



技能型紧缺人才培养培训教材

全国卫生职业院校规划教材

供高职（五年制）护理、涉外护理、助产、检验、药学、药剂、
卫生保健、康复、口腔医学、口腔工艺技术、社区医学、
眼视光、中医、中西医结合、影像技术等专业使用



无机化学

（第二版）

张少云 李 峰 主编



科学出版社

www.sciencep.com

技能型紧缺人才培养培训教材
全国卫生职业院校规划教材

供高职(五年制)护理、涉外护理、助产、检验、药学、药剂、卫生保健、康复、口腔医学、
口腔工艺技术、社区医学、眼视光、中医、中西医结合、影像技术等专业使用

无机化学

(第二版)

主 编 张少云 李 峰

副主编 刘红伍 周舍丹 石晓霞

编 者 (按姓氏汉语拼音排序)

陈国华 聊城职业技术学院 石晓霞 邢台医学高等专科学校

陈 霞 廊坊市卫生学校 田建坤 信阳职业技术学院

褚劲松 三峡大学护理学院 杨 梅 柳州市卫生学校

李 峰 信阳职业技术学院 张少云 廊坊市卫生学校

李莉玲 惠州卫生学校 张彧璇 廊坊市卫生学校

李晓彬 酒泉卫生学校 赵 晶 天津医科大学附属卫生学校

刘红伍 陇南市卫生学校 周舍丹 湛江卫生学校

科 学 出 版 社

北 京

内 容 简 介

本书为技能型紧缺人才培养培训教材和全国卫生职业院校规划教材之一。第一版自2003年出版以来,得到广大使用者的认可。此次再版保持第一版的风格 and 特点,在编写过程中力争使教材具有思想性、科学性、适用性、实用性和创新性,体现“贴近社会、贴近岗位、贴近学生”的职业教育特色。全书较第一版在内容和编排形式上都具有很大改进,更加适合教学。

全书共11章理论内容,主要包括物质的量、溶液、原子结构和元素周期律、元素及其化合物、分子结构、氧化还原反应、化学反应速率和化学平衡、电解质溶液、缓冲溶液、胶体溶液以及配位化合物。另外附有8个实验内容。此次再版还增加了各章选择题和判断题答案,供学生参考;对第一版“链接”内容进行了丰富,并增加了“案例”,旨在进一步增强教材的趣味性和实用性,加强本学科与医学的联系。此外,还制作了配套课件,方便教师教学和学生自学。

本教材可供初中毕业起点五年制高职护理、涉外护理、助产、检验、药学、药剂、卫生保健、康复、口腔医学、口腔工艺技术、社区医学、眼视光、中医、中西医结合、影像技术等专业学生使用,也可供相关人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

无机化学 / 张少云, 李峰主编. —2版. —北京: 科学出版社, 2008

技能型紧缺人才培养培训教材·全国卫生职业院校规划教材

ISBN 978-7-03-020645-9

I. 无… II. ①张…②李… III. 无机化学—高等学校: 技术学校—教材 IV. 061

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 027849 号

责任编辑: 李 婷 李 君 / 责任校对: 刘小梅

责任印制: 刘士平 / 封面设计: 黄 超

版权所有, 违者必究。未经本社许可, 数字图书馆不得使用

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街16号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

骏 杰 印 刷 厂 印 刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2003年8月第 一 版 开本: 850×1168 1/16

2008年5月第 二 版 印张: 11 3/4 彩插: 1

2008年5月第九次印刷 字数: 315 000

印数: 37 001—42 000

定价: 19.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换〈环伟〉)

技能型紧缺人才培养培训教材
全国卫生职业院校规划教材
五年制高职教材建设指导委员会委员名单

主任委员 刘 晨

委 员(按姓氏汉语拼音排序)

曹海威	山西医科大学晋中学院	邱大石	潍坊卫生学校
陈锦治	无锡卫生高等职业技术学校	任传忠	信阳职业技术学院
程 伟	信阳职业技术学院	申惠鹏	遵义医药高等专科学校
池金凤	聊城职业技术学院	孙 菁	聊城职业技术学院
丁 玲	沧州医学高等专科学校	田桂莲	聊城职业技术学院
范志刚	临汾职业技术学院	田锁臣	聊城职业技术学院
方 勤	黄山市卫生学校	王 懿	酒泉卫生学校
冯建疆	石河子卫生学校	王静颖	聊城职业技术学院
傅一明	玉林市卫生学校	王品琪	遵义医药高等专科学校
顾承麟	无锡卫生高等职业技术学校	王秀虎	邵阳医学高等专科学校
桂 勤	惠州卫生学校	文润玲	宁夏医学院高等职业技术学院
郭家林	遵义医药高等专科学校	吴世芬	广西医科大学护理学院
郭素侠	廊坊市卫生学校	肖守仁	潍坊卫生学校
何从军	陕西能源职业技术学院	谢 玲	遵义医药高等专科学校
姜妹娟	淄博科技职业学院	徐正田	潍坊卫生学校
李 峰	信阳职业技术学院	严鹏霄	无锡卫生高等职业技术学校
李 召	武威卫生学校	阳 晓	永州职业技术学院
李惠兰	贵阳市卫生学校	杨明武	安康职业技术学院
李胜利	沧州医学高等专科学校	杨如虹	大连大学医学院
李新春	开封市卫生学校	苑 迅	大连大学医学院
梁爱华	吕梁市卫生学校	张瑞兰	沧州医学高等专科学校
刘海波	潍坊卫生学校	张少云	廊坊市卫生学校
刘宗生	井冈山大学医学院	张新平	柳州市卫生学校
马小允	沧州医学高等专科学校	钟一萍	贵阳护理职业学院
马占林	大同市第二卫生学校	周进祝	上海职工医学院
孟章书	聊城职业技术学院	周梅芳	无锡卫生高等职业技术学校
潘传中	达州职业技术学院	周亚林	无锡卫生高等职业技术学校
齐贵胜	聊城职业技术学院	朱建宁	山西医科大学晋中学院
蔡旭良	聊城职业技术学院		

第二版前言

本教材为技能型紧缺人才培养培训教材和全国卫生职业院校规划教材之一,是依据课题组的新课程体系和技能型紧缺人才培养培训工程的课程结构,在遵循第一版“贴近学生、贴近社会、贴近岗位”的基本原则的基础上,保证教材的科学性、思想性,体现实用性、可读性和创新性,增强了趣味性;同时结合编者在第一版教材使用过程中的体会,进行了适度修改。

本教材主要供卫生职业学校初中毕业起点五年一贯制护理及相关医学专业使用。它是在中专化学中“无机化学”内容的基础上,参照高职、高专的培养目标,对其加以整合而成的。教材内容选取了护理及相关专业需要的最基本的化学理论和基础知识及实践技能,对分族元素进行了大胆删减,全书 11 章内容中,仅设有一章元素知识的内容,内容编写上也以个例为主。为拓宽本教材的使用范围,全书教学内容分为三个模块:基础模块、实践模块和选学模块。其中基础模块和实践模块是必学内容,对于选学模块,各个学校可根据专业、学时和学生认知水平等情况进行选择。为保证每一章内容的整体性和知识的连续性,选学模块的内容分布在各章中并以“*”标注。

本书在编写过程中,本着实用、够用的原则,打破了化学学科的固有体系,保证以最基本的必知、必会内容为基础,与专业培养目标和课程教学基本要求相符合。编写形式上的突出特点是:以章为单位列出了详尽的学习目标,在每一章后设有小结和目标检测题,并提供每一单元选择题、判断题答案,方便教师和学生使用;教材中穿插的“链接”、“案例”内容,趣味性强,有助于学生对相关知识的了解,拓展学生思维,激发学生的学习兴趣;为方便教师、学生的使用,还在教材后详细列出了三大模块的内容划分和教学要求以及学时分配参照表;此外,本教材还配备了 PPT 电子版课件,方便教师教学以及学生预习和复习。

本教材的编写是在全国卫生职业教学新模式研究课题组的指导下进行的,得到了廊坊市卫生学校、信阳职业技术学院、邢台医学高等专科学校、聊城职业技术学院、三峡大学护理学院、惠州卫生学校、湛江卫生学校、陇南市卫生学校、酒泉卫生学校、柳州市卫生学校和天津医科大学附属卫生学校的大力支持,并得到了北京护士学校刘晨老师和科学出版社的指导,在此一并表示感谢。

由于编者水平有限,本教材难免会有不足和不妥之处,真诚地希望使用者批评指教。

2007 年 12 月

编者
2007 年 12 月

第一版前言

近一段时间以来,很多卫生职业学校实行了模块化教学模式和学分制,取得了可喜的进展。本教材以 2001 年教育部颁布的《中等职业学校重点建设专业教学指导方案》(教职成司[2001]5 号)为依据,结合参与课程模式改革的部分教师的切身体会编写的。

本教材主要供卫生职业学校初中起点五年一贯制护理及相关医学专业使用。它是在中专化学中“无机化学”内容的基础上,参照高职、高专的培养目标,对其加以整合而成的。教材内容保留了最为基本的化学理论和基础知识及实践技能,对分族元素进行了大胆删减,全书 11 章内容中,仅有一章分族元素,内容编写上也较以往有很大改动。为增加本教材的灵活性,全书教学内容分为三个模块:基础模块、实践模块和选学模块。其中基础模块和实践模块是必学内容,对于选学模块,各个学校可根据学时、学分和学生认知水平等情况进行选择。为保证每一章内容的整体性和知识的连续性,选学模块的内容分布在各章中并以“*”标注。

本教材在编写过程中,力求体现思想性、科学性、适用性、实用性和创新性,体现“贴近社会、贴近岗位、贴近学生”的职业教育特色;本着实用、够用的原则,打破了化学学科的固有体系,保证以最为基本的必知、必会内容为基础,与专业培养目标和课程教学基本要求相符合。编写形式上的突出特点是:以章为单位列出了详尽的学习目标,在每一章后设有小结和目标检测题,增加了学习内容的透明度,方便教师和学生使用;教材中穿插的“链接”内容,丰富多彩,趣味性强,有助于学生对相关知识的了解,拓展学生思维,也可激发学生的学习兴趣;此外,为方便教师、学生的使用,还在教材后详细列出了三大模块的内容划分和教学要求以及学时分配参照表。

本教材的编写是在全国卫生职业教学新模式研究课题组的指导下进行的,得到了河北省廊坊市卫生学校、河南省信阳卫生学校、河北医科大学沧州分校、四川省卫生学校、陕西省西安市卫生学校、四川省乐山职业技术学院、三峡大学护理学院、柳州市卫生学校、深圳卫生学校的大力支持,并得到了北京护士学校刘晨老师和科学出版社编辑的详细指导,在此一并表示感谢。

由于编者水平有限,时间仓促,本教材难免会有不足和不妥之处,真诚地希望读者不吝赐教。

编者

2003 年 7 月

目 录

第1章 物质的量	(1)
第1节 物质的量及其单位	(1)
第2节 摩尔质量	(4)
第3节 气体摩尔体积	(6)
第2章 溶液	(12)
第1节 溶液	(12)
第2节 溶液的渗透压	(16)
第3章 原子结构和元素周期律	(21)
第1节 原子的组成	(21)
第2节 核外电子的运动状态	(23)
第3节 原子核外电子的排布	(26)
第4节 元素周期律和元素周期表	(28)
第4章 元素及其化合物	(37)
第1节 碱金属	(37)
第2节 卤族元素	(40)
*第3节 硫的化合物——硫酸	(44)
*第4节 氮的化合物	(46)
第5章 分子结构	(50)
第1节 离子键	(50)
第2节 共价键	(52)
第3节 分子的极性	(57)
第4节 分子间作用力	(58)
第6章 氧化还原反应	(62)
第1节 氧化还原反应概念	(62)
第2节 氧化剂和还原剂	(65)
第3节 氧化还原反应方程式的配平	(69)
*第4节 原电池	(70)
第7章 化学反应速率和化学平衡	(76)
第1节 化学反应速率	(76)
第2节 化学平衡	(80)
第8章 电解质溶液	(91)
第1节 弱电解质的电离平衡	(91)
第2节 离子反应	(97)
第3节 水的电离和溶液的 pH	(99)
第4节 盐的水解	(104)
*第5节 难溶电解质的沉淀-溶解平衡	(107)
第9章 缓冲溶液	(116)
第1节 同离子效应	(116)



第2节 缓冲溶液	(116)
第10章 胶体溶液	(128)
第1节 分散系	(128)
第2节 胶体溶液的性质	(129)
*第3节 高分子化合物溶液	(133)
第11章 配位化合物	(138)
第1节 配位化合物基本概念	(138)
第2节 配位平衡	(142)
第3节 螯合物和螯合滴定	(146)
*第4节 配位化合物与医学	(150)
实验部分	(153)
实验1 化学实验基本操作	(154)
实验2 溶液的配制及稀释	(158)
实验3 元素及其化合物	(160)
实验4 氧化还原反应	(162)
实验5 化学反应速率和化学平衡	(164)
实验6 电解质溶液	(166)
实验7 同离子效应和缓冲溶液	(168)
实验8 配位化合物的生成和性质	(169)
参考文献	(172)
附表 基态原子的电子分布	(173)
无机化学(5年制)教学基本要求	(175)
目标检测选择题与判断题参考答案	(179)
元素周期表	

(20)	第1章
(25)	第2章
(27)	第3章
(28)	第4章
(32)	第5章
(33)	第6章
(34)	第7章
(35)	第8章
(36)	第9章
(37)	第10章
(38)	第11章
(39)	第12章
(40)	第13章
(41)	第14章
(42)	第15章
(43)	第16章
(44)	第17章
(45)	第18章
(46)	第19章
(47)	第20章
(48)	第21章
(49)	第22章
(50)	第23章
(51)	第24章
(52)	第25章
(53)	第26章
(54)	第27章
(55)	第28章
(56)	第29章
(57)	第30章
(58)	第31章
(59)	第32章
(60)	第33章
(61)	第34章
(62)	第35章
(63)	第36章
(64)	第37章
(65)	第38章
(66)	第39章
(67)	第40章
(68)	第41章
(69)	第42章
(70)	第43章
(71)	第44章
(72)	第45章
(73)	第46章
(74)	第47章
(75)	第48章
(76)	第49章
(77)	第50章
(78)	第51章
(79)	第52章
(80)	第53章
(81)	第54章
(82)	第55章
(83)	第56章
(84)	第57章
(85)	第58章
(86)	第59章
(87)	第60章
(88)	第61章
(89)	第62章
(90)	第63章
(91)	第64章
(92)	第65章
(93)	第66章
(94)	第67章
(95)	第68章
(96)	第69章
(97)	第70章
(98)	第71章
(99)	第72章
(100)	第73章
(101)	第74章
(102)	第75章
(103)	第76章
(104)	第77章
(105)	第78章
(106)	第79章
(107)	第80章
(108)	第81章
(109)	第82章
(110)	第83章
(111)	第84章
(112)	第85章
(113)	第86章
(114)	第87章
(115)	第88章
(116)	第89章
(117)	第90章
(118)	第91章
(119)	第92章
(120)	第93章
(121)	第94章
(122)	第95章
(123)	第96章
(124)	第97章
(125)	第98章
(126)	第99章
(127)	第100章
(128)	第101章
(129)	第102章
(130)	第103章
(131)	第104章
(132)	第105章
(133)	第106章
(134)	第107章
(135)	第108章
(136)	第109章
(137)	第110章
(138)	第111章
(139)	第112章
(140)	第113章
(141)	第114章
(142)	第115章
(143)	第116章
(144)	第117章
(145)	第118章
(146)	第119章
(147)	第120章
(148)	第121章
(149)	第122章
(150)	第123章
(151)	第124章
(152)	第125章
(153)	第126章
(154)	第127章
(155)	第128章
(156)	第129章
(157)	第130章
(158)	第131章
(159)	第132章
(160)	第133章
(161)	第134章
(162)	第135章
(163)	第136章
(164)	第137章
(165)	第138章
(166)	第139章
(167)	第140章
(168)	第141章
(169)	第142章
(170)	第143章
(171)	第144章
(172)	第145章
(173)	第146章
(174)	第147章
(175)	第148章
(176)	第149章
(177)	第150章
(178)	第151章
(179)	第152章
(180)	第153章
(181)	第154章
(182)	第155章
(183)	第156章
(184)	第157章
(185)	第158章
(186)	第159章
(187)	第160章
(188)	第161章
(189)	第162章
(190)	第163章
(191)	第164章
(192)	第165章
(193)	第166章
(194)	第167章
(195)	第168章
(196)	第169章
(197)	第170章
(198)	第171章
(199)	第172章
(200)	第173章
(201)	第174章
(202)	第175章
(203)	第176章
(204)	第177章
(205)	第178章
(206)	第179章
(207)	第180章
(208)	第181章
(209)	第182章
(210)	第183章
(211)	第184章
(212)	第185章
(213)	第186章
(214)	第187章
(215)	第188章
(216)	第189章
(217)	第190章
(218)	第191章
(219)	第192章
(220)	第193章
(221)	第194章
(222)	第195章
(223)	第196章
(224)	第197章
(225)	第198章
(226)	第199章
(227)	第200章
(228)	第201章
(229)	第202章
(230)	第203章
(231)	第204章
(232)	第205章
(233)	第206章
(234)	第207章
(235)	第208章
(236)	第209章
(237)	第210章
(238)	第211章
(239)	第212章
(240)	第213章
(241)	第214章
(242)	第215章
(243)	第216章
(244)	第217章
(245)	第218章
(246)	第219章
(247)	第220章
(248)	第221章
(249)	第222章
(250)	第223章
(251)	第224章
(252)	第225章
(253)	第226章
(254)	第227章
(255)	第228章
(256)	第229章
(257)	第230章
(258)	第231章
(259)	第232章
(260)	第233章
(261)	第234章
(262)	第235章
(263)	第236章
(264)	第237章
(265)	第238章
(266)	第239章
(267)	第240章
(268)	第241章
(269)	第242章
(270)	第243章
(271)	第244章
(272)	第245章
(273)	第246章
(274)	第247章
(275)	第248章
(276)	第249章
(277)	第250章
(278)	第251章
(279)	第252章
(280)	第253章
(281)	第254章
(282)	第255章
(283)	第256章
(284)	第257章
(285)	第258章
(286)	第259章
(287)	第260章
(288)	第261章
(289)	第262章
(290)	第263章
(291)	第264章
(292)	第265章
(293)	第266章
(294)	第267章
(295)	第268章
(296)	第269章
(297)	第270章
(298)	第271章
(299)	第272章
(300)	第273章
(301)	第274章
(302)	第275章
(303)	第276章
(304)	第277章
(305)	第278章
(306)	第279章
(307)	第280章
(308)	第281章
(309)	第282章
(310)	第283章
(311)	第284章
(312)	第285章
(313)	第286章
(314)	第287章
(315)	第288章
(316)	第289章
(317)	第290章
(318)	第291章
(319)	第292章
(320)	第293章
(321)	第294章
(322)	第295章
(323)	第296章
(324)	第297章
(325)	第298章
(326)	第299章
(327)	第300章
(328)	第301章
(329)	第302章
(330)	第303章
(331)	第304章
(332)	第305章
(333)	第306章
(334)	第307章
(335)	第308章
(336)	第309章
(337)	第310章
(338)	第311章
(339)	第312章
(340)	第313章
(341)	第314章
(342)	第315章
(343)	第316章
(344)	第317章
(345)	第318章
(346)	第319章
(347)	第320章
(348)	第321章
(349)	第322章
(350)	第323章
(351)	第324章
(352)	第325章
(353)	第326章
(354)	第327章
(355)	第328章
(356)	第329章
(357)	第330章
(358)	第331章
(359)	第332章
(360)	第333章
(361)	第334章
(362)	第335章
(363)	第336章
(364)	第337章
(365)	第338章
(366)	第339章
(367)	第340章
(368)	第341章
(369)	第342章
(370)	第343章
(371)	第344章
(372)	第345章
(373)	第346章
(374)	第347章
(375)	第348章
(376)	第349章
(377)	第350章
(378)	第351章
(379)	第352章
(380)	第353章
(381)	第354章
(382)	第355章
(383)	第356章
(384)	第357章
(385)	第358章
(386)	第359章
(387)	第360章
(388)	第361章
(389)	第362章
(390)	第363章
(391)	第364章
(392)	第365章
(393)	第366章
(394)	第367章
(395)	第368章
(396)	第369章
(397)	第370章
(398)	第371章
(399)	第372章
(400)	第373章
(401)	第374章
(402)	第375章
(403)	第376章
(404)	第377章
(405)	第378章
(406)	第379章
(407)	第380章
(408)	第381章
(409)	第382章
(410)	第383章
(411)	第384章
(412)	第385章
(413)	第386章
(414)	第387章
(415)	第388章
(416)	第389章
(417)	第390章
(418)	第391章
(419)	第392章
(420)	第393章
(421)	第394章
(422)	第395章
(423)	第396章
(424)	第397章
(425)	第398章
(426)	第399章
(427)	第400章
(428)	第401章
(429)	第402章
(430)	第403章
(431)	第404章
(432)	第405章
(433)	第406章
(434)	第407章
(435)	第408章
(436)	第409章
(437)	第410章
(438)	第411章
(439)	第412章
(440)	第413章
(441)	第414章
(442)	第415章
(443)	第416章
(444)	第417章
(445)	第418章
(446)	第419章
(447)	第420章
(448)	第421章
(449)	第422章
(450)	第423章
(451)	第424章
(452)	第425章
(453)	第426章
(454)	第427章
(455)	第428章
(456)	第429章
(457)	第430章
(458)	第431章
(459)	第432章
(460)	第433章
(461)	第434章
(462)	第435章
(463)	第436章
(464)	第437章
(465)	第438章
(466)	第439章
(467)	第440章
(468)	第441章
(469)	第442章
(470)	第443章
(471)	第444章
(472)	第445章
(473)	第446章
(474)	第447章
(475)	第448章
(476)	第449章
(477)	第450章
(478)	第451章
(479)	第452章
(480)	第453章
(481)	第454章
(482)	第455章
(483)	第456章
(484)	第457章
(485)	第458章
(486)	第459章
(487)	第460章
(488)	第461章
(489)	第462章
(490)	第463章
(491)	第464章
(492)	第465章
(493)	第466章
(494)	第467章
(495)	第468章
(496)	第469章
(497)	第470章
(498)	第471章
(499)	第472章
(500)	第473章
(501)	第474章
(502)	第475章
(503)	第476章
(504)	第477章
(505)	第478章
(506)	第479章
(507)	第480章
(508)	第481章
(509)	第482章
(510)	第483章
(511)	第484章
(512)	第485章
(513)	第486章
(514)	第487章
(515)	第488章
(516)	第489章
(517)	第490章
(518)	第491章
(519)	第492章
(520)	第493章
(521)	第494章
(522)	第495章
(523)	第496章
(524)	第497章
(525)	第498章
(526)	第499章

第1章 物质的量



学习目标

1. 解释物质的量、摩尔的概念
2. 能够正确表示物质的量
3. 记住摩尔质量的概念
4. 学会有关物质的量、阿伏伽德罗常数和摩尔质量之间的计算
5. 描述气体摩尔体积的概念
6. 学会有关物质的量、摩尔质量和气体摩尔体积之间的计算

在实验室和日常生活中,经常接触到水、铁、氧气、盐酸等物质,一般用 g、kg 等质量单位或 m^3 、 dm^3 、 cm^3 等体积单位对物质进行量取和计算。在以前的化学学习中,我们了解到物质是由分子、原子或离子等微观粒子构成的,单个微观粒子是肉眼无法看到的,既难以准确计数,又不便于称量。但在化学反应中,是含有成千上万个分子、原子或离子的物质按照一定的数量关系进行有关反应,而不是几个、几十个分子、原子或离子参加反应。那么,如何将微粒与可称量的物质联系起来呢?

为了方便生产实践和科学研究,科学上引入一个新的物理量——“物质的量”,把一定数目的分子、原子或离子这些微观粒子与宏观物质联系起来。

第1节 物质的量及其单位

一、物质的量

物质的量(amount of substance)是表示以一特定数目的基本单元(elementary entity)为集体的、与基本单元的粒子数成正比的物理量。其符号表示为“ n ”,通常用括号或在右下角注明基本单元。

例如:

氢原子的物质的量,记作 $n(\text{H})$ 或 n_{H}

水的物质的量,记作 $n(\text{H}_2\text{O})$ 或 $n_{\text{H}_2\text{O}}$

钠原子的物质的量,记作 $n(\text{Na})$ 或 n_{Na}

泛指时,某粒子 B 的物质的量记作 $n(\text{B})$ 或 n_{B}

物质的量与长度、质量、时间、热力学温度等物理量一样,是国际单位制(SI)的七个基本物理量之一,是衡量物质所含微粒多少的物理量。

需要注意的是,“物质的量”只能用于说明基本单元,若用物质的量来说明非基本单元是毫无意义的。再有,“物质的量”这四个字是一个整体的专用名词,就像“玻璃”、“蝴蝶”这些词一样,文字上不能分开使用和理解。

想一想、写一写

水、氯离子的物质的量该怎样表示?





案例 1-1 血糖的测定方法

血糖的测定方法有以下几种。

(1) 葡萄糖氧化酶法:特异性强、价廉、方法简单。其正常值:空腹全血为 $3.6 \sim 5.3 \text{ mmol/L}$ ($65 \sim 95 \text{ mg/dL}$), 血浆为 $3.9 \sim 6.1 \text{ mmol/L}$ ($70 \sim 110 \text{ mg/dL}$)。

(2) 邻甲苯胺法:结果较可靠,由于血中绝大部分非糖物质及抗凝剂中的氧化物同时被沉淀下来,因而不易出现假性过高或过低。其正常值:空腹全血为 $3.3 \sim 5.6 \text{ mmol/L}$ ($60 \sim 100 \text{ mg/dL}$), 血浆为 $3.9 \sim 6.4 \text{ mmol/L}$ ($70 \sim 115 \text{ mg/dL}$)。

(3) 福林-吴氏法:此法测得之血糖含量,并非全部为葡萄糖,有不少是非糖的还原物质。因而测得的数值比实际高,本法已趋向淘汰。空腹血糖正常值为 $4.4 \sim 6.7 \text{ mmol/L}$ ($80 \sim 120 \text{ mg/dL}$)。

问题:

1. 毫摩尔 (mmol) 是哪种物理量的单位?
2. 摩尔 (mol) 和毫摩尔 (mmol) 的换算关系是怎样的?

二、物质的量单位——摩尔

1971 年,第十四届国际计量大会 (CGPM) 正式通过决议,规定物质的量的国际单位是“摩尔” (mole), 符号为 mol。并规定:

“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 0.012 kg 碳 ^{12}C 的原子数目相等。”

这里有三层意思:一是指明物质的量的单位是摩尔,国际符号是“mol”;二是定义了摩尔这个单位的大小,只要基本单元 B 的数目与 $0.012 \text{ kg } ^{12}\text{C}$ 的原子数目相等, B 的物质的量就是 1 mol ;三是规定了使用摩尔时,必须指明基本单元,基本单元可以是分子、原子、离子、电子及其他粒子,或是这些粒子的特定组合。

正如千克是质量的单位、米是长度的单位、秒是时间的单位一样,摩尔是物质的量的单位,是国际单位制 (SI) 的基本单位之一。

基本单元可以是原子、分子、离子、电子、质子、中子等实际存在的粒子,也可以是根据实际需要而组合、实际上并不真实存在的粒子,如 $\frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$ 、 $\frac{1}{3}\text{Zn}^{2+}$ 、 $\frac{1}{2}\text{O}^{2-}$ 等。因此,基本单元必须予以指明,如 3 mol H 、 0.1 mol Ca^{2+} 、 $0.5 \text{ mol H}_2\text{O}$ 、 $1.5 \text{ mol}(\frac{1}{2}\text{H}_2\text{SO}_4)$ 的基本单元分别是 H 、 Ca^{2+} 、 H_2O 、 $\frac{1}{2}\text{H}_2\text{SO}_4$ 等。

国际单位制 (SI) 中的 7 个基本物理量

物理量		单位	
名称	符号	名称	符号
长度	l	米	m
质量	m	千克	kg
时间	t	秒	s
电流	I	安[培]	A
热力学温度	T	开[尔文]	K
发光强度	I_v	坎[德拉]	Cd
物质的量	n	摩[尔]	mol

那么,物质的量是 1 mol 时,基本单元数究竟为多少呢?

经实验测定, $0.012 \text{ kg } ^{12}\text{C}$ 含有的原子数目为 6.02×10^{23} 个。这个数值最初是由意大利科学家阿伏伽德罗 (Avogadro) 提出来的,因此,称为阿伏伽德罗常数 (Avogadro constant)。量的符号表示为“ N_A ”,单位为 mol^{-1} ,即 $N_A = 6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ 。阿伏伽德罗常数的准确程度是随测量技术水平的发展而逐步提高的,目前较精确的测量值为 $(6.022\ 136\ 7 \pm 0.000\ 003\ 6) \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ 。 6.02×10^{23} 是一个非常大的数字, 6.02×10^{23} 秒的时间跨度是地球年龄的 400 万倍。





综上所述,物质的量是以阿伏伽德罗常数这一特定数目作为标准来计量微观粒子的。1mol的任何物质都含有 6.02×10^{23} 个基本单元。例如:

1mol O 含有 6.02×10^{23} 个氧原子;

1mol H_2 含有 6.02×10^{23} 个氢分子;

1mol Fe^{2+} 含有 6.02×10^{23} 个亚铁离子;

1mol CO_2 含有 6.02×10^{23} 个二氧化碳分子;

1mol CO_3^{2-} 含有 6.02×10^{23} 个碳酸根离子;

1mol $(\frac{1}{2}H_2SO_4)$ 含有 6.02×10^{23} 个 $(\frac{1}{2}H_2SO_4)$ 基本单元,或 3.01×10^{23} 个 H_2SO_4 分子。

由此可以推知,物质的量相等的任何物质,它们所包含的基本单元粒子数目一定相等。例如,0.5mol H_2O 与 0.5mol O_2 的物质的量相等,所包含的基本单元数目就一定相等,都含有 3.01×10^{23} 个分子。因此,物质的量 n 、基本单元数 N 与阿伏伽德罗常数 N_A 之间存在如下关系:

$$n = \frac{N}{N_A} \quad (1-1-1)$$

或

$$N = n \cdot N_A \quad (1-1-2)$$

因此,若要比 较 几 种 物 质 所 含 粒 子 数 目 的 多 少,只 要 比 较 它 们 的 物 质 的 量 n 的 大 小 就 可 以 了,物 质 的 量 n 大 的 物 质 所 含 的 基 本 单 元 粒 子 数 目 就 多。

在科学研究和实际应用中,在物质的量较小时,摩尔这个单位就显得过大,常采用毫摩尔(mmol)、微摩尔(μmol)、纳摩尔(nmol)等单位来表示。

$$1\text{mol} = 10^3\text{mmol}(\text{毫摩尔}) = 10^6\mu\text{mol}(\text{微摩尔}) = 10^9\text{nmol}(\text{纳摩尔})$$

如 1L 血浆中含 Na^+ 为 142mmol,含 HPO_4^{2-} 为 1mmol。

应用式(1-1-1)或式(1-1-2)可以进行物质的量 n 、基本单元数 N 与阿伏伽德罗常数 N_A 之间的计算。

【例 1-1-1】 2mol 的 KOH 中含有的基本单元数、 K^+ 和 OH^- 的数目各是多少?

解: $\because n(\text{KOH}) = 2\text{mol} \quad N_A = 6.02 \times 10^{23} \text{mol}^{-1}$

代入式(1-1-2)

$$\therefore N(\text{KOH}) = n(\text{KOH}) \times N_A = 2\text{mol} \times 6.02 \times 10^{23} \text{mol}^{-1} = 1.204 \times 10^{24}$$

又 1mol 的 KOH 中含有 1mol K^+ 和 1mol OH^-

$$\text{故 } n(K^+) = n(\text{KOH}) = 2\text{mol}$$

$$n(OH^-) = n(\text{KOH}) = 2\text{mol}$$

$$\therefore n(K^+) = n(K^+) \times N_A = 2\text{mol} \times 6.02 \times 10^{23} \text{mol}^{-1} = 1.204 \times 10^{24}$$

$$n(OH^-) = n(OH^-) \times N_A = 2\text{mol} \times 6.02 \times 10^{23} \text{mol}^{-1} = 1.204 \times 10^{24}$$

答: 0.1mol 的 KOH 中含有的基本单元数是 1.204×10^{24} , K^+ 和 OH^- 的数目都是 1.204×10^{24} 。

【例 1-1-2】 0.01mol 的 H_2SO_4 中含有的基本单元数、H 原子、S 原子和 O 原子的数目各是多少?

解: $\because n(H_2SO_4) = 0.01\text{mol} \quad N_A = 6.02 \times 10^{23} \text{mol}^{-1}$

代入式(1-1-2)

$$\therefore N(H_2SO_4) = n(H_2SO_4) \times N_A = 0.01\text{mol} \times 6.02 \times 10^{23} \text{mol}^{-1} = 6.02 \times 10^{21}$$

又 1mol H_2SO_4 中含有 2mol H 原子、1mol S 原子和 4mol O 原子

$$\text{故 } n(H) = 2 \times n(H_2SO_4) = 2 \times 0.01\text{mol} = 0.02\text{mol}$$

$$n(S) = n(H_2SO_4) = 0.01\text{mol}$$

$$n(O) = 4 \times n(H_2SO_4) = 4 \times 0.01\text{mol} = 0.04\text{mol}$$





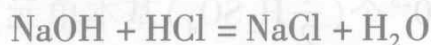
$$\therefore N(\text{H}) = n(\text{H}) \times N_A = 0.02 \text{ mol} \times 6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1} = 1.204 \times 10^{22}$$

$$N(\text{S}) = n(\text{S}) \times N_A = 0.01 \text{ mol} \times 6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1} = 6.02 \times 10^{21}$$

$$N(\text{O}) = n(\text{O}) \times N_A = 0.04 \text{ mol} \times 6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1} = 2.408 \times 10^{22}$$

答: 0.01 mol 的 H_2SO_4 中含有的基本单元数是 6.02×10^{21} , H 原子、S 原子和 O 原子的数目分别是 1.204×10^{22} 、 6.02×10^{21} 和 2.408×10^{22} 。

再有, 在化学反应中, 经常应用物质的量来表示物质的多少, 反应物和生成物之间微粒数目的比值就等于它们物质的量之比。例如:



【例 1-1-3】 用 0.02 mol 金属铁和足量的盐酸反应, 生成的氢气的物质的量是多少 mol?

解: 设生成氢气的物质的量为 $x \text{ mol}$, 由反应式可知



$$1:1 = 0.02:x$$

解得 $x = 0.02 \text{ mol}$

答: 产生氢气的物质的量为 0.02 mol。

第 2 节 摩尔质量

一、摩尔质量的定义

摩尔质量(molar mass)就是物质 B 的质量(m_B)除以物质的量(n_B)。其定义方程式表示为

$$M_B = \frac{m_B}{n_B} \quad (1-2-1)$$

摩尔质量的符号为 M_B , SI 单位是 $\text{kg} \cdot \text{mol}^{-1}$, 常用单位是 $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$, 单位的中文符号是克/摩。

摩尔质量的表示与物质的量类似, 一般用括号或下角标的形式指明基本单元。例如:

Fe 的摩尔质量记为 $M(\text{Fe})$ 或 M_{Fe}

CO_2 的摩尔质量记为 $M(\text{CO}_2)$ 或 M_{CO_2}

H_2SO_4 的摩尔质量记为 $M(\text{H}_2\text{SO}_4)$ 或 $M_{\text{H}_2\text{SO}_4}$

OH^- 的摩尔质量记为 $M(\text{OH}^-)$ 或 M_{OH^-}

虽然 1 mol 的任何物质所含有的基本单元数目相同, 但不同的基本单元的质量是各不相同的, 因此不同物质的摩尔质量是各不相同的。

1 mol ^{12}C 的质量为 12 g。由于元素的相对原子质量是元素的平均原子质量与 0.012 kg ^{12}C 原子质量的 $\frac{1}{12}$ 之比, 例如 $\text{H}:\text{C}:\text{O} = 1:12:16$ 。因此, 任何物质的摩尔质量 M 如果以 $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$ 作

单位, 其数值就等于这种物质的化学式量。因此可以推知:

1 mol C 的质量是 12 g, C 的摩尔质量记为 $M(\text{C}) = 12 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

1 mol O 的质量是 16 g, O 的摩尔质量记为 $M(\text{O}) = 16 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

1 mol Ca^{2+} 的质量是 40 g, Ca^{2+} 的摩尔质量记为 $M(\text{Ca}^{2+}) = 40 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

1 mol 的 OH^- 的质量是 17 g, OH^- 的摩尔质量记为 $M(\text{OH}^-) = 17 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

1 mol H_2O 的质量是 18 g, H_2O 的摩尔质量记为 $M(\text{H}_2\text{O}) = 18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$





1 mol H_2SO_4 的质量是 98 g, H_2SO_4 的摩尔质量记为 $M(\text{H}_2\text{SO}_4) = 98 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

1 mol $(\frac{1}{2}\text{H}_2\text{SO}_4)$ 的质量是 49 g, $(\frac{1}{2}\text{H}_2\text{SO}_4)$ 的摩尔质量记为 $M(\frac{1}{2}\text{H}_2\text{SO}_4) = 49 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

由摩尔质量的定义方程式(1-2-1)可得

$$n_{\text{B}} = \frac{m_{\text{B}}}{M_{\text{B}}} \quad (1-2-2)$$

或

$$m_{\text{B}} = n_{\text{B}} \cdot M_{\text{B}} \quad (1-2-3)$$

由式(1-1-2)和式(1-2-2), 可得

$$N = \frac{m_{\text{B}}}{M_{\text{B}}} \cdot N_{\text{A}} \quad (1-2-4)$$

此式表明, 只要已知物质的质量, 即可求出物质所含有的微粒数。物质的量 n 像一座桥梁, 把肉眼看不见的微观粒子(分子、原子、离子等)数目 N 与可以称量的宏观物质质量 m 联系起来了, 对微观粒子数量的描述和表达变得更加科学、系统和简要, 人们也能够更加深刻地理解物质在化学反应中的变化规律, 并更方便地应用于化学计算和科学研究中。

二、有关摩尔质量的计算

【例 1-2-1】 2.5 mol 氧原子的质量是多少?

解: $M(\text{O}) = 16 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

则 2.5 mol 氧原子的质量是

$$m(\text{O}) = n(\text{O}) \times M(\text{O}) = 2.5 \text{ mol} \times 16 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 40 \text{ g}$$

答: 2.5 mol 氧原子的质量是 40 g。

【例 1-2-2】 49 g H_2SO_4 的物质的量是多少摩尔?

解: $\because M(\text{H}_2\text{SO}_4) = 98 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}, m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 49 \text{ g}$

$$\therefore n(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{m(\text{H}_2\text{SO}_4)}{M(\text{H}_2\text{SO}_4)} = \frac{49 \text{ g}}{98 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.5 \text{ mol}$$

答: 49 g H_2SO_4 的物质的量是 0.5 mol。

【例 1-2-3】 3 mol Al^{3+} 的质量是多少克?

解: $\because M(\text{Al}^{3+}) = 27 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}, n(\text{Al}^{3+}) = 3 \text{ mol}$

$$\therefore m(\text{Al}^{3+}) = n(\text{Al}^{3+}) \times M(\text{Al}^{3+}) = 3 \text{ mol} \times 27 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 81 \text{ g}$$

答: 3 mol Al^{3+} 的质量是 81 g。

【例 1-2-4】 36 g 水的物质的量是多少摩尔? 含水分子、氢原子和氧原子的个数各为多少?

解: $\because$ 水的质量 $m(\text{H}_2\text{O}) = 36 \text{ g}$, 水的摩尔质量 $M(\text{H}_2\text{O}) = 18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

根据 $n_{\text{B}} = \frac{m_{\text{B}}}{M_{\text{B}}}$

$\therefore$ 水的物质的量

$$n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{m(\text{H}_2\text{O})}{M(\text{H}_2\text{O})} = \frac{36 \text{ g}}{18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 2 \text{ mol}$$

$$n(\text{H}) = 2 \times n(\text{H}_2\text{O}) = 2 \times 2 \text{ mol} = 4 \text{ mol}$$

$$n(\text{O}) = n(\text{H}_2\text{O}) = 2 \text{ mol}$$





$$N(\text{H}_2\text{O}) = n(\text{H}_2\text{O}) \times N_A = 2\text{mol} \times 6.02 \times 10^{23} \text{mol}^{-1} = 1.204 \times 10^{24}$$

$$N(\text{H}) = n(\text{H}) \times N_A = 4\text{mol} \times 6.02 \times 10^{23} \text{mol}^{-1} = 2.408 \times 10^{24}$$

$$N(\text{O}) = n(\text{O}) \times N_A = 2\text{mol} \times 6.02 \times 10^{23} \text{mol}^{-1} = 1.204 \times 10^{24}$$

答:36g 的水的物质的量是 2mol, 含水分子、氢原子和氧原子的个数分别为 1.204×10^{24} 、 2.408×10^{24} 和 1.204×10^{24} 。

第 3 节 气体摩尔体积

一、气体的体积

在科学实验和日常生活中, 常常用体积来计量物质。表 1-3-1 列出了一些固态和液态物质在常温下的摩尔体积。

表 1-3-1 1mol 固态和液态物质的体积

物质名称	摩尔质量(M)/ $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$	密度(ρ)/ $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$	1mol 物质的体积(V)/ cm^3
Pb(固)	207.00	11.3	18.32
Al(固)	26.98	2.702	9.99
NaCl(固)	58.45	2.18	26.81
H_2O (液)	18.00	1.00	18.0
Br_2 (液)	159.80	3.12	51.2

1 摩尔固态或液态物质的体积为什么不同呢? 这是因为固态和液态物质的体积受温度和压强的作用很小, 其构成微粒(如原子、分子或离子等)间的距离很小, 体积的大小主要取决于构成物质的微粒本身的大小, 从而导致 1 摩尔固态或液态物质的体积差异, 见图 1-3-1。

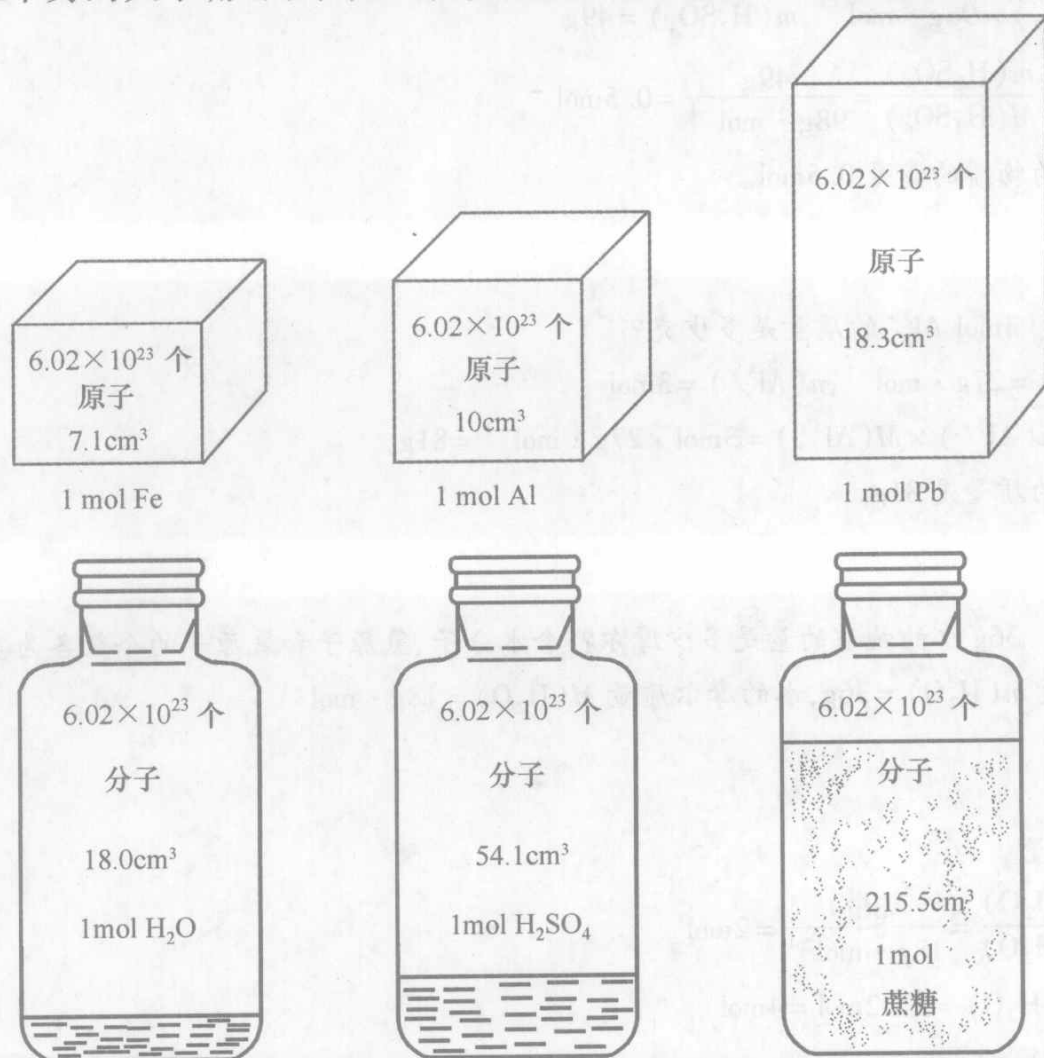


图 1-3-1 1mol 的几种物质

那么,1 摩尔气态物质的体积又怎样呢?

我们知道,气态物质具有扩散性和可压缩性。气体分子间的平均距离较固体和液体大得多,一般情况下,相同质量的气态物质的体积要比其固态或液态时的体积大 1000 倍左右。例如,1g 水在液态时的体积大约为 1mL,但在 100℃、101.3kPa 下生成水蒸气时体积约为 1700mL。

通常状况下,气体分子间的平均距离为 4nm,是分子直径的 10 倍左右。由于气体分子间的距离显著地大于气体分子本身的大小,因此,和固态、液态物质不同,气体的体积大小主要决定于气体分子之间的平均距离。气体分子间的平均距离与其所处的状态(比如温度、压强等)有密切关系。温度升高,气体分子间的平均距离增大,即体积增大;温度降低,分子间的平均距离减小,即体积缩小。压强增大,气体分子间的平均距离减小,则体积减小;压强减小,气体分子间的平均距离增大,则体积增大。因此,用体积来计量气体时,必须标出所处的温度和压强。

经实验测定,1mol 的几种气态物质在标准状况(温度为 0℃,压强为 101.3kPa)下的体积见表 1-3-2。

表 1-3-2 1mol 气体在标准状况下的体积

物质名称	摩尔质量(M)/ $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$	密度(ρ)/ $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$	1mol 该气体的体积/L
O_2	32.00	1.429	22.39
H_2	2.016	0.090	22.42
N_2	28.02	1.2506	22.41
CO_2	44.01	1.977	22.26

由表 1-3-2 可以看出,在标准状况下,1mol 任何气体实际占有的体积几乎相等。大量的数据证明,同温同压下,不同种类的气体分子间的平均距离几乎都相同。因此,同温同压下,物质的量 n 相同的任何气体,它们所占有的体积也几乎相同。

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。这就是阿伏伽德罗定律。

二、气体摩尔体积

摩尔体积(molar volume)就是体积(V)除以物质的量(n),符号为 V_m 。定义方程式为

$$V_m = \frac{V}{n} \quad (1-3-1)$$

摩尔体积的 SI 单位是 $\text{m}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$ 。科学实验中常用 $\text{cm}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$ 表示固态物质或液态物质的摩尔体积,用 $\text{L} \cdot \text{mol}^{-1}$ 表示气态物质的摩尔体积。

不同物质的摩尔体积是各不相同的。这是由于构成物质的微粒本身大小不同和微粒之间的距离不同造成的,还与温度和压强有关。

由表 1-3-2 可以看出,在标准状况下,1mol 任何气体实际占有的体积都约为 22.4L,习惯上人们把这个量值称为气体摩尔体积。

气体摩尔体积用符号 $V_{m,0}$ 表示,其 SI 单位是 $\text{m}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$,常用单位 $\text{L} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。记为 $V_{m,0} = 22.4\text{L} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

因此,标准状况下,气态物质所占据的体积 V 、物质的量 n 与气体的摩尔体积 $V_{m,0}$ 之间的关系为

$$n = \frac{V}{V_{m,0}} \quad (1-3-2)$$

或 $V = n \cdot V_{m,0} \quad (1-3-3)$

由式(1-1-2)和式(1-3-2)可知,如果要比较几种气体的物质的量 n 或分子数 N 的大小,只要比较它们在相同状况下的体积就可以了。





创立分子学说的阿伏伽德罗

阿伏伽德罗(Amedeo Avogadro)(1776—1856)出生于一个世袭的律师家庭,16岁时获得法学学士学位,20岁时又获得宗教博士学位。

1800年,阿伏伽德罗开始研究数学、物理、化学和哲学,1806年被聘为都灵科学院附属学院的教师,开始全力投入科学研究。1811年,他在论文“原子相对质量的测定方法及原子进入化合物的数目比例的确定”中,明确提出了“在同温同压下,相同体积的不同气体具有相同数目的分子”。不久,又指出,可以根据气体分子质量之比等于它们在等温等压下的密度之比来测定气态物质的分子量,也可以由化合反应中各种单质气体的体积之比来确定分子式。这就是著名的分子假说的主要内容和基本观点。直到阿伏伽德罗1856年逝世,分子假说仍然没有被大多数化学家重视和承认、采纳。

1860年9月,在德国卡尔斯鲁厄召开了国际化学会议,来自世界各国的140名化学家对分子假说争论得很激烈。意大利化学家康尼查罗在会上充分证实了阿伏伽德罗的分子假说是正确的,阿伏伽德罗的分子学说终于得到了承认。

阿伏伽德罗光辉的科学业绩将永载史册!



【例1-3-1】 计算标准状况下,0.2mol的氧气的体积是多少升?

解:根据 $V = n \cdot V_{m,0}$

$$\therefore V_{O_2} = n_{O_2} \times V_{m,0} = 0.2 \text{ mol} \times 22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} = 4.48 \text{ L}$$

答:标准状况下,0.2mol氧气的体积为4.48L。

【例1-3-2】 标准状况下,0.4L的容器中含某单质气体0.5g,试求出该气体的摩尔质量,并写出该气体的化学名称。

解: $\because V = 0.4 \text{ L} \quad V_{m,0} = 22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$

$$\therefore n = \frac{V}{V_{m,0}} = \frac{0.4 \text{ L}}{22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.0178 \text{ mol}$$

又 $m = 0.5 \text{ g}$

$$\therefore M = \frac{m}{n} = \frac{0.5 \text{ g}}{0.0178 \text{ mol}} = 28.1 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

因此,这种气体是 N_2 。

答:该气体是 N_2 ,其摩尔质量是 $28 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

【例1-3-3】 实验室里用稀盐酸跟锌反应制取氢气,在标准状况下制取4.48L氢气,需要锌和盐酸的物质的量各是多少摩尔?需要锌多少克?

解:设需要锌的物质的量为 $x \text{ mol}$,氯化氢的物质的量为 $y \text{ mol}$



$$1 \text{ mol} \quad 2 \text{ mol} \quad \quad \quad 22.4 \text{ L}$$

$$x \text{ mol} \quad y \text{ mol} \quad \quad \quad 4.48 \text{ L}$$

$$x = \frac{1 \text{ mol} \times 4.48 \text{ L}}{22.4 \text{ L}} = 0.2 \text{ mol}$$

$$y = \frac{2 \text{ mol} \times 4.48 \text{ L}}{22.4 \text{ L}} = 0.4 \text{ mol}$$

$$m_{\text{Zn}} = 0.2 \text{ mol} \times 65 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 13 \text{ g}$$

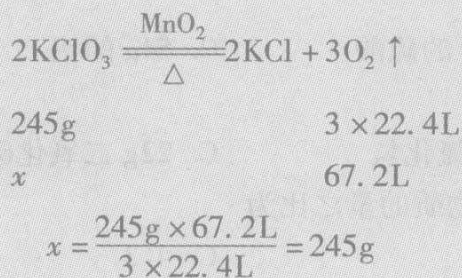
答:在标准状况下制取4.48L氢气,需要0.2mol锌和0.4mol盐酸,需要锌13g。





【例 1-3-4】 医院急需氧气抢救危重病人,若用 KClO_3 紧急自制 67.2L 氧气(标准状况下),问至少需要多少克的 KClO_3 ?

解:设需要 KClO_3 的质量为 $x\text{g}$



答:欲制取标准状况下 67.2L 氧气,至少需要 245g 的 KClO_3 。

本章重点介绍了物质的量、摩尔质量、气体摩尔体积等概念及它们之间的关系。物质的量像一座桥梁把物质的微粒与可称量的宏观物质联系起来,使我们对化学反应的实质有了更深刻的认识和理解。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 $0.012\text{kg}^{12}\text{C}$ 的原子数目相等;摩尔质量是物质的质量除以其物质的量;在标准状况下,1mol 任何气体所占有的体积都约为 22.4L,这个体积称为气体摩尔体积。常用的有关物质的质量(m)、物质的量(n)、摩尔质量(M)、阿伏伽德罗常数(N_A)、物质的微粒个数(N)等物理量的几个公式为

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

$$N = nN_A$$

$$N = \frac{m}{M} \cdot N_A$$

$$n = \frac{V}{V_{m,0}}$$

小结



目标检测

一、名词解释

1. 物质的量 2. 摩尔 3. 摩尔质量 4. 阿伏伽德罗定律 5. 气体摩尔体积

二、填空题

1. 物质的量的单位是_____,单位符号是_____。
2. 阿伏伽德罗常数的数值为_____,符号为_____。
3. 3mol MgCl_2 含有的基本单元数为_____。
4. 2mol $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ 含有的 C、H、O 原子数分别为_____,_____和_____。
5. 3.01×10^{23} 个 H^+ 的物质的量为_____mol。
6. 摩尔质量的符号是_____,单位是_____。
7. 1mol O_2 的质量为_____g, 1.5mol NaOH 的质量为_____g, 0.5mol H_2SO_4 的质量为_____g, 2.5mol Mg^{2+} 的质量为_____g。
8. 18g 水所含的氧原子个数与_____g 硫酸所含的氧原子个数相等。
9. 1.5mol H_2X 的质量为 27g, 则 H_2X 的摩尔质量是_____g·mol⁻¹, 元素 X 的名称是_____。
10. 10g 氢氧化钠所含的分子数与_____g CaCl_2 所含的分子数相同。
11. 气体摩尔体积的符号是_____,其数值为_____。
12. 阿伏伽德罗定律指_____。
13. 同温同压下,相同体积的 CO 和 CO_2 , 分子数之比为_____,物质的量之比为_____,原子数之比为_____,质量之比为_____。

