特定组合体。

从摩尔的定义可知,1摩尔碳-12的质量是12克。所以摩尔还可用来表示物质的质量。1摩尔物质的质量叫做摩尔质量,单位用“克/摩尔”或 $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$ 表示。例如:

1摩尔氧原子,原子量是16,含有 6.023×10^{23} 个氧原子,摩尔质量是16克/摩尔;

1摩尔氢氧根离子,离子量是17,含有 6.023×10^{23} 个氢氧根离子,摩尔质量是17克/摩尔;

1摩尔氯化钠分子,分子量是58.5,含有 6.023×10^{23} 个氯化钠分子,摩尔质量是58.5克/摩尔。

由此可知,任何元素原子的摩尔质量单

位为 $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$ 时,数值上等于其原子量。任何物质分子的摩尔质量单位为 $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$ 时,数值上等于其分子量。

应用了摩尔这个物质的量的单位,不仅可以表示一定质量的物质里所含有的结构粒子数,而且还可表示物质的质量。

在实际应用上,有时摩尔这个概念显得太大,常常还采用毫摩尔做单位。1毫摩尔就是1摩尔的千分之一。

即:1摩尔=1000毫摩尔

例如:1毫摩尔的氢氧化钠是40毫克的氢氧化钠(即:40毫克/毫摩尔)。

(二)有关摩尔的计算

一定量的某物质究竟有多少摩尔,这就是物质的质量和摩尔数的关系,可表示如下:

$$\text{物质的摩尔(数)} = \frac{\text{物质的质量(克)}}{\text{摩尔质量(克/摩尔)}}$$

【例1】90克水的摩尔数是多少?

解:水的分子量是18,即水的摩尔质量是18克/摩尔。

$$90 \text{克水的摩尔数} = \frac{90 \text{克}}{18 \text{克/摩尔}} = 5 \text{摩尔}$$

答:90克水的摩尔数是5摩尔。

【例2】现有二氧化碳0.1摩尔,问相当于多少克二氧化碳?

解:CO₂的摩尔质量是44克/摩尔

$$\begin{aligned} \text{二氧化碳的质量} &= \text{摩尔数} \times \text{摩尔质量} \\ &= 0.1 \times 44 \\ &= 4.4 \text{克} \end{aligned}$$

答:0.1摩尔二氧化碳的质量是4.4克。

【例3】多少克硫酸与80克氢氧化钠所含的分子数相等。

解:NaOH的摩尔质量是40克/摩尔

$$\begin{aligned} 80 \text{克NaOH的摩尔数} &= \frac{80 \text{克}}{40 \text{克/摩尔}} \\ &= 2 \text{摩尔} \end{aligned}$$

硫酸也须是2摩尔时,才能与2摩尔的NaOH所含的分子个数相等,即为 $2 \times 6.023 \times 10^{23}$ 个分子数。

H₂SO₄的摩尔质量是98克/摩尔

2摩尔硫酸的质量 = 98克/摩尔 $\times$ 2

摩尔 = 196克

答: 196克硫酸与80克氢氧化钠所含的分子个数相等。

摩尔数相等的任何物质, 摩尔质量是不同的。

【例4】用氢气和氮气合成的氨, 再和硫酸反应制得硫酸铵。若生产过程中用去102克氢气, 求得到多少克硫酸铵?

解: $3\text{H}_2 + \text{N}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3$

3摩尔 2摩尔

$2\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 = (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$

2摩尔 1摩尔

氢气的摩尔质量是2克/摩尔;

硫酸铵的摩尔质量是132克/摩尔

102克氢气的摩尔数 = $\frac{102\text{克}}{2\text{克/摩尔}}$

= 51摩尔。

从反应式知:

3摩尔氢气能制得1摩尔硫酸铵;

51摩尔氢气可制得17摩尔硫酸铵;

17摩尔硫酸铵的质量 = 132克/摩尔
 $\times$ 17摩尔 = 2244克。

答: 102克氢气可制得2244克硫酸铵。

四、气体摩尔体积

1摩尔的任何气体, 虽有不同质量, 但都含有 6.02×10^{23} 个分子, 那么所占体积是否相同呢?

所有的气体, 其体积的大小和温度、压强等外界条件有关。一定量的气体, 温度升高, 则体积增大; 压强增大, 则体积缩小。因此, 要比较一定量气体体积的大小, 必须在同一温度同一压强下进行。为了方便起见, 科学上规定了一个标准状况, 即温度为 0°C , 压强为一个大气压 (1个大气压 = 760mmHg = 101325Pa), 作为比较气体体积的标准条件(atm为大气压的英文缩写)。

根据实验测得: 在标准状况下, 1摩尔的任何气体所占的体积都是22.4升; 这个体积叫做气体的摩尔体积。

气体的摩尔体积 (升)

$$= \frac{\text{分子量(克)}}{\text{标准状况下的密度(克/升)}}$$

例如由实验测得氢气、氧气、二氧化碳在标准状况下的密度分别为 0.0899 克/升、1.429 克/升、1.965 克/升, 他们的摩尔体积是:

$$\text{氢气的摩尔体积} = \frac{2.016}{0.0899} = 22.4 \text{升}$$

$$\text{氧气的摩尔体积} = \frac{32}{1.429} = 22.4 \text{升}$$

$$\text{二氧化碳的摩尔体积} = \frac{44}{1.965} = 22.4 \text{升}。$$

可见, 1摩尔的任何气体, 他不仅表示了这种气体的质量和所含的分子数, 还表示这种气体在标准状况下所占的体积。例如1摩尔的二氧化硫气体的质量是64克、所含分子数为 6.02×10^{23} 个、在标准状况下所占体积为22.4升。但是, 对于液体或固体来说, 1摩尔各种物质的体积是不相同的。

运用气体摩尔体积, 我们可以计算各种气体的密度、化学反应中反应物的量和生成物是气体的体积以及某些气体的分子量等。

【例1】在标准状况下, 二氧化碳气体的密度是多少?

$$\begin{aligned} \text{解: } \text{CO}_2 \text{ 的密度} &= \frac{44(\text{克})}{22.4(\text{升})} \\ &= 1.965 \text{克/升} \end{aligned}$$

答: 在标准状况下, 二氧化碳气体的密度是1.965克/升。

【例2】在标准状况下, 0.2升一氧化碳的质量是0.25克, 求一氧化碳的分子量。

$$\begin{aligned} \text{解: 一氧化碳的分子量} &= 0.25\text{克} / 0.2\text{升} \\ &\times 22.4\text{升} = 28(\text{克}) \end{aligned}$$

答: 一氧化碳的分子量是28。

【例3】10克氯酸钾完全分解, 在标准状况下, 能生成氧气多少升?

$$\begin{aligned} \text{解: } 2\text{KClO}_3 &\xrightarrow{\text{MnO}_2} 2\text{KCl} + 3\text{O}_2 \uparrow \\ 2 \times 122.5\text{克} &\qquad\qquad\qquad 3 \times 22.4\text{升} \\ 10\text{克} &\qquad\qquad\qquad x\text{升} \end{aligned}$$

$$X = \frac{3 \times 22.4 \times 10}{2 \times 122.5} = 2.74 \text{升}.$$

答：在标准状况下，能生成氧气2.74升。

第三节 化学式和化学方程式

一、化学式

用元素原子符号表示物质组成的式子叫做化学式。化学式种类较多，但最常见的有：

(一) 最简式(实验式)

表示物质分子中最简单的原子个数之比。例如，醋酸的最简式为 CH_2O ，式量为30。

(二) 分子式

表示物质一分子的组成的式子。以醋酸为例，其分子式为实验式的二倍，即 $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$ ；它包含了如下意义，

1. 表示一个醋酸分子 ($\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$)；

2. 表示醋酸分子是由两个碳原子、四个氢原子和二个氧原子所组成，分子中原子个数之比为 $\text{C}:\text{H}:\text{O} = 1:2:1$ ；

3. 表示醋酸的分子量

$$\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2 = 2 \times 12 + 4 \times 1 + 2 \times 16 = 60;$$

4. 表示醋酸分子中各元素原子的百分组成；

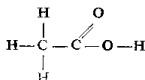
$$\text{C}: \frac{24}{60} \times 100\% = 40\%;$$

$$\text{H}: \frac{4}{60} \times 100\% = 6.67\%;$$

$$\text{O}: \frac{32}{60} \times 100\% = 53.33\%.$$

(三) 结构式

表示物质分子中所含原子的排列顺序和结合方式。醋酸的结构式是：



写结构式时，通常以“—”短线(叫做键)

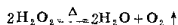
表示原子键(共价键)。

(四) 示性式

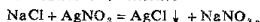
示性式是分子式中含有代表该物质特性的功能基(官能团)的式子。或者说示性式是结构式的缩写，能表示出该物质的类型和通性。醋酸的示性式为： CH_3COOH (式中 $-\text{COOH}$ 叫羧基，是功能基)。

二、化学方程式

用分子式(确切地说应是化学式)表示化学反应的式子叫做化学方程式。化学方程式是以事实和实验结果为依据的，不能凭空臆造。对于一个具体的化学方程式来说，要知道反应物是什么，生成物是什么，进行反应的条件是什么，有什么现象发生等等。例如，医药上消毒用的双氧水(含 H_2O_2) 加热或加催化剂时，很容易分解成氧气和水。



再如，氯化钠与硝酸银反应，立即生成白色的氯化银沉淀和硝酸钠。



化学方程式除表示反应物、生成物是什么外，还可表示反应物和生成物各物质间的摩尔数之比以及它们之间的质量关系、体积关系、能量变化和吸热与放热的情况。化学方程式严格遵循质量守恒定律，即化学反应中，反应物的质量总和等于生成物的质量总和。

(一) 化学方程式的配平

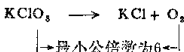
在化学方程式的分子式前面加一定的系数，使反应前后各种元素原子的数目相等，叫做化学方程式的配平。常用来配平化学方程式的方法有下面几种：

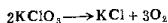
1. 用最小公倍数法配平

例如，氯酸钾受热分解的反应

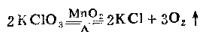


两边氧原子个数不等，用最小公倍数法，从含氧原子的项配起：





推出其他项(KCl)的系数,完成配平,并注明反应条件等。



2. 用奇数配偶法配平 (即单数二倍法)

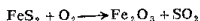
按照这一方法进行配平的步骤如下:

(1) 找出方程式里左右两端出现次数较多的元素。

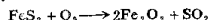
(2) 该元素原子在各端的总数是否一奇一偶,选定这一元素作为配平的起点。

(3) 由已推求出的系数决定其他分子式的系数。

例如,燃烧硫铁矿(主要成分是 FeS_2)的反应



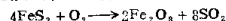
氧是这一反应出现次数较多的元素,就以它作为配平起点。从反应方程式知,反应物里含有偶数氧原子,但在生成物里共含有五个氧原子,是奇数。在 SO_2 分子里含有两个氧原子是偶数。因此,只有变 Fe_2O_3 的系数才能使生成物里的氧原子个数变为偶数。我们可以在分子式 Fe_2O_3 前试写一个最小的偶数2,再进一步配平。



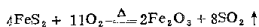
反应前后所含铁原子个数必须相等,所以必须在反应物 FeS_2 分子式前写一系数4。



由此推知,在生成物 SO_2 前应写一系数8。



生成物里所含氧原子的总数为22,那末反应物里氧的分子式前必须写一系数11才能配平。



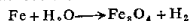
3. 用观察法配平

按照这一方法进行配平的步骤如下:

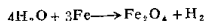
(1) 从分子式比较复杂的一种生成物推求出有关各反应物分子式的系数和这一生成物的系数。

(2) 根据求得的分子式的系数再找出其他分子式的系数。

例如,赤热的铁跟水蒸气反应



显然, Fe_3O_4 里的三个铁原子来自反应物铁原子,而四个氧原子又来自反应物水蒸气分子里的氧原子。因此在反应物水蒸气分子式前必须配一系数4,而铁原子前必须配一系数3。

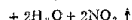
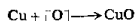
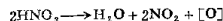
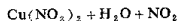
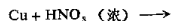


很易看出,在生成物氢分子式前配一系数4,才能使化学方程式配平。



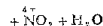
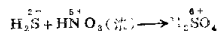
4. 用分步总和法配平

分步总和配平法在化学方程式的配平中使用得不多。例如:



5. 用电子得失法配平

电子得失法适用于氧化还原反应方程式的配平。例如:

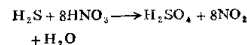


因为被氧化元素 $\text{S}^{2-} \rightarrow \text{S}^{6+}$,化合价变化为 8^+ 。被还原元素 $\text{N}^{5+} \rightarrow \text{N}^{1+}$,化合价变化为 4^- 。要使得失电子总数相等,就必须:

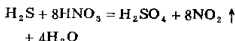
$$(8^+) \times 1$$

$$(4^-) \times 8$$

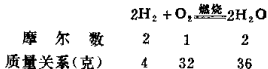
所乘的数(1、8)即为该分子式前的系数。



最后将其其他原子配平就行了。



配平的化学方程式不仅表达了质量守恒、物质不灭规律，还表达了各物质之间的数量关系。例如：



(二) 应用化学方程式进行计算

利用反应方程式可以从反应物（原料）的质量计算生成物（产品）的质量，也可以从生成物的量来计算出各种反应物的量。

【例1】若煅烧20吨石灰石（假定不含杂质）可得到生石灰多少吨？

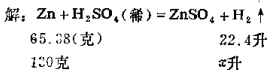


100	56
20吨	x 吨

$$x = \frac{56 \times 20}{100} = 11.2 \text{ 吨}$$

答：可制得生石灰11.2吨。

【例2】130克锌与足量稀硫酸作用，在标准状况下能生成氢气多少升？



$$x = \frac{22.4 \times 130}{65.38} = 44.6 \text{ 升}$$

答：在标准状况下能生成氢气44.6升。

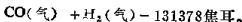
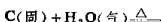
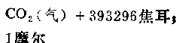
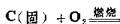
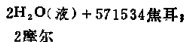
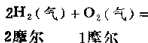
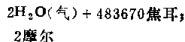
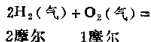
在化学反应中，所用质量单位可以是克、公斤、吨等，但实验室一般多用克作单位。注意，计算时单位必须一致。

(三) 热化学方程式

在化学反应过程里，不仅物质发生了变化，还伴随有能量的变化，其中最常见的是热量的变化。有的化学反应放出热量，叫做放热反应；有的化学反应吸收热量，叫做吸热反应。

化学反应所放出或吸收的热量，可以写

在化学方程式里，且常写在方程式的右边，放出的热量用“+”表示；吸收的热量用“-”表示。化学反应过程中放出或吸收的热叫做反应热。



由此可知，这种不仅表明物质发生反应时量的变化，而且标明物质的状态以及反应所吸收或放出的热量多少的化学方程式叫做热化学方程式。在热化学方程式里，分子式或化学式前面的系数只表示若干摩尔，并不代表分子的个数，因此可以是分数。

在发生化学反应时，吸收或放出的热量多少跟测定时的温度、压强等条件有关。一般没有特别指明温度和压强时，就是指在25℃和101325Pa（即旧制的1个标准大气压）下所测的数据。应用热化学方程式可以计算化学反应中发生的热量的变化。

思 考 题

1. 在下列现象中，哪些是物理变化？哪些是化学变化？

- | | |
|------------|-----------|
| (1) 湿衣服晒干； | (2) 点燃蜡烛； |
| (3) 食物腐败； | (4) 电灯发亮； |
| (5) 药物变质； | (6) 酒精挥发。 |

2. 写出并配平下列化学方程式。

- (1) 磷在空气中燃烧生成五氧化二磷。
- (2) 铁和稀硫酸作用生成硫酸亚铁和氢气。
- (3) 硫酸钠和氯化钡作用生成硫酸钡和氯化钠。

3. 100克下列物质，问它们各是多少摩尔？

- (1) NaOH (2) NaCl (3) H_2SO_4
- (4) $KMnO_4$

4. 在标准状况下，有1克氢气、1克氧气、1克氯气、试问哪种气体的分子数最多？哪种气体的体积最大？

5. 求下列物质的质量：

- (1) 0.5摩尔硫酸； (2) 0.1摩尔氢氧化钠；
- (3) 2毫摩尔碳酸氢离子。

6. 硫酸和氢氧化钠完全作用后，生成71克硫酸钠，问：

(1) 需要几摩尔氢氧化钠？

(2) 需要几摩尔硫酸？

(3) 生成多少克水？

7. 1克氯化钠是多少毫摩尔的氯化钠？

[长沙市卫生学校 周炼麒]

第二章 物质结构和元素周期表

19世纪末叶之前,一般都认为原子是构成物质最基本的不可再分割的微粒。到19世纪末叶,科学上一系列惊人的发现,打破了原子不可分割的观点,开始探索原子内部结构的奥秘。对原子结构的深入研究和许多基本粒子的被发现,大大地促进了科学的应用和进展。

化学变化不涉及原子的分裂,这里讲些原子内部的结构,只是为了说明原子与原子是如何结合成化合物分子的。

第一节 原子结构

一、原子结构理论的建立与发展

原子结构十分复杂,人们对它的认识,经历了漫长的历史过程,是逐步地深化的。

1. 电子的发现: 19世纪末,有几位物理学家研究发现高电压时,真空管可以导电。从管内阴极射出一束眼睛看不见的带负电荷的射线,它可以受电磁场的作用而向正极偏转,因此被命名为阴极射线。进一步研究证明,阴极射线为高速电子流,并测定了电子的质量与电荷。

2. 伦琴射线: 1897年,德国物理学家伦琴(Röntgen)发现阴极射线打在真空管“对阴极”上产生另一种射线,它不受电磁场的影响(即不带“+”“-”电荷),但可透过黑纸使照相底片感光,当时不理解这种射线的性质,因而命名为“X”射线,又称为伦琴射线。其实,它是一种波长极短的光。

3. 原子的蜕变: 19世纪末,居里夫人等科学家深入研究了许多物质的放射现象,相继发现了铀、钋、镭、钍等金属原子有自动

分裂(蜕变)放出 α 、 β 、 γ 等射线的现象。

α 射线: 是由 α 粒子组成的微粒流。 α 粒子是氦离子(He^{2+}),它带有2个单位正电荷,质量约等于4。

β 射线: 它是由电子所组成的电子流。

γ 射线: 是穿透力很强的一种电磁波。或者说它是原子蜕变时所放出的 γ 。

由于放射性的发现,它就充分证实了原子是可分割的,原子具有十分复杂的内部结构。

4. 原子核及原子的组成: 1911年,英国物理学家卢瑟福(Rutherford)通过实验,提出了核式原子模型理论,指出原子中央有一个原子核,质子带正电荷存在核内,是构成原子的一种基本微粒。

1913年,英国物理学家摩斯莱(Moseley)用X衍射的物理方法证实了:

原子序数 = 质子数 = 核外电子数

1932年,苏联物理学家伊凡宁柯(Иваненко)提出了组成原子核的质子中子理论。

在我们认识了原子核的组成以后,对于原子的组成就可概括如下: