



高等医学院校改革教材

供临床医学、医学技术、护理、预防医学等专业使用

医用基础化学

YIYONG JICHU HUAXUE

李成义 崔成立 程向晖 \ 主编



人民军医出版社

PEOPLE'S MILITARY MEDICAL PRESS

高等医学院校改革教材
供临床医学、医学技术、护理、预防医学等专业使用

医用基础化学

YIYONG JICHU HUAXUE

主 编 李成义 崔成立 程向晖

编 者 (以姓氏笔画为序)

王登奎 白迎春 刘美艳

苏 琨 李成义 吴 刚

张桂莲 钮树芳 郭梅凤

崔成立 程向晖



人民军医出版社

PEOPLE'S MILITARY MEDICAL PRESS

北 京

图书在版编目(CIP)数据

医用基础化学/李成义,崔成立,程向晖主编. —北京:人民军医出版社,2010.9
高等医学院校改革教材
ISBN 978-7-5091-3921-9

I. ①医… II. ①李… ②崔… ③程… III. ①医用化学—医学院校—教材 IV. ①R313

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 175909 号

策划编辑:徐卓立 文字编辑:吴倩 责任审读:吴然
出版人:齐学进

出版发行:人民军医出版社 经销:新华书店

通信地址:北京市 100036 信箱 188 分箱 邮编:100036

质量反馈电话:(010)51927290;(010)51927283

邮购电话:(010)51927252

策划编辑电话:(010)51927300-8743

网址:[www. pmmp. com. cn](http://www.pmmp.com.cn)

印刷:三河市祥达印装厂 装订:京兰装订有限公司

开本:787mm×1092mm 1/16

印张:17.75 字数:429 千字

版、印次:2010 年 9 月第 1 版第 1 次印刷

印数:0001~3050

定价:39.00 元

版权所有 侵权必究

购买本社图书,凡有缺、倒、脱页者,本社负责调换

内 容 提 要

本书是作者根据多年来的教学实践,结合医用化学相关知识的发展和当前医学相关专业的教学需求,在第1版《医用基础化学》的基础上重新编写的。全书共分17章,分别介绍了化学基础知识,原子结构和元素周期律,共价键与分子间力,溶液与溶液的渗透压,缓冲溶液,氧化还原与电极电势,配位化合物,有机化合物,烃和卤代烃,醇、硫醇、酚和醚,醛和酮,有机羧酸及羧酸衍生物,立体异构,含氮有机化合物,糖类、脂类,氨基酸、多肽和蛋白质等内容,各章章末还附有习题和参考答案,既保持了化学基础知识的科学性和系统性,又增加了教材的可读性和实用性。本书适合高等医学院校医学各专业学时数少的本科生、文科起点的本科生,以及临床、影像、麻醉、检验、口腔、护理、眼视光、美容等专业的专科生及成人教育本科与专科生使用。

前 言

本书是我们包头医学院在认真总结第1版使用经验,结合多年教学实践,为进一步推进高等医学教育改革编写而成。

本教材的指导思想是“注意基础知识,培养专业素养、提高应用能力”。本教材注重化学基础知识在医学上的应用,以各医学及医学相关专业学生培养目标为依据,保持了化学基础知识的科学性和系统性,增加了教材的可读性和实用性。

教材内容由浅入深,各章节既有一定的连贯性又具有独立性,每章后附有习题和简单的习题参考答案,供学生自学使用。本教材适合高等医学院校医学各专业学时数少的本科生、化学基础知识较差的本科生、文科起点的本科生以及临床、影像、麻醉、检验、口腔、护理、眼视光、美容等专业专科生及成人教育本科和专科使用。

教材共分17章,参考学时为54~64学时,其中化学基础知识2学时,原子结构和元素周期律5~6学时,共价键与分子间力3~4学时,溶液和渗透压4学时,缓冲溶液6学时,氧化还原与电极电势4学时,配位化合物2~3学时,有机化合物概述1~2学时,烃和卤代烃4~6学时,醇、硫醇、酚和醚4学时,醛和酮3~4学时,立体异构4学时,含氮有机化合物4学时,糖类4学时,脂类2~3学时,氨基酸、多肽和蛋白质2~4学时。

由于编者水平有限,教材中的疏漏之处欢迎广大师生提出宝贵意见。

编 者

2010年6月

目 录

第 1 章 化学基础知识.....	(1)		(24)
第一节 物质的组成、分类及其变化		一、原子半径.....	(24)
.....	(1)	二、元素的金属性和非金属性.....	(25)
一、物质的组成	(1)	三、元素电负性.....	(26)
二、物质的分类	(2)	第 3 章 共价键与分子间力	(30)
三、物质的变化	(3)	第一节 现代价键理论	(30)
第二节 化学中常用的量.....	(6)	一、现代价键理论的要点.....	(30)
一、相对原子质量和相对分子质量		二、共价键的类型.....	(31)
.....	(6)	三、键参数.....	(32)
二、物质的量	(6)	第二节 杂化轨道理论	(34)
三、摩尔质量	(7)	一、杂化轨道理论的要点.....	(34)
四、气体摩尔体积	(7)	二、轨道杂化类型及实例.....	(34)
第三节 化学反应速率和化学平衡		第三节 分子间的作用力	(39)
.....	(8)	一、分子的极性与分子的极化.....	(39)
一、化学反应速率	(8)	二、van der Waals 力	(41)
二、化学平衡	(9)	三、氢键.....	(43)
第 2 章 原子结构和元素周期律	(14)	第 4 章 溶液与溶液的渗透压	(49)
第一节 核外电子运动状态及特性		第一节 溶液的组成	(49)
.....	(14)	一、组成.....	(49)
一、电子运动的特殊性.....	(14)	二、电解质与非电解质.....	(49)
二、电子云的概念.....	(15)	三、强电解质与弱电解质.....	(50)
三、原子轨道和量子数.....	(15)	第二节 溶液组成量度的表示方法	
第二节 多电子原子结构和周期表			(51)
.....	(18)	一、物质的量浓度.....	(51)
一、电子的能级.....	(18)	二、质量浓度.....	(52)
二、原子核外电子的排布的规律		三、质量分数.....	(52)
.....	(19)	四、体积分数.....	(53)
三、原子的电子组态和元素周期表		第三节 溶液的渗透压	(53)
.....	(22)	一、渗透现象.....	(53)
第三节 元素性质的周期变化规律		二、渗透压.....	(55)

三、渗透压与浓度、温度的关系	··· (55)	一、电池的概念	··· (82)
四、渗透压在医学中的意义	··· (56)	二、原电池的组成式和电极类型	··· (83)
第5章 缓冲溶液	··· (60)	三、电池的电动势	··· (84)
第一节 弱电解质在溶液中的电离	··· (60)	第三节 电极电势	··· (84)
一、电离平衡与电离平衡常数	··· (60)	一、电极电势的产生	··· (84)
二、电离度	··· (61)	二、电极电势的测定	··· (85)
三、同离子效应和盐效应	··· (61)	第四节 电极电势的计算和应用	··· (88)
第二节 酸碱质子理论	··· (62)	一、Nernst 方程式	··· (88)
一、酸碱的定义	··· (63)	二、电极电势的应用	··· (90)
二、酸碱反应	··· (63)	第五节 电势法测定溶液的 pH	··· (91)
第三节 水溶液的酸碱性及 pH 计算	··· (64)	一、电势法测定 pH 的基本原理	··· (91)
一、水的质子自递反应	··· (64)	二、饱和甘汞电极和玻璃电极	··· (92)
二、共轭酸碱对的 K_a 与 K_b 的关系	··· (64)	三、电势法测定溶液 pH 的方法	··· (93)
三、一元弱酸、弱碱的 pH 计算	··· (65)	第7章 配位化合物	··· (98)
第四节 缓冲溶液的组成及其应用	··· (66)	第一节 配位化合物的基本概念	··· (98)
一、缓冲作用及缓冲溶液的概念	··· (66)	一、什么是配合物	··· (98)
二、缓冲溶液的组成	··· (67)	二、配合物的组成	··· (99)
三、缓冲作用原理	··· (67)	三、配合物的命名和分类	··· (101)
第五节 缓冲溶液的 pH 计算	··· (68)	四、配合物的几何异构现象	··· (102)
第六节 缓冲容量与缓冲溶液的配制	··· (70)	第二节 配合物的化学键理论	··· (102)
一、缓冲容量	··· (70)	一、配合物的价键理论的基本要点	··· (102)
二、缓冲溶液的配制	··· (71)	二、外轨配合物和内轨配合物	··· (103)
第七节 缓冲溶液在医学中的意义	··· (73)	三、实例	··· (103)
一、血液中的缓冲体系	··· (73)	第三节 配位平衡	··· (106)
二、人体正常 pH 的维持	··· (74)	一、配位平衡常数	··· (106)
第6章 氧化还原与电极电势	··· (79)	二、配位平衡的移动	··· (108)
第一节 氧化还原反应的实质	··· (79)	三、稳定常数的应用	··· (110)
一、氧化值	··· (79)	第四节 螯合物	··· (111)
二、氧化还原反应	··· (80)	一、螯合物和螯合剂的概念	··· (111)
三、氧化还原反应方程式的配平	··· (80)	二、影响螯合物稳定性的因素	··· (111)
第二节 原电池	··· (82)	第五节 配合物在医学上的意义	··· (112)
		第8章 有机化合物	··· (116)
		第一节 有机化合物和有机化学	··· (116)

第二节 有机化合物的特点·····	(117)	二、苯的同系物的命名·····	(136)
第三节 有机化合物的结构·····	(118)	三、苯及其同系物的物理性质···	(137)
一、碳及其他元素在有机化合物分		四、苯及其同系物的化学性质···	(137)
子中的化合价·····	(118)	五、稠环芳香烃·····	(138)
二、共价键的结合方式及表示法		第六节 卤代烃·····	(138)
·····	(118)	一、卤代烃的分类和命名·····	(139)
三、碳原子的立体概念·····	(119)	二、卤代烃的物理性质·····	(139)
第四节 有机化合物的反应类型		三、卤代烃的化学性质·····	(139)
·····	(120)	第 10 章 醇、硫醇、酚和醚·····	(143)
第五节 有机化合物的分类·····	(121)	第一节 醇·····	(143)
一、按碳架分类·····	(121)	一、醇的结构、分类和命名·····	(143)
二、按官能团分类·····	(121)	二、醇的物理性质·····	(144)
第 9 章 烃和卤代烃·····	(124)	三、醇的化学性质·····	(145)
第一节 烷烃·····	(124)	四、重要的醇·····	(147)
一、烷烃的结构·····	(124)	第二节 硫醇·····	(148)
二、烷烃的通式和同系列·····	(125)	一、硫醇的结构和命名·····	(148)
三、碳原子的类型·····	(125)	二、硫醇的物理性质·····	(148)
四、烷烃的同分异构现象·····	(125)	三、硫醇的化学性质·····	(149)
五、烷烃的命名·····	(126)	第三节 酚·····	(149)
六、烷烃的物理性质·····	(127)	一、酚的结构、分类和命名·····	(149)
七、烷烃的化学性质·····	(128)	二、酚的物理性质·····	(150)
第二节 环烷烃·····	(128)	三、酚的化学性质·····	(150)
一、环烷烃的命名·····	(128)	四、重要的酚·····	(151)
二、环烷烃的结构与稳定性·····	(128)	第四节 醚·····	(152)
三、环烷烃的物理性质·····	(128)	一、醚的结构、分类和命名·····	(152)
四、环烷烃的化学性质·····	(129)	二、乙醚·····	(152)
第三节 烯烃·····	(129)	第 11 章 醛和酮·····	(156)
一、烯烃的结构·····	(129)	第一节 醛和酮的结构和命名·····	(156)
二、烯烃的命名和异构现象·····	(130)	一、醛和酮的结构·····	(156)
三、电子效应·····	(130)	二、醛和酮的命名·····	(156)
四、烯烃的物理性质·····	(132)	第二节 醛和酮的性质·····	(158)
五、烯烃的化学性质·····	(132)	一、物理性质·····	(158)
六、二烯烃·····	(133)	二、化学性质·····	(158)
第四节 炔烃·····	(134)	第三节 重要的醛和酮·····	(163)
一、炔烃的结构·····	(134)	一、甲醛(formaldehyde, HCHO)	
二、炔烃的异构现象和命名·····	(134)	·····	(163)
三、炔烃的化学性质·····	(134)	二、乙醛(ethanal, CH ₃ CHO)	
第五节 芳香烃·····	(135)	·····	(164)
一、苯的结构·····	(135)	三、苯甲醛(benzaldehyde, C ₆ H ₅ -	

CHO)	(164)	三、旋光性与分子结构的关系 ...	(197)
四、丙酮(acetone, $\text{CH}_3\text{-CO-CH}_3$)		四、费歇尔(Fischer)投影式	(199)
.....	(164)	五、对映体的构型及其命名法 ...	(199)
五、樟脑(camphor)	(164)	六、含 2 个手性碳原子化合物的对映异构	(202)
六、鱼腥草素($\text{CH}_3(\text{CH}_2)_8\text{COCH}_2\text{-CHO}$)	(164)	七、对映异构体的性质	(203)
第 12 章 有机羧酸及羧酸衍生物 ...	(169)	第四节 构象异构	(203)
第一节 羧酸	(169)	一、乙烷的构象	(204)
一、羧酸的分类和命名	(169)	二、环己烷的构象	(205)
二、羧酸的物理性质	(171)	第 14 章 含氮有机化合物	(210)
三、羧酸的结构和化学性质	(171)	第一节 胺	(210)
四、重要的羧酸	(175)	一、胺的结构、分类和命名	(210)
第二节 羟基酸	(176)	二、胺的物理性质	(212)
一、羟基酸的结构、分类和命名	(176)	三、胺的化学性质	(212)
二、羟基酸的化学性质	(176)	四、重要的胺	(215)
三、重要的羟基酸	(178)	第二节 酰胺	(216)
第三节 酮酸	(181)	一、酰胺的结构和命名	(216)
一、酮酸的结构和命名	(181)	二、酰胺的物理性质	(216)
二、酮酸的化学性质	(181)	三、酰胺的化学性质	(217)
三、重要的酮酸	(182)	四、尿素	(217)
四、酮式-烯醇式的互变异构现象	(183)	五、酰脲	(218)
第四节 羧酸衍生物	(184)	六、磺胺类药物	(219)
一、羧酸衍生物的结构和命名 ...	(184)	第三节 含氮杂环化合物	(220)
二、羧酸衍生物的物理性质	(185)	一、杂环化合物的分类和命名 ...	(221)
三、羧酸衍生物的化学性质	(185)	二、吡咯和吡啶的结构	(222)
四、重要的羧酸衍生物	(186)	三、吡咯和吡啶的性质	(223)
第 13 章 立体异构	(191)	四、重要的含氮杂环化合物	(224)
第一节 同分异构的基本类型	(191)	第四节 生物碱	(228)
一、构造异构	(191)	一、概述	(228)
二、立体异构	(192)	二、重要的生物碱	(229)
第二节 顺反异构	(192)	第 15 章 糖类	(233)
一、产生顺反异构的条件	(192)	第一节 单糖	(233)
二、顺反异构的命名	(193)	一、单糖的结构	(234)
三、顺、反异构体的性质	(195)	二、单糖的物理性质	(237)
第三节 对映异构	(195)	三、单糖的化学性质	(237)
一、偏振光和旋光性	(195)	第二节 二糖	(241)
二、旋光度与比旋光度	(196)	一、蔗糖	(241)
		二、麦芽糖	(241)
		三、乳糖	(242)

第三节 多糖.....	(242)	一、甘油磷脂的组成、结构.....	(252)
一、淀粉	(243)	二、磷脂的重要代表物	(253)
二、糖原	(244)	第四节 甾族化合物.....	(253)
三、纤维素	(245)	一、甾族化合物的结构和命名 ...	(253)
第 16 章 脂类	(248)	二、甾醇和胆甾酸	(254)
第一节 脂类中的脂肪酸.....	(248)	第 17 章 氨基酸、多肽和蛋白质.....	(258)
一、命名	(248)	第一节 氨基酸.....	(258)
二、分类和结构	(249)	一、氨基酸的分类与结构	(258)
第二节 三酰甘油.....	(250)	二、氨基酸的性质	(262)
一、三酰甘油的组成、结构和命名	(250)	第二节 多肽和蛋白质.....	(264)
二、三酰甘油的物理性质	(250)	一、肽的结构、分类和命名.....	(264)
三、三酰甘油的化学性质	(251)	二、蛋白质的分类、结构与性质	(266)
第三节 磷脂.....	(252)	三、蛋白质的性质	(270)

第一节 物质的组成、分类及其变化

一、物质的组成

(一)构成物质的微观粒子

一切物质(宏观)都是由无数个人眼看不见的粒子按一定方式组合而成的。这些粒子可能是分子,也可能是原子或离子。

1. 分子 分子(molecule)是保持物质化学性质的一种微粒。同种物质的分子,性质相同;不同种物质的分子,性质不同。在化学变化中,反应物分子被破坏,生成产物,反应物的化学性质就不复存在。分子都是由一定数目的原子组成,例如,氧分子由 2 个氧原子构成;水分子由 2 个氢原子和 1 个氧原子构成。

2. 原子 原子(atom)是化学变化中的最小粒子。在化学变化中,分子分解为原子,这些原子再组合成新物质的分子。如氧化汞受热时,氧化汞分子会分解为氧原子和汞原子,这些原子又重新组合,每两个氧原子结合成 1 个氧分子。化学变化时,分子被破坏了,但原子不会被破坏成更小的粒子,所以说,原子是化学变化中的最小粒子。

3. 离子 离子(ion)是带有电荷的原子或原子团。带正电荷的离子称为阳离子(如 K^+ , Mg^{2+} , NH_4^+),带负电荷的离子称为阴离子(如 Cl^- , S^{2-} , NO_3^-)。

原子在一定条件下失去或得到电子,便转变成阳离子或阴离子,阳离子或阴离子也可以获得电子或失去电子转变成原子。



1 个原子失去 n 个电子,就变成带 n 个单位正电荷的阳离子;1 个原子获得 n 个电子,就变成带 n 个单位负电荷的阴离子。

(二)元素

元素(elements)是具有相同核电荷数(即核内质子数)的一类原子的总称。例如氧分子是由氧原子构成的,二氧化碳分子是由氧原子和碳原子构成的。无论氧分子中的氧原子,还是二氧化碳中的氧原子,都是同一类的原子,核电荷数都是 8,即核内有 8 个质子。氧气和二氧化碳两种物质中,都含有氧元素。核电荷数(质子数)为 11 的原子统称为钠元素,核电荷数(质子

数)为 17 的原子统称为氯元素。每一种元素都用特定的元素符号表示。如 C 表示碳元素, Ca 表示钙元素, S 表示硫元素, Si 表示硅元素, Na 表示钠元素等。元素符号表示一种元素, 还表示这种元素的一个原子。

二、物质的分类

(一) 纯净物和混合物

1. 纯净物 纯净物(pure substances)是由一种物质组成的。如氧气(只含氧分子)、水(只含水分子)、铁(只含铁原子)等是纯净物。

2. 混合物 混合物(mixtures)是由两种或多种物质混合而成的。如空气是由氧气、氮气、稀有气体、二氧化碳等多种成分组成的混合物, 各种成分间没有发生化学反应, 保持各自原来的性质。

(二) 单质与化合物

1. 单质 单质(simple substance)是由同种元素组成的纯净物。如: 氢气、铜、铁等是单质。有的单质(如氢气、氧气)由分子构成, 有的单质(如铜、金刚石)由原子构成。按其性质不同, 单质一般分成金属和非金属两大类。

同一种元素往往能形成不同的单质。这些单质之间互为同素异形体, 如金刚石和石墨、白磷和红磷、氧气和臭氧分别是碳、磷、氧元素的同素异形体。

2. 化合物 化合物(compound)是由不同元素组成的纯净物。如氧化镁是由氧和镁两种不同元素组成的, 氯酸钾是由钾、氯和氧三种元素组成的。

(三) 酸、碱、盐、氧化物

1. 酸 阿累尼乌斯(Arrhenius)电离理论认为, 酸(acid)是电离时生成的阳离子全部是氢离子的化合物。如 H_2SO_4 , HNO_3 , H_3PO_4 等。

酸按其酸根部分是否含有氧原子可分为含氧酸(如 H_2SO_4 、 H_3PO_4)和无氧酸(如 HCl 、 H_2S); 按其分子可电离出的氢离子数分为一元酸(如 HCl , HNO_3)、二元酸(如 H_2SO_4 , H_2CO_3)、三元酸(如 H_3PO_4)、二元酸、三元酸统称为多元酸; 按其在水中电离出氢离子的难易分为强酸(如 HCl , H_2SO_4 , HNO_3)和弱酸(如 HClO 、 H_2CO_3 、 CH_3COOH)。

2. 碱 碱(base)是电离时所生成的阴离子全部是氢氧根离子的化合物。如 KOH 、 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 、 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 等。

除碱金属的氢氧化物和 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 外, 其他碱类物质多是难溶于水。在水中易电离出 OH^- 的碱称为强碱, 如 NaOH 、 KOH 、 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 等, 难电离出 OH^- 的碱称为弱碱, 如 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 、 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 、 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 等。含 2 个以上 OH^- 的碱可称为多元碱。

3. 盐 盐(salt)是由金属离子(包括铵离子)和酸根离子组成的化合物。按其组成的不同, 盐又分成正盐、酸式盐和碱式盐三类。

正盐是酸和碱完全中和的产物, 如 MgCl_2 、 Na_2SO_4 、 CaCO_3 等; 酸式盐是多元酸分子中的氢部分被中和的产物, 如 NaHS 、 KHSO_4 、 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 等; 碱式盐是多元碱分子中的氢氧根只部分被中和的产物, 如 $\text{Mg}(\text{OH})\text{Cl}$ 、 $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$ 等。

4. 氧化物 由两种元素组成的化合物中, 如果其中一种是氧元素, 这种化合物称氧化物(oxidate)。如 MgO 、 Fe_2O_3 、 CO_2 等。根据氧化物对酸碱反应的情况, 氧化物又分成下面几种。

(1) 酸性氧化物: 这类氧化物能和碱反应并生成盐和水, 如 SO_2 、 CO_2 等。

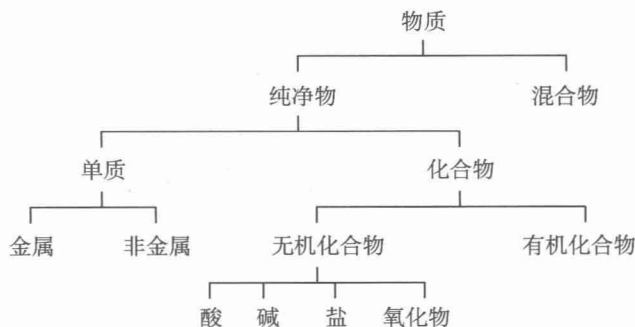
酸性氧化物大多数是非金属氧化物。除个别(如 SiO_2)外,酸性氧化物能溶于水生成对应的含氧酸。所以,酸性氧化物常称为对应含氧酸的酸酐。如 SO_3 是硫酐, CO_2 是碳酐。

(2)碱性氧化物:这类氧化物能和酸反应并生成盐和水,如 Na_2O 、 MgO 、 Fe_2O_3 等。

金属氧化物大多数是碱性氧化物。可溶于水的金属氧化物和水反应生成对应的碱。

(3)两性氧化物:这类氧化物既能和碱反应又能和酸反应,而且都生成盐和水。两性氧化物不多,常见的是 Al_2O_3 和 ZnO 。

极少数的氧化物如 CO 和 NO ,它们都不和酸或碱反应,不属于上述三类氧化物,常称它们为不成盐氧化物。物质的简单分类体系可表述如下。



三、物质的变化

(一)物理变化和化学变化

1. 物理变化 物理变化(physical changes)是没有新物质生成的一类变化。变化过程中一般是物质的形态或分子间距改变,而分子的组成、结构都不发生变化。如汽化、熔化、结晶等都属于物理变化。

2. 化学变化 化学变化(chemical changes)是具有新物质生成的一类变化。变化过程中物质分子的组成、结构都发生了改变。如可燃物的燃烧、金属的生锈、食物的腐烂、漂白粉的失效等都是化学变化。在化学变化中除生成其他物质外,还伴随发生一些现象,如放热、发光、变色、放出气体、生成沉淀等,这些现象常常可以帮助我们判断是否发生化学变化。

3. 物理性质和化学性质 物质不需要发生化学变化就表现出来的性质,叫做物理性质(physical properties),如状态、颜色、熔点、沸点、密度等。物质在化学变化中表现出来的性质叫化学性质(chemical properties),如可燃性、稳定性、酸性、氧化性、还原性等。

(二)质量守恒定律

在化学反应中,参加反应的各物质的质量总和,等于反应后生成的各物质的质量总和,这个规律叫做质量守恒定律。

所有的化学反应都遵守质量守恒定律,这是因为在一切化学反应中,反应前后原子的种类没有改变,原子的数目没有增减,原子的质量也没有发生变化。

(三)化合价

1. 化合价的含义 某元素的一定数目原子跟其他元素的一定数目原子相化合的性质,就

是这种元素的化合价。它反映形成化合物时各元素的原子之间的个数关系。例如氢和氧总是按 2 : 1 的原子个数之比化合形成水分子的。

元素的化合价用数值表示,并且有正值和负值。在离子化合物里,元素化合价的数值表述为:①正价数为 1 个原子失电子的数目;②负价数为 1 个原子获得电子的数目。

在共价化合物里,一般情况下元素化合价的数值可以这样确定:①正价数为偏离该原子的共用电子对数目;②负价数为偏近该原子的共用电子对数目。

2. 元素化合价的一般规律 各种元素在化学反应中所表现的化合价,有如下规律。

(1)氢元素常为+1价,氧元素常为-2价。

(2)金属元素显正价;非金属元素与氢或金属化合时显负价,与氧元素化合时显正价(氟只显负价)。

(3)化合物化学式中,元素的正价总数等于负价总数;单质中元素的化合价为零。

一些常见元素的化合价见表 1-1。

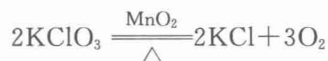
表 1-1 常见元素化合价

元素	化合价	元素	化合价
H	+1	F	-1
K, Na, Ag	+1	Cl, Br, I	-1, +3, +5, +7
Ca, Mg, Ba, Zn	+2	O	-2
Al	+3	S	-2, +4, +6
Fe	+2, +3	N	-3, +2, +4, +5
Cu	+2	P	-3, +5
Mn	+4, +6, +7	C	-4, +2, +4

掌握了确定元素化合价的规律,可以用于:①检查书写化学式是否正确(是否符合化学式中正价总数等于负价总数);②从已知化学式中一部分元素的化合价推知另一元素的化合价;③根据化学方程式判断该化学反应是否属于氧化还原反应。

(四)化学变化的表示——化学方程式

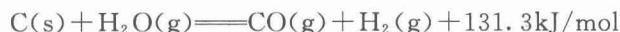
1. 化学方程式 用化学式表示化学变化的式子,叫做化学方程式(chemical equation),如



书写化学方程式要注意几点:①必须是实际发生的反应。②要“配平”化学方程式,使反应物和生成物中同种元素的原子总数相等,符合质量守恒定律。③当反应必须在一定条件下才发生时,要注明反应条件。④生成物是沉淀物的加注“↓”,是气体的加注“↑”。⑤化学式前用于等式两边配平关系的数值称为化学计量数,它可以用整数也可以用分数。

化学方程式既表示一个化学反应的反应物和生成物是什么物质,又表示这些物质之间量的关系,所以正确配平化学方程式很重要。

2. 热化学方程式 热化学方程式是一种标出反应所放出或吸收的热量的化学方程式,如下式。



书写热化学方程式要注意:①注明反应的温度和压强(常温、常压下的反应可省略);②注

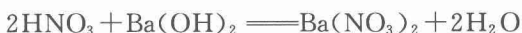
明反应物和生成物是固态(s)、液态(l)或气态(g),因同一物质的物态不同,反应放出或吸收的热量也不一样;③方程式中各物质的计量数不同取值时,反应放出或吸收的热量也不一样,如下式



3. 离子反应方程式 有离子参加的反应称离子反应。电解质在溶液中进行的反应都是离子反应。

用实际参加反应的离子符号来表示离子反应的叫做离子反应方程式。离子反应方程式只适用于在溶液中进行的有电解质参加的反应。

离子反应方程式跟一般的化学方程式有所不同,它不仅表示某一特定物质之间的离子反应,而且可以代表某一类反应物的离子反应,如下列的酸碱反应。



以上反应都可以用同一离子反应方程式表示,如下。



因为实际上所有强酸和强碱在溶液中反应,都只是氢离子和氢氧根离子之间的中和反应。所以,离子反应方程式能更好地反映出电解质在溶液中发生反应的实质。

书写离子反应方程式的方法,可按以下步骤进行。

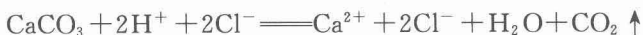
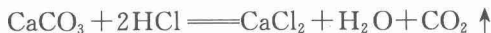
(1) 写出反应的化学方程式。

(2) 把反应物和生成物中易溶于水并易电离的强电解质写成离子形式,把难溶于水、难电离或气态的物质用化学式表示。

(3) 消去等号两边实际上不参加反应的离子。

(4) 检查配平方程式,使等号两边各元素的原子数相等,离子电荷的代数和相等。

下面以碳酸钙(大理石)和盐酸反应为例说明上述步骤。

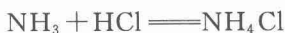


熟练掌握书写离子反应方程式的方法后,可直接写出最后一步的离子反应方程式。

难溶的、易挥发的物质,可从酸、碱、盐的溶解性表中查得,哪些物质难于或易于电离成离子,详见第4章相关内容。不能在溶液中进行的反应,不应写离子反应方程式。

(五) 化学反应的类型

1. 化合反应 这是两种或两种以上的物质生成另1种新物质的反应,如下式。



2. 分解反应 这是一种化合物生成两种或两种以上新物质的反应,如下式。



3. 置换反应 这是一种单质和一种化合物作用生成新的单质和新的化合物的反应,如下

式。



置换反应常是活泼金属置换出不活泼金属,活泼的非金属置换出不活泼的非金属。

一些金属的活性顺序由强到弱是 K, Ca, Na, Mg, Al, Zn, Fe, Sn, Pb, H, Cu, Hg, Ag, Pt, Au。一些非金属的活泼性顺序由强到弱是 F_2 , Cl_2 , Br_2 , I_2 , S。

4. 复分解反应 这是两种化合物互相交换成分生成两种新化合物的反应。常见的复分解反应是酸和碱中和、酸和盐反应、碱和盐反应、盐和盐反应,如下式。



复分解反应能否发生及反应完成的程度,取决于反应物的可溶性和生成物的溶解性、挥发性和电离性。有沉淀物、水、弱电解质生成或放出气体,是复分解反应发生的必要条件。

5. 氧化还原反应 这是有电子转移的反应,表现为某些元素化合价的改变。如上述置换反应就是氧化还原反应,有关氧化还原反应的详细内容见第 6 章相关内容。

第二节 化学中常用的量

一、相对原子质量和相对分子质量

1. 相对原子质量 以 ^{12}C 原子的质量的 $1/12$ 作为标准,其他元素原子的平均原子质量与它相比较所得的数值,就是这些元素原子的相对原子质量。相对原子质量的单位符号为 1(可不写),相对分子质量的单位符号也为 1(可不写)。

由于同位素的存在,某元素原子的相对原子质量实际上是该元素的各种天然同位素相对原子质量的平均值。

2. 相对分子质量 化学式中所有原子的相对原子质量总和,就是相对分子质量,用 M_r 表示。如 NH_3 的相对分子质量是 17, H_2O 的相对分子质量是 18。相对分子质量的单位符号为 1(可不写)。

由分子构成的物质,其化学式与其分子式相同,相对分子质量也称式量。

二、物质的量

1. 物质的量 物质的量是描述某一系统物质中基本单元数的物理量。它是国际单位制中 7 个基本量之一的物理量名称,用符号 n 表示。

2. 摩尔 摩尔是物质的量单位,用 mol 表示。某系统物质中所含的基本单元数与 12g 的 ^{12}C 含有碳原子数相等时,该系统物质的物质的量为 1mol。物质的基本单元可以是分子、原子、离子、质子、中子、电子及其他粒子或这些粒子的特定组合。使用“摩尔”这个单位时必须指明基本单元是什么。“摩尔”常简称为“摩”,符号为 mol。如 6.02×10^{23} 个 H 或 H_2 或 NH_4^+ , 就是 1mol 的 H 或 H_2 或 NH_4^+ 。

3. 阿伏伽德罗常数 实验测定,12g 的 ^{12}C 所含的碳原子数约为 6.02×10^{23} 个。常把 6.02×10^{23} 个这个数目称为阿伏伽德罗常数,常用符号 N_A 表示,其单位符号为 mol^{-1} 。

因此,1mol 的含义也可以表述为某系统物质中所含的基本单元数等于阿伏伽德罗常数 (6.02×10^{23} 个)的数值时该物质的物质的量。

每摩尔物质都含有 N_A 个物质粒子,因此,当物质的量数值相同时,必含有相同数目的某种粒子。

三、摩尔质量

把单位物质的量(n)的物质所具有的质量(m)叫做摩尔质量(M),也就是说,1mol 某物质的质量,就是该物质的摩尔质量,即 $M = \frac{m}{n}$ 。摩尔质量的单位是 g/mol。

任何一种原子的摩尔质量,若以 g/mol 为单位,在数值上等于该原子的相对原子质量(原子量)。碳的原子量是 12,1mol 碳原子的质量是 12g;氢的原子量是 1,1mol 氢原子的质量是 1g;铁的原子量是 55.85,1mol 铁原子的质量是 55.85g。

同样,任何一种分子的摩尔质量,若以 g/mol 为单位,在数值上等于该分子的相对分子质量(分子式量)。如 H_2SO_4 的摩尔质量为 98 g/mol; O_2 的摩尔质量为 32 g/mol; CH_3COOH 的摩尔质量为 60 g/mol。

对于离子,同样可以推知,任何一种离子的摩尔质量,若以 g/mol 为单位,在数值上等于该离子的离子式量。如 NH_4^+ 的摩尔质量为 18 g/mol。

物质的质量、摩尔质量和物质的量之间的关系可以用下式表示。

$$\frac{\text{质量(g)}}{\text{摩尔质量(g/mol)}} = \text{物质的量(mol)}$$

[例 1-1] 90g 水相当于多少摩尔水?

解:水的分子式量是 18,水的摩尔质量是 18g/mol。

$$\frac{90}{18} = 5(\text{mol})$$

[例 1-2] 2.5 mol 铜原子的质量是多少克?

解:铜的原子量是 63.5,铜的摩尔质量是 63.5 g/mol。

$$2.5 \text{ mol 铜原子的质量} = 63.5 \times 2.5 = 158.8(\text{g})$$

[例 1-3] 4.9g 硫酸里含有多少个硫酸分子?

解:硫酸的分子式量 98,硫酸的摩尔质量是 98 g/mol

$$\frac{4.9}{98} = 0.05(\text{mol})$$

$$4.9 \text{ g 硫酸的分子数} = 6.02 \times 10^{23} \times 0.05 = 3.01 \times 10^{22}(\text{个})$$

四、气体摩尔体积

单位物质的量的气体所占有的体积叫做气体摩尔体积,其单位常用 L/mol(也可用 m^3/mol)表示。在标准状况下(0°C , 101kPa),任何气体的摩尔体积都约为 22.4L/mol。

必须注意,1mol 固体或液体的体积不约等于 22.4L;若不是在标准状况下,1mol 气体的体积也不约等于 22.4L。

对于固态或液态的物质,1mol 各种物质的体积是不相同的。如 20°C 时,1mol 铁的体积是 7.1 cm^3 ,1mol 铝的体积是 10 cm^3 ,1mol 铅的体积是 18.3 cm^3 (图 1-1);1mol 水的体积是 18.0 cm^3 ,1mol 纯硫酸的体积是 54.1 cm^3 (图 1-2),主要因为固态或液态物质微粒间的距离是很小的,1mol 物质的体积主要决定于原子、分子或离子的大小。构成不同物质的原子、分子或离子