

中等专业学校试用教材

化 学

主编 朱止平

HUAXUE

气象出版社

普通中等职业学校
非化工类专业试用教材

化 学

主 编 朱止平

副主编 闻质红

宋立新

赵亚平

172N HY

99-20

AV9

气象出版社

内 容 简 介

该书是根据 1999 年国家教育部委托全国中专化学课程组天津会议制订的中等职业学校《化学》教学大纲的精神编写而成。

全书采用模块结构编排,主要包括:物质的量、化学反应速率、电解质溶液、电化学基础、元素周期律等重要基础理论和与人类生活密切相关的元素及其化合物以及有机化学基础知识。书中还选编了部分趣味性、科普性强的阅读材料,以拓宽学生的知识面,书后附有习题和实验。

本书可供招收初中毕业生的非化工类专业使用。

图书在版编目(CIP)数据

化学/朱止平主编. —北京:气象出版社, 2000. 7

ISBN 7-5029-2957-6

I. 化... II. 朱... III. 化学-专业学校-教材
IV. 06

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 34507 号

责任编辑:张斌 终审:汪勤模

气象出版社出版发行

(北京市海淀区白石桥路 46 号 100081)

郑州友爱印刷技术有限公司印刷

* * *

开本:787×1092 1/16 印张:19.625 字数:496 千字

2000 年 7 月第一版 2000 年 7 月第一次印刷

印数:1~3000 册

ISBN 7-5029-2957-6/O·0070

定价:25.00 元

前 言

本书是根据教育部委托全国中专化学课程组 2000 年元月在天津召开的“关于中等职业学校《化学》教材改革”的精神,结合河南省中等职业学校的实际,组织部分中等职业学校有教学经验的教师编写而成。适用于招收初中毕业生的中等职业学校非化工类专业使用。

编写本书的原则是:重视基础知识,突出技能训练,注重素质教育,提高学生能力,力求达到普通中等职业学校非化工类专业都适用的特点。本书在编写形式上有较大突破,除了基础理论知识和化合物采用模块编写外,还将教学内容分为必讲内容、选学内容和阅读材料三种形式分别编写,以利各校灵活安排授课内容。必讲内容为 74 学时,其中实验为 16 学时,可安排一学期完成。必讲内容和选学内容(用 * 号表示)共安排 96 学时,其中实验 28 学时,可安排两学期完成。阅读材料选编了和教材内容联系紧密并具有较浓厚的科学性、知识性和趣味性的科普知识,以利于开阔学生视野,拓宽学生知识面,培养学生热爱科学,树立创业意识,勇于创新的科学精神。阅读材料仅供学生阅读,不列为课堂教学内容。

本书由河南省经济贸易学校高级讲师朱止平任主编。郑州铁路职业技术学院讲师闻质红(第六章、实验六、实验七)、郑州水利学校讲师宋立新(第五章、实验五)、周口卫校讲师赵亚平(第八章、实验九)任副主编。参加本书编写的还有:河南省轻工业学校讲师谭志侠(第一、二章、实验一、二)、河南省工业学校讲师张民芳(绪论、第三章、实验一、二部分、实验一、三)、河南省二轻工业学校讲师李焕文(第四章、第七章、实验四)、郑州铁路职业技术学院讲师郭萍(第六章第六、七节、第十章、实验八、实验十二)、鹤壁中等专业学校讲师孔晓朵(第九章、实验十、十一)、郑州测绘学校讲师郑建成(第十一、十二章、实验十三、十四)。本书由郑州教育学院副教授李法庭、河南省化工学校高级讲师蒋清民主审,最后由朱止平、许秋珍修改、整理定稿。

本书编写工作得到了河南省经济贸易学校党委书记、校长吴明合同志和各参编学校领导的大力支持,在此表示衷心的感谢。

这次教材编写工作,由于时间紧,经验不足,水平有限,书中缺点和错误难以避免,敬请使用该教材的师生提出宝贵意见。

河南省中专化学会

2000 年 3 月

AA-114/120

绪 论

一、化学研究的对象

化学是一门自然科学。与其它自然科学一样,研究的对象都是客观存在的物质世界,这些物质之间是相互联系、不可分割的。化学主要研究物质的组成、结构、性质、合成、变化及在变化过程中能量关系的一门基础自然科学。通过对物质的组成、结构、性质和变化的研究,去认识和掌握物质变化的规律,从而使人们能在实践中去利用自然,改造自然,创造新的物质,为人类的生活创造更好的物质条件。

二、学习化学的意义

化学是一门历史悠久,发展迅速的重要基础科学。它既和其它自然科学有着密切的关系,也是学习其它自然科学不可缺少的基础知识,同时又是人类认识自然、征服自然、改造自然的重要手段,随着整个人类社会的不断发展,现代科学技术的突飞猛进,化学科学的发展也出现了新的飞跃,现代化学已经深入到人类生活的各个领域,化学科学和其它自然科学的相互渗透和完善结合,使人们梦寐以求的各种技术和材料相继问世,已在国民经济建设中起着越来越大的作用,人类的理想一一变成了现实。我们应用化学的原理和方法,不仅可以利用天然资源来制造各种各样的产品,而且还可以通过人工合成的方法制造自然界中原来没有的新物质,以满足人类日益增长的生产建设和人民物质生活的需要。化学的进一步发展,必将促进工业、农业、国防、能源、材料、资源开发和环境保护等科学领域的深入发展,同时在我国的四化建设中发挥更大的作用。

化学作为一门重要的基础科学,是因为它和其它科学有着十分密切的联系。工业现代化中,石油化工和煤化工的发展,能从这两种有限的宝贵能源材料中分离、提炼出几百种价值很高的物质,为化学工业的发展提供了丰富的原料;工程塑料的出现和发展,使机械制造业有了突破性进展,既有钢材一样的强度,又质轻不锈蚀,广泛应用在各类机械设备上;农业生产上高效低毒,低残留的农药,高效复合化肥的应用以及土壤的改良,优良品种的不断出现,生物工程的研究和实施等等,在很大程度上依赖于化学科学的成就;医学领域中,合成了许多新药,开展了化学医疗,研制了人造皮肤,人造心脏瓣膜,人工关节,人造血浆等,应用于临床,使无数垂危的病人得以新生;人们的日常生活中,衣、食、住、行,样样都离不开化学制品,如合成纤维、味精和食品添加剂、塑料制品和化妆品、合成洗涤剂等,都已走进千家万户;导弹的制造、人造卫星的发射,都需要很多具有特殊性能的化学产品,如高能燃料、高能电池、高敏胶片及耐高温、耐辐射的材料等。当前人们十分关心的环境保护、能源与资源的开

发利用、功能材料的研制、生命过程奥秘的探索都与化学密切相关。因此,化学知识的普及是社会发展的需要,是提高公民文化素质的需要。随着社会的进步,化学知识越来越占据十分重要的位置。

三、学习化学的目的、要求和学习方法

化学课的教学目的是使学生在初中化学知识的基础上,进一步学习和掌握化学基础知识和基本理论,加强基本技能的训练,通过教学,培养学生树立辩证唯物主义观点和加强爱国主义教育,培养学生的动手能力和开发学生的智力,使学生能运用化学知识分析和解决一些实际问题,为今后的学习和工作打下基础。

要学好化学,必须正确掌握化学用语、基本概念和基础理论。如:掌握物质结构的初步知识;掌握元素周期律和化学平衡原理等基础理论;熟悉有关常见元素及其化合物的知识,基本化学计算和实验基本技能。以理论为基础,联系实际,更深入地认识物质及其变化规律。

学习方法上,首先要注意化学是一门实践性很强的科学。化学中的许多学说和定律,都是在实验的基础上通过综合、归纳、修正和发展完善的,化学的发展过程清楚地体现了理论和实践相结合的重大作用,因此,实践、认识、再实践、再认识是我们学习化学的正确而有效的途径。做化学实验时,一定要有严肃认真的态度,在教师的指导下,自己动手,规范操作,仔细观察,认真记录,写好实验报告,从而养成科学、严谨、实事求是的科学作风。再者,学习中不仅要在理解的基础上掌握新学知识,还要善于发现矛盾和提出问题,多与教师和同学讨论,同时逐步学会阅读参考书,自己去分析问题和解决问题,培养思维、动手和自学能力,使自己成为知识丰富的,适应社会发展的优秀人才。

目 录

前言

绪论	(1)
----------	-----

第一章 物质的量	(1)
----------------	-----

第一节 物质的量及其单位——摩尔	(1)
------------------------	-----

第二节 物质的量浓度	(6)
------------------	-----

* 第三节 反应热	(8)
-----------------	-----

阅读材料 阿伏加德罗定律	(9)
--------------------	-----

习题	(11)
----------	------

第二章 化学反应速率和化学平衡	(14)
-----------------------	------

第一节 化学反应速率	(14)
------------------	------

第二节 化学平衡	(16)
----------------	------

阅读材料 催化剂小史	(21)
------------------	------

习题	(23)
----------	------

第三章 电解质溶液	(25)
-----------------	------

第一节 电解质及其电离	(25)
-------------------	------

第二节 离子反应和离子方程式	(29)
----------------------	------

第三节 水的电离和溶液的 pH 值	(30)
-------------------------	------

第四节 盐类水解	(34)
----------------	------

阅读材料 神奇的发现	(37)
------------------	------

人体内酸碱平衡	(37)
---------------	------

习题	(39)
----------	------

第四章 电化学基础	(42)
-----------------	------

第一节 氧化还原反应	(42)
------------------	------

* 第二节 原电池	(47)
-----------------	------

* 第三节 金属的腐蚀和防护	(48)
----------------------	------

* 第四节 电解及其应用	(52)
--------------------	------

阅读材料 化学电池面面观	(56)
--------------------	------

电渗析法制淡水	(58)
---------------	------

习题	(59)
----------	------

第五章 物质结构 元素周期律	(64)
----------------------	------

第一节 原子结构	(64)
----------------	------

第二节 原子核外电子排布规律的初步知识	(66)
---------------------------	------

第三节 元素周期律	(69)
第四节 元素周期表	(72)
第五节 化学键	(77)
阅读材料 放射性同位素及其应用	(82)
门捷列夫预言新元素	(84)
习题	(86)
第六章 重要的元素及其化合物	(92)
第一节 氯气	(92)
阅读材料 氯气的发现	(96)
溴化银在摄影中的作用	(97)
第二节 硫	(97)
阅读材料 空中死神——酸雨	(102)
第三节 氮	(103)
阅读材料 氮的固定	(108)
玻尔的诺贝尔金质奖章	(108)
* 第四节 硅	(109)
阅读材料 锗——第二种氧气	(112)
异军突起的新陶瓷	(112)
第五节 钠	(114)
阅读材料 侯德榜与我国的纯碱工业	(116)
第六节 铝	(117)
阅读材料 神奇的毯子——铝织品	(121)
第七节 铁 铬 锰	(121)
阅读材料 铁的新贡献	(128)
习题	(129)
第七章 有机化合物概述	(140)
第一节 有机化合物和有机化学	(140)
第二节 有机化合物的结构	(140)
第三节 有机化合物的特点	(141)
第四节 有机化合物的分类	(142)
第五节 有机化学的任务及学习方法	(142)
阅读材料 维勒的惊人发现——介绍人工合成尿素的发现过程	(143)
第八章 烃	(147)
第一节 烷烃	(147)
阅读材料 瓦斯爆炸与防范	(154)
第二节 烯烃	(155)
阅读材料 果实催熟剂	(159)
第三节 炔烃	(160)
第四节 环烃	(164)

阅读材料 天然气的综合利用	(169)
凯库勒的梦想成真	(170)
石油和煤	(171)
习题	(174)
第九章 烃的衍生物	(185)
第一节 醇	(185)
阅读材料 诺贝尔与炸药	(189)
饮酒与健康	(190)
家庭常用的消毒防腐剂——碘酒	(191)
第二节 酚	(191)
阅读材料 喷雾绘彩画	(194)
怎样防止土豆切开后变色	(195)
第三节 醚	(196)
阅读材料 乙醚的使用	(197)
第四节 醛和酮	(197)
第五节 羧酸	(201)
阅读材料 醋的妙用	(205)
冰毒	(206)
习题	(208)
* 第十章 糖类	(217)
第一节 概述	(217)
第二节 单糖	(218)
第三节 低聚糖	(224)
第四节 多糖	(227)
阅读材料 甜味之谜	(229)
习题	(231)
* 第十一章 脂类	(236)
第一节 油脂	(236)
阅读材料 油脂对人体的功与过	(239)
第二节 类脂	(239)
习题	(243)
* 第十二章 氨基酸 蛋白质	(245)
第一节 氨基酸	(245)
第二节 蛋白质	(249)
阅读材料 蛋白质的变性与生命终结	(252)
习题	(254)

实 验

第一部分	实验室工作总则	(255)
第二部分	化学实验常用仪器	(259)
第三部分	学生实验	(264)
实验一	化学实验的基本操作	(264)
实验二	一定物质的量浓度溶液的配制	(269)
实验三	化学反应速率 化学平衡	(271)
实验四	电解质溶液	(273)
* 实验五	电化学实验	(275)
实验六	同周期、同主族元素性质比较	(278)
实验七	硫、氮化合物的性质	(281)
实验八	碱金属和卤素	(284)
实验九	铝、铁及其化合物的性质	(287)
实验十	甲烷、乙烯、乙炔制备和性质	(289)
实验十一	醇、酚、醛的性质	(292)
实验十二	羧酸的性质	(294)
* 实验十三	糖类的性质	(296)
* 实验十四	油脂的性质	(298)
* 实验十五	蛋白质的性质	(299)
附录	酸、碱和盐的溶解性表	(301)
	元素周期表	(302)

第一章 物质的量

我们知道,物质是由分子、原子或离子等微粒构成的,这些微粒质量都非常小,难以称量。物质间发生化学反应时,决不是几个、几百或几千个微粒参加反应,而是数量极多的微粒组成的“集体”(集合体)参加反应,因此,进行实验时取用的物质往往是用肉眼能看见的,可称量的物质,所以就很需要用一个物理量把微粒与宏观物质联系起来,这个衡量物质所含微粒多少的物理量就叫做“物质的量”。

第一节 物质的量及其单位——摩尔^①

一、物质的量及其单位

目前国际上规定七个基本量及其单位,“物质的量”及其基本单位“摩尔”是其中之一。在国际单位制(SI制)中规定:物质的量(n)计量单位为摩尔,国际符号为 mol,中文符号为摩。

某物质所包含的结构微粒与 0.012kg 碳-12^② 所包含的原子数目相等,这种物质的量就是 1 摩尔。

根据实验测定:0.012kg 碳-12 中含有碳原子数约为 6.02×10^{23} 个。 6.02×10^{23} 这个数值称为阿伏加德罗常数,用符号 N_A 表示。因此,摩尔的含义可作如下说明:某物质所含微粒的数目为 6.02×10^{23} 个时,该物质的量就是 1mol。若某物质所含微粒的数目为 6.02×10^{23} 的若干倍时,该物质的量就是若干摩尔。在使用摩尔这个单位时,必须指明,结构微粒是分子、原子、离子、电子及其他微粒或这些微粒的特定组合。

例如:

1mol C,表示有 6.02×10^{23} 个碳原子;

1mol O_2 ,表示有 6.02×10^{23} 个氧分子或 $2 \times 6.02 \times 10^{23}$ 个氧原子;

1mol CO_2 ,表示有 6.02×10^{23} 个二氧化碳分子;有 6.02×10^{23} 个碳原子和 $2 \times 6.02 \times 10^{23}$ 个氧原子;

1mol H^+ ,表示有 6.02×10^{23} 个氢离子;

1mol OH^- ,表示有 6.02×10^{23} 个氢氧根离子;

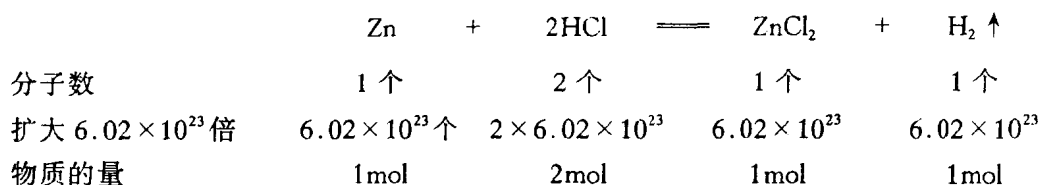
1mol NaCl,表示有 6.02×10^{23} 个 Na^+ 离子和 6.02×10^{23} 个 Cl^- 离子;

1mol 电子含有 6.02×10^{23} 个电子。

① 摩尔一词来自拉丁文 moles,原义是大量或堆量。

② 碳-12 指含有 6 个质子和 6 个中子的一种碳原子。

用摩尔做物质的量的单位,在科学技术上带来很大方便,如从化学反应中各物质间原子、分子等微粒数的比值,可以直接得到它们的物质的量之比。



因此,在化学方程式中,反应物和生成物的系数之比,等于反应物和生成物的物质的量之比。

综上所述,当某物质含有与阿伏加德罗常数相等数量的微粒时,这种物质的量就是 1mol,并可推知:物质的量相同的各种物质所含有的微粒数都相同。

二、摩尔质量

按国家标准,摩尔质量的定义为:某物质的质量除以物质的量称为其摩尔质量。摩尔质量的符号是 M ,常用单位是 $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。由摩尔定义可知,1mol 碳-12 原子的质量是 12g,由此推知 1mol 任何物质的质量。

例如:1 个碳原子与 1 个硫原子的质量比是 12:32,1mol 碳原子与 1mol 硫原子具有相同数目的原子,所以 1mol 碳原子与 1mol 硫原子的质量比为 12:32,1mol 碳原子为 12g,那么 1mol 硫原子为 32g,即硫原子的摩尔质量为 $32\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

同理,氢原子的摩尔质量为 $1\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$;

氮原子的摩尔质量为 $14\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$;

铝原子的摩尔质量为 $27\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

由此可以得出:任何元素原子的摩尔质量在以 $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$ 为单位时,数值上等于其相对原子质量。

用同样方法可以推出:任何物质的摩尔质量在以 $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$ 为单位时,数值上等于该物质的相对分子质量。例如:

氢气的摩尔质量为 $2\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$;

水的摩尔质量为 $18\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$;

硫酸的摩尔质量为 $98\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$;

当以摩尔质量表示离子的质量时,由于电子质量极其微小,原子失去或得到的电子的质量可以忽略不计,则离子的摩尔质量,仍等于相应的原子或原子团的摩尔质量。如: OH^- 、 NH_4^+ 的摩尔质量分别为 $17\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$ 、 $18\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

物质的量(n),物质的质量(m)和物质的摩尔质量(M)之间的关系可用下式表示:

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

【例 1】 试求 64g 硫的物质的量?

解: 已知硫的原子量为 32,所以硫的摩尔质量为 $32\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

根据 $M = \frac{m}{n}$

$$\therefore n = \frac{m}{M} = \frac{64\text{g}}{32\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}} = 2\text{mol}$$

答：64g 硫的物质的量为 2mol。

【例 2】试求 5mol Na_2CO_3 的质量是多少？

解：已知 Na_2CO_3 的分子量为 106，其摩尔质量为 $106\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$ 。

$$\text{根据 } M = \frac{m}{n}$$

$$\therefore m = n \cdot M = 5\text{mol} \times 106\text{g}\cdot\text{mol}^{-1} = 530\text{g}$$

答：5mol Na_2CO_3 的质量是 530g。

【例 3】计算 22g CO_2 的物质的量是多少？它含有多少个 CO_2 分子？

解：①求 CO_2 的物质的量

$$\text{已知 } \text{CO}_2 \text{ 摩尔质量为 } 44\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}, \text{ 根据 } M = \frac{m}{n}$$

$$\text{则 } n = \frac{m}{M} = \frac{22\text{g}}{44\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}} = 0.5\text{mol}$$

②求 CO_2 的分子数

1mol CO_2 的分子数为 6.02×10^{23} 个，0.5mol CO_2 的分子数为

$$0.5\text{mol} \times 6.02 \times 10^{23} \text{ 个} \cdot \text{mol}^{-1} = 3.01 \times 10^{22} \text{ (个)}$$

答：22g CO_2 的物质的量是 0.5mol，它含有 3.01×10^{22} 个 CO_2 分子。

三、气体摩尔体积

对于固态或液态的物质来说，1mol 各种物质的体积是各不相同的。例如，20℃ 时，实验测得 1mol 铁的体积是 7.1cm^3 ，1mol 铝的体积是 10cm^3 ，1mol 铅的体积是 18.3cm^3 （图 1-1）；1mol 水的体积是 18.0cm^3 ，1mol 纯硫酸的体积是 54.1cm^3 ，1mol 蔗糖的体积是 215.5cm^3 （图 1-2）。

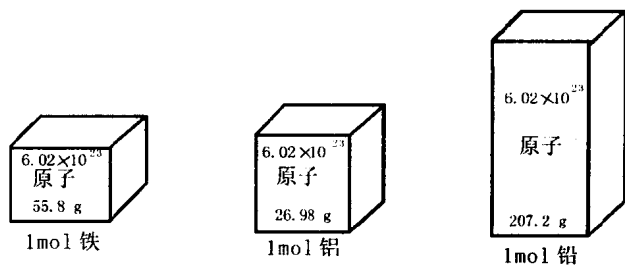


图 1-1 1mol 的几种金属

这是因为对固态或液态物质来说，构成它们的微粒间的距离是很小的，1mol 固态或液态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、分子或离子的大小是不同的，所以，1mol 固态或液态物质的体积也就不同。

但是，对于气体来说，情况就大不相同。我们分别计算 1mol H_2 、 O_2 和 CO 在标准状况（温度为 0℃，压强为 $1.0133 \times 10^5 \text{Pa}$ 通常叫标准状况，可用符号 STP 表示）下的体积。

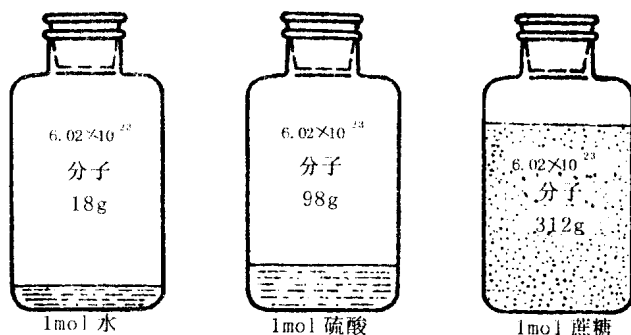


图 1-2 1mol 的几种化合物

H_2 的摩尔质量是 $2.016g \cdot mol^{-1}$, 它在标准状况下的密度(ρ_0)是 $0.0899 g \cdot L^{-1}$, 1mol H_2 在标准状况下所占体积是:

$$V_{0(H_2)} = \frac{M}{\rho_0} = \frac{2.016g \cdot mol^{-1}}{0.0899g \cdot L^{-1}} = 22.4L \cdot mol^{-1}$$

O_2 的摩尔质量是 $32g \cdot mol^{-1}$, 它在标准状况下的密度是 $1.429g \cdot L^{-1}$, 1mol O_2 在标准状况下所占体积是:

$$V_{0(O_2)} = \frac{M}{\rho_0} = \frac{32g \cdot mol^{-1}}{1.429g \cdot L^{-1}} = 22.4L \cdot mol^{-1}$$

CO 的摩尔质量是 $28g \cdot mol^{-1}$, 它在标准状况下的密度是 $1.250g \cdot L^{-1}$, 1mol CO 在标准状况下所占体积是:

$$V_{0(CO)} = \frac{M}{\rho_0} = \frac{28g \cdot mol^{-1}}{1.250g \cdot L^{-1}} = 22.4L \cdot mol^{-1}$$

从上面三个例子可以看出, 1mol 三种气体, 在标准状况下所占的体积都是 22.4L。而且经过大量实验证实, 1mol 任何气体在标准状况下所占的体积都约是 22.4L(图 1-3)。

在标准状况下, 1mol 任何气体所占的体积都约是 22.4 L, 这个体积叫气体摩尔体积, 用 V_m 表示, 单位是 $L \cdot mol^{-1}$ 。

为什么 1mol 任何气体物质在标准状况下所占的体积都相同呢? 这是因为一般情况下, 气体分子在较大的空间里运动着。分子间的平均距离(约 $4 \times 10^{-9}m$)是分子直径(约 $4 \times 10^{-10}m$)的 10 倍左右。因此, 气体的体积主要决定于气体分子间的平均距离, 而不是气体分子本身的大小。

在同温同压下, 不同气体分子间的平均距离是相等的, 因而数目相同的气体分子占据的体积相同。即同温同压下, 相同体积的任何气体都含有相同数目的分子数。这个规律叫做阿伏加德罗定律。

在标准状况下, 气体体积 V 、气体的摩尔体积(V_m)和气体物质的量 n 之间的关系可用下式表示:

$$V_m = \frac{V}{n}$$

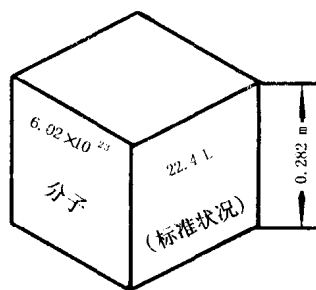


图 1-3 气体摩尔体积

【例1】 4.4g CO₂ 在标准状况下所占体积是多少?

解: CO₂ 的的摩尔质量是 44g·mol⁻¹

$$\text{由 } M = \frac{m}{n}$$

$$\text{则 } n = \frac{m}{M} = \frac{4.4\text{g}}{44\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}} = 0.1\text{mol}$$

$$\text{由 } V_m = \frac{V}{n}$$

$$\therefore V = n \cdot V_m = 0.1\text{mol} \times 22.4\text{g}\cdot\text{mol}^{-1} = 2.24\text{L}$$

答: 4.4g CO₂ 在标准状况下所占体积是 2.24L

【例2】 在标准状况下, 3.36 L 氨的质量是多少?

解: NH₃ 的摩尔质量为 17g·mol⁻¹

$$\text{根据 } M = \frac{m}{n} \quad V_m = \frac{V}{n}$$

$$\text{得 } m = M \times \frac{V}{V_m} = 17\text{g}\cdot\text{mol}^{-1} \times \frac{3.36\text{L}}{22.4\text{L}\cdot\text{mol}^{-1}} = 2.55\text{g}$$

答: 3.36 L 氨在标准状况下的质量是 2.55g。

【例3】 中和 0.1mol NaOH 需要 H₂SO₄ 的物质的量是多少?

解: 设中和 0.1mol NaOH 需要 H₂SO₄ 的物质的量为 X



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

$$0.1\text{mol} \quad X$$

$$X = \frac{0.1\text{mol} \times 1\text{mol}}{2\text{mol}} = 0.05\text{mol}$$

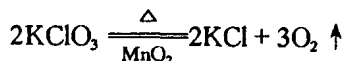
答: 中和 0.1mol NaOH 需要是 H₂SO₄ 的物质的量为 0.05mol。

【例4】 把 490g KClO₃ 加热催化完全分解, 在标准状况下, 可得 O₂ 多少升?

解: 因 KClO₃ 的摩尔质量是 122.5g·mol⁻¹

$$490\text{g KClO}_3 \text{ 物质的量} = \frac{490\text{g}}{122.5\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}} = 4\text{mol}$$

设可制得 X 升氧气



$$2\text{mol} \quad 3\text{mol} \times 22.4\text{L}\cdot\text{mol}^{-1}$$

$$4\text{mol} \quad X$$

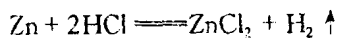
$$X = \frac{3\text{mol} \times 22.4\text{L}\cdot\text{mol}^{-1} \times 4\text{mol}}{2\text{mol}}$$

$$= 134.4\text{L}$$

答: 在标准状况下可得氧气 134.4 升。

例5] 在实验室中用稀盐酸与锌反应, 在标准状况下, 生成 3.36L 氢气, 需要多少克

解： 设所需锌的物质的量为 $X\text{mol}$



$$1\text{mol} \qquad \qquad 22.4\text{L}$$

$$X \qquad \qquad 3.36\text{L}$$

$$X = \frac{1\text{mol} \times 3.36\text{L}}{22.4\text{L}}$$

$$= 0.15\text{mol}$$

锌的摩尔质量为 $65\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$

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

$$\begin{aligned} \text{则 } m &= n \cdot M = 0.15\text{mol} \times 65\text{g} \cdot \text{mol}^{-1} \\ &= 9.75\text{g} \end{aligned}$$

答： 需要锌 9.75g 。

第二节 物质的量浓度

在初中化学里,我们学过关于溶液的知识,知道可以用质量分数、体积分数、PPm 等表示溶液浓度的方法。但是,在许多情况下是量取溶液的体积,同时,物质发生化学反应时,反应物和生成物的物质的量之间有一定的关系,知道一定体积的溶液里含有溶质的物质的量,对生产和科学实验都是非常重要的。因此需要学习另一种表示溶液浓度的方法——物质的量浓度。

一、物质的量浓度

单位体积溶液中所含溶质的物质的量就称为溶液的物质的量浓度。通常用 C 表示,其单位为 $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$;其数学表达式为:

$$C = \frac{n}{V}$$

例如: 0.5mol NaOH 溶于水,配成 0.5L 溶液,则这种溶液的物质的量浓度是 $\frac{0.5\text{mol}}{0.5\text{L}}$
 $= 1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$; 2L NaOH 溶液中含有 1mol NaOH ,则这种溶液的物质的量浓度就是 $\frac{1\text{mol}}{2\text{L}} = 0.5\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

二、溶液的配制和稀释

(一)一定物质的量浓度溶液的配制

配制一定物质的量浓度的溶液所用的主要仪器有天平 and 容量瓶。配制时,根据需要的浓度和体积,计算出所需溶质的质量;根据配制溶液的体积,选用适当的容量瓶。有各种规格,常用的容积为 1000mL 、 500mL 、 250mL 、 100mL 等几种(见图 1-4)。

【演示 1-1】配制 $500\text{ml } 0.1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 NaCl 溶液。

1. 计算

$$\text{由 } M = \frac{m}{n} \quad C = \frac{n}{V} \text{ 得}$$

$$\text{NaCl 的质量 } m = C \cdot V \cdot M$$

$$= 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times \frac{500}{1000} \text{ L} \times 40 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$= 2.00 \text{ g}$$

2. 称量

用天平称取 2.00g NaOH 固体, 放入小烧杯里。

3. 溶解

在上述烧杯中, 加入适量的蒸馏水, 用玻璃棒搅拌, 使其完全溶解。

4. 转移

将烧杯中的 NaOH 溶液沿玻璃棒注入 500ml 容量瓶中, 然后用少量蒸馏水冲洗烧杯 2~3 次, 洗涤液完全注入容量瓶里。

5. 定容

转移完结, 向容量瓶里加蒸馏水, 至容量瓶刻度线下 2~3cm 处, 改用胶头滴管滴加蒸馏水到溶液凹面正好跟瓶颈的刻度线相切。把容量瓶盖好, 反复倒转几次, 使溶液混合均匀。

这样配成的溶液就是 500ml $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 NaOH 溶液。

(二) 溶液的稀释

在溶液中加入溶剂, 使溶液的体积增大而浓度变小的过程, 叫做溶液的稀释。由于在稀释时, 只加入溶剂, 所以溶液在稀释前后, 溶质的物质的量不变。

$$\text{即} \quad C_1 \cdot V_1 = C_2 \cdot V_2$$

式中: V_1 ——稀释前溶液的体积;

C_1 ——稀释前溶液的物质的量浓度;

V_2 ——稀释后溶液的体积;

C_2 ——稀释后溶液的物质的量浓度。

【例 1】配制 $2.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 H_2SO_4 5.0L, 需要 $18.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的浓 H_2SO_4 多少升?

解: 已知 $C_1 = 18.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ $C_2 = 2.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ $V_2 = 5.0 \text{ L}$, 求 $V_1 = ?$

$$\text{根据 } C_1 V_1 = C_2 V_2$$

$$\text{则 } 18.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times V_1 = 2.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 5.0 \text{ L}$$

$$V_1 = \frac{2.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 5.0 \text{ L}}{18.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}} = 0.56 \text{ L}$$

答: 需要 $18.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的浓 H_2SO_4 0.56 升。

三、溶液浓度的换算

市售的许多液体试剂, 常常只表明密度和质量分数, 如浓盐酸密度为 $11.9 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$, 质量分数为 37%; 浓硫酸密度为 $1.84 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$, 质量分数为 98% 等。而在实际工作中, 往往要用

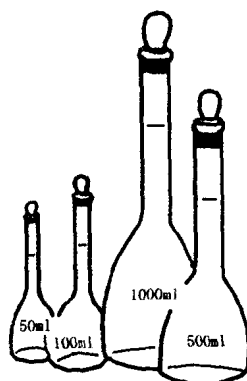


图 1-4 几种不同容积的容量瓶