

高等工科院校试用教材

工科基础化学

李秋荣 谢丹阳 王艳芝 编

中国标准出版社



高等工科院校试用教材

工科基础化学

李秋荣 谢丹阳 王艳芝 编
韩树民 高发明 审

中国标准出版社

内 容 简 介

本书是燕山大学公共基础课——工程化学的教材,集我校近年来教学改革和教学手段变革的成果。全书共6章:物质的聚集状态,化学反应原理,水溶液的离子平衡,电化学基础,物质结构基础,化学与人类的进步。每章中复习思考题在各节之后列出,习题在每章末列出,书后附录汇集了相关的资料和数据。

读者对象:大专院校师生,也可供工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

工科基础化学/李秋荣等编著. —北京:中国标准出版社, 2002

ISBN7-5066-3021-4

I. 工… II. 李… III. 化学-高等学校-教材
IV. 06

中国版本图书馆CIP数据核字(2002)第108951号

中国标准出版社出版

北京复兴门外三里河北街16号

邮政编码:100045

电 话:68523946 68517548

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 14¹/₂ 字数 344 千字

2003年1月第一版 2003年6月第二次印刷

*

印数 3 501—4 500 定价 22.00 元

网址 www.bzcs.com

版权专有 侵权必究

举报电话:(010)68533533

前言

化学是一门研究物质(单质及化合物)的组成、结构、性质及其变化规律的科学。因此,化学有两个主要作用:一是确定和阐述物质的物理和化学性质,二是促成和控制化学过程以达到专门目的。人类正是利用化学变化来为自己服务的。化学为人类提供了最初走向文明的基础,随着社会文明化程度的高速发展,人类将对化学提出更高的要求。化学同其他学科一样不仅给人以知识,而且给人以智慧,所有化学元素的发现都体现了化学家的智慧和勇气。学生在学习知识的同时,更重要的是学到了分析问题和解决问题的正确思维方法。

工科基础化学是在普通化学基础上发展起来的一门公共基础课,该课程在不降低普通化学理论难度的基础上,更注重将化学的思维方法和能力传授给学生。化学课程的改革,目的在于让学生获得化学素养,化学素养是日常生活中必不可少和有用的化学知识。在中国,进入大学的高中生对化学的符号,化学分子式,化学反应式,简单的化学计算,粗浅的微观化学结构等已经掌握,然而他们不知怎样应用,尤其是将来高考中化学所占比例减少,原本在中学讲授的化学内容都放到了大学来讲授。因而,在大学非化工专业学生的基础化学里的教学就变得极为重要。

工科基础化学是为非化学和化工类大学生的学习而编写。目前国内适应非化工类的教材也不少,该教材与同类教材相比有三个特点:一是将基础理论中的一些定律,从另一个角度来定性引出,其中注重讲授科学家发现定律的科学思维方法,避免了繁杂的公式推导;二是突出理论在实际工作和生活中的运用,激发学生学习课程的兴趣,把化学对人类进步的影响逐渐渗透到学生的头脑里;三是习题的编排,将思考和练习题放在每节或难点内容之后列出,这样学生及时巩固所学的知识,同时,每章之后都有习题,该习题属于综合性习题,有些习题需要前面内容的知识,这样有利于保持知识的系统性。

我们力求做到深入浅出,激发学生学习这门课程的兴趣。该书共分6章,内容包括物质的聚集状态;水溶液中的离子平衡;化学反应原理;电化学基础;物质结构基础;化学与人类的进步。其中第1章和第3章由谢丹阳编写;第2章、第5章和第6章的第1节和第2节中高分子材料由李秋荣编写;第4章和第6章的第2节的金属材料、无机非金属材料 and 复合材料由王艳芝编写。全书由李秋荣统稿。由韩树民教授和高发明副教授主审,秦秀娟副教授审阅该书后提出了宝贵的意见,在此表示衷心的感谢!本书的编写历时两年多,但由于编者的水平有限,书中的缺点和错误在所难免,恳请读者批评指正。

编 者

2002年3月

目 录

第1章 物质的聚集状态	1
1.1 化学的基本概念	3
1.1.1 分子、原子和原子簇	3
1.1.2 元素	4
1.1.3 系统、环境和相	5
1.1.4 状态与状态函数	6
1.1.5 物质的量	6
1.1.6 反应进度	6
1.2 气体、等离子体和大气污染及其防治	8
1.2.1 理想气体和实际气体	8
1.2.2 大气相对湿度	10
1.2.3 等离子体	11
1.2.4 大气污染及其防治	12
1.3 液体和水污染及其治理	15
1.3.1 水的结构和性质	15
1.3.2 稀溶液的通性	18
1.3.3 水污染及其防治	22
1.4 固体和固体废弃物污染及其治理	24
1.4.1 晶体和非晶体	24
1.4.2 晶体的基本类型	25
1.4.3 过渡型晶体	27
1.4.4 混合键型晶体	28

1.4.5 固体废物的污染及其治理	29
科学发现的启示	31
习题	32
第2章 化学反应原理	34
2.1 化学反应的能量变化	35
2.1.1 热力学第一定律	35
2.1.2 化学反应中的能量变化	36
2.1.3 反应热效应的测量	37
2.1.4 反应热效应的计算	38
2.1.5 能源的开发与应用	41
2.2 化学反应的方向与限度	43
2.2.1 自发过程	43
2.2.2 熵变与反应的方向	43
2.2.3 吉布斯函数变与反应自发性的判断	46
2.2.4 化学平衡	50
2.3 化学反应的速率	53
2.3.1 反应速率与浓度的关系	53
2.3.2 温度对化学反应速率的影响	55
2.3.3 催化剂对反应速率的影响	58
科学发现的启示	60
习题	61
第3章 水溶液中的离子平衡	63
3.1 可溶弱电解质的单相离子平衡	64
3.1.1 酸碱理论概述	64
3.1.2 水溶液中单相离子平衡	67
3.2 难溶电解质的多相离子平衡	75
3.2.1 溶度积	75
3.2.2 溶度积规则及应用	78
3.3 配位化合物的离子平衡	83
3.3.1 配位化合物的基本概念	83
3.3.2 配位化合物的组成	84
3.3.3 配合物的命名	85
3.3.4 配合物在水溶液中的稳定性	86
3.3.5 配位反应的应用	88

科学发现的启示	90
习题	90
第4章 电化学基础	92
4.1 原电池和电极电势	94
4.1.1 原电池	94
4.1.2 电极电势	96
4.1.3 原电池的电动势与电池反应的摩尔吉布斯函数变	98
4.1.4 能斯特(Nernst)方程式	99
4.2 电极电势的应用	102
4.2.1 pH值的测定	102
4.2.2 氧化剂和还原剂的相对强弱	103
4.2.3 判断氧化还原反应进行的方向	103
4.2.4 确定氧化还原反应可能进行的程度	104
4.3 电解及其应用	106
4.3.1 分解电压和超电势	106
4.3.2 电解产物的判断	108
4.3.3 电解的应用	109
4.4 金属的腐蚀与防护	112
4.4.1 腐蚀机理	112
4.4.2 电化学腐蚀的极化作用和腐蚀速率	114
4.4.3 金属腐蚀的防护	115
4.5 化学电源	118
4.5.1 原电池(一次电池)	118
4.5.2 蓄电池(二次电池)	120
4.5.3 燃料电池	122
4.5.4 绿色电池	122
科学发现的启示	124
习题	125
第5章 物质结构基础	127
5.1 核外电子的运动状态	128
5.1.1 波尔的氢原子结构理论	128
5.1.2 电子运动的特性	129
5.1.3 波函数	131
5.1.4 电子云	134

5.2 多电子原子结构和周期系	137
5.2.1 多电子原子轨道的能级	137
5.2.2 核外电子分布与周期系	139
5.3 化学键和分子间相互作用力	145
5.3.1 化学键及其类型	145
5.3.2 分子的极性	151
5.3.3 分子间相互作用力	152
科学发现的启示	155
习题	157
第6章 化学与人类的进步	159
6.1 化学与人们的工作生活	160
6.1.1 穿戴材料和清洗技术	160
6.1.2 饮食和精神活动	164
6.1.3 住	170
6.1.4 行	171
6.1.5 颜色化学	175
6.2 化学与材料科学	178
6.2.1 金属和合金材料	178
6.2.2 无机非金属材料	187
6.2.3 合成高分子材料	192
6.2.4 复合材料	199
6.2.5 生态环境材料	201
科学发展的前沿	205
附录	207
附录1 国际单位制(SI)	208
附录2 一些物质的标准摩尔生成焓、标准摩尔生成吉布斯函数、标准摩尔熵的 数据	210
附录3 水溶液中某些水合物质标准摩尔生成焓、标准摩尔生成吉布斯函数、标准 摩尔熵的数据	213
附录4 一些弱电解质的解离常数(298K)	215
附录5 溶度积常数(298K)	216
附录6 一些配离子在标准状况下的稳定常数	217
附录7 一些氧化还原电对的标准电极电势	218
附录8 化学试剂等级标准	220
参考文献	221

第1章 物质的聚集状态

【内容提要】

本章主要介绍化学的基本概念;物质的聚集状态和大气污染、水污染、固体废弃物及其处理方法。

【学习要求】

(1) 掌握化学的一些基本概念,如分子、原子、原子簇等;理解状态函数的特点和反应进度的含义。

(2) 熟悉理想气体和实际气体的差别,掌握大气相对湿度的计算方法;了解大气中的主要污染物的危害及防治办法。

(3) 掌握浓度对稀溶液蒸气压下降、沸点上升、凝固点下降和渗透压的影响;了解生活污水和工业废水的治理方法。

(4) 理解晶体和非晶体的差别;掌握晶体的四种基本类型和过渡型晶体;了解固体废弃物的污染和处置方法。

物质的聚集状态(the collective state of matter)是指在一定的温度和压力下,物质所处的相对稳定的状态。

在自然界中,物质总是以一定的聚集状态存在的,通常认为物质聚集状态为气态(gas)、液态(liquid)、固态(solid)和等离子态(plasma)。不同的聚集状态在一定的条件下可以相互转化。若把物质的聚集状态与物质内在的分子、原子的特征联系在一起思考,有助于人们更加深入地理解物质的性质,也有助于解决一些实际问题。

1.1 化学的基本概念

1.1.1 分子、原子和原子簇

1.1.1.1 分子

分子是保持物质化学性质的最小粒子,也就是说,在保持物质化学性质的前提下,物质分割的极限被称为分子,任何物理变化都不能使分子的组成发生改变。

要正确理解分子的概念,分子是构成物质的最小微粒,是以保持物质的化学性质而不是物理性质为前提的,离开了这个重要的前提,分子就不再是构成物质的最小微粒了。因为分子还能继续再分成更小的微粒——原子,而原子已不再具有原物质的化学性质了,如将一个 NH_3 分子分解后,生成N原子和H原子,它们的性质与原来完全不同了。

1.1.1.2 原子

分子还可以再被分割成原子,化学反应的发生有力地证明了这一点。在化学反应中,原子只是发生了新的组合,而原子本身并没有变成其它的原子。因此,可以说原子是物质进行化学反应的基本微粒。

分子和原子是构成物质的微粒,它们在不断地运动着。但这两种微粒有着本质的不同:分子能独立存在,它保持物质的化学性质,在化学反应中,一种分子能变成另一种或几种分子;原子一般是不能独立存在的,在化学反应中,一种原子不能变成另一种原子。分子和原子是构成物质的不同层次的微粒。

现代化学观点认为,孤立的原子是原子微粒,由它所衍生的(即由原子电离或激发所产生的)微粒,也被认为是原子微粒,如能独立存在的原子(单原子)、离子(如 K^+ , S^{2-})、原子自由基(如 $\text{Cl}\cdot$, $\text{H}\cdot$)等。

1.1.1.3 原子簇、分子簇

原子簇是由几个至几百个原子组成的物质。它的尺寸介于原子、分子和宏观物体之间。它一般由化学成分和结构比较简单的单元重复结合而成,包括金属簇,如 Li_n , Cu_n ;非金属簇,如 C_n , Ar_n ;分子簇,如 $(\text{H}_2\text{O})_n$, $(\text{NaCl})_n$ 等。

20世纪70年代后由于化学模拟生物固氮、金属原子簇化合物的催化功能、生物金属原子簇、超导及新型材料等方面的研究需要,促使金属原子簇化学的快速发展。1985年英国科学家Kroto H W等发现稳定的碳原子簇 C_{60} (巴氏球),这一发现是人类对碳认识的新阶段,使人们了解到一个全新的碳世界。为此英国科学家Kroto教授及美国科学家Curl和Smalley教授荣获1996年诺贝尔化学奖。 C_{60} 分子是一种闭合的碳笼结构,由12个正五边形和20个正六边形组成的球形32面体,具有很高的对称性,很像美国著名设计师所设计的蒙特利尔世界博览会网格球体主建筑,而把 C_{60} 命名为Buckminster fullerene。此后人们便将这一类化合

物命名为fullerene。“fuller”谐音为“富勒”，“ene”译为“烯”，富勒烯是由碳原子形成的一系列笼分子的总称，它是碳单质除了石墨和金刚石以外的第三种稳定的存在形式。 C_{60} 是富勒烯系列全碳分子的代表(如图1-1)。

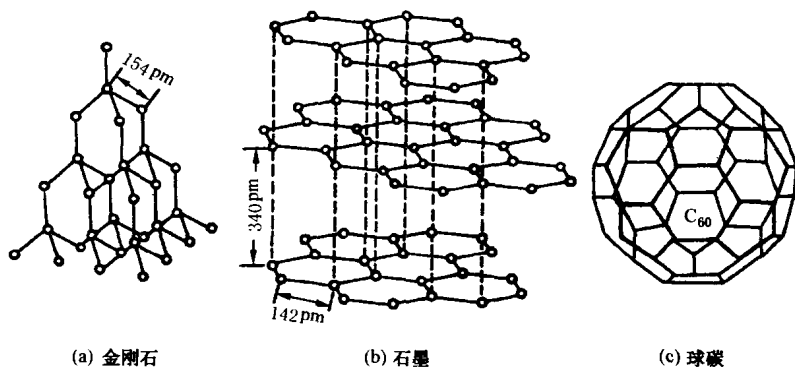


图 1-1 碳单质的三种同素异形体的结构示意图

C_{60} 是以石墨为原料，在约 $1.3 \times 10^4 \text{ Pa}$ 的氦气氛下，用石墨电极接触电弧蒸发法可制得 C_{60} 和 C_{70} (少量)，经分离提纯可得到纯度为 99.9% 的 C_{60} 。

从 C_{60} 被发现的短短十几年来，富勒烯已经广泛地影响到物理、材料科学、生命及医药科学等众多领域，大大丰富和提高了科学理论，同时也显示出其巨大的潜在的应用前景。如 C_{60} 是纳米级材料，可用作记忆元件，超级耐高温润滑剂，可制造高能蓄电池、燃料、太空火箭推进剂等。纯 C_{60} 是绝缘体，但钾嵌入的 C_{60} 具有超导体性质。 C_{60} 与某些磷脂的复合物能与某些癌细胞结合，从而为摧毁和杀灭癌细胞提供了条件。随着研究的深入发展，富勒烯及其衍生物的应用潜力将不断被开发出来，而造福人类。

1.1.2 元素

化学元素的概念经历了两次重大的转折，从古代元素的概念到近代化学元素的概念，再到现代化学包括同位素的元素的概念，这样的发展对化学具有革命性的重大意义。

19 世纪原子分子论建立后，人们逐步认识到一切物质都是由原子通过不同方式结合而构成的，元素是在原子水平上表示物质组成的化学名称。

原子核组成的奥秘被揭开后，人们通过科学实验发现：同种元素的原子核里所含质子数目是一样的，但中子的数目可以不同。即同一元素可以有质子数相同而中子数不同的几种原子(即同位素)，但决定元素性质的主要因素是质子数(即核电荷数)，也就是说质子数相同的一类原子的化学性质基本上相同。

现代化学观点认为，元素就是原子核中的质子数(即核电荷数)相同的一类原子的总称。这样，人们进一步了解了元素的本质，元素就是以核电荷为标准对原子进行的分类。

迄今为止，人类已经发现了化学元素 114 种，其中 92 种是金属元素，22 种是非金属元素，正是由它们组成了目前已知的几百万种不同的物质，即宇宙万物是由这些元素的原子构成的。

但应注意,原子是微观的概念,而元素是某一种类原子的总称。元素符号即能表示一种元素,也可表示该种元素的一个原子;原子有量的涵义,而元素却没有。若将水分子说成是由两个氢元素和一个氧元素组成,这句话是错误的。

1.1.3 系统、环境和相

1.1.3.1 系统与环境

在客观世界中,任何事物都不会孤立存在,都会与它周围的其它事物有机地联系在一起。为了科学研究的需要,必须把待研究物质与周围其它的物质隔离开来。一般将被研究的对象叫做系统(也称为体系),系统以外的周围物质叫做环境。系统可以通过一个边界(范围)与它的环境区分开来;这个边界可以是具体的,也可以是假想的。例如,锌与稀硫酸在容器中反应,锌与稀硫酸反应产生氢气,氢气逸出液面而扩散到空气中。若该容器是完全密闭的,则可以将密闭在容器中的空气以及产生的氢气包括在系统内,则该系统有具体的边界与环境区分开。若该容器不是密闭的,则系统与环境的边界只能是假想的。

系统是根据研究的需要人为确定的。例如,为了研究方便,通常把化学反应中所有的反应物和生成物作为系统。根据系统与环境间有无物质交换和能量的传递,将系统大致可划分为以下三类:

- a. 敞开系统 系统与环境之间既有物质交换又有能量交换。
- b. 封闭系统 系统与环境之间只有能量交换而无物质交换。
- c. 孤立系统 系统与环境之间既无物质交换又无能量交换。

例如在室内某一温度下,有一个盛水的瓶子,以此瓶作为一个系统进行研究,则该系统与环境间既有物质交换又有能量传递,那么该系统为敞开系统;若将瓶子加盖子密封,则该系统与环境间只有能量传递而无物质交换,那么该系统为封闭系统;若将上述瓶子用石棉布包裹,以确保绝对隔热(事实上这是无法做到的),此时该系统与环境间既无物质交换也无能量传递,则该系统为孤立系统,在自然界中真正意义上的孤立系统是不存在的,它是一种理想的假设。

由于通常把反应中所有的反应物和生成物选作系统,因此化学反应是封闭系统。

1.1.3.2 相

在系统中化学组成均匀,且物理和化学性质相同的部分被称为相,不同的相之间存在着明显的相界面。

多种气态物质,只要它们之间不发生化学变化,由于气体的无限扩散性,使得这些气体最终会形成一个均匀的单相系统。对于液态物质,根据它们彼此能否互溶,来判断能否形成单相系统。例如,水和乙醇组成的系统,由于水与乙醇之间可以以任何比例互溶,所以该系统为单相系统;而水和油,由于它们彼此不互溶,即使将它们混合在一起,也将形成两个不同的液相,其间存在着明显的界面,水和油成为液-液两相系统。若将 K_2CrO_4 溶液加入到 $Pb(NO_3)_2$ 溶液中,有黄色的 $PbCrO_4$ 沉淀从溶液中析出,此时组成的体系为固-液两相系统。对于固态物质,只要它们之间不形成固溶体合金(所谓固溶体合金,是指两种或多种金属不仅在熔融时能够互相溶解,而且在凝固时也能保持互溶状态的固态溶液,它是一种均匀的

组织),有几种固体物质,就是几相系统。但应注意的是,即使是同一种物质,如果结构不同,物理和化学性质不同,仍不能作为同一相,例如纯铁在不同温度下是两种不同的结构,即 α -Fe和 γ -Fe,虽然它们的聚集状态相同,但它们属于不同的相。

1.1.4 状态与状态函数

要了解系统变化与所发生的能量转换关系,就需要确定系统的状态——始态和终态。

系统的状态是系统所有化学性质和物理性质的综合表现。系统的这些化学性质和物理性质(即热力学性质)是属于宏观物理量。例如温度、压力、体积、密度和蒸气压等。当系统处于一定状态时,系统的所有性质就确定了,反之,当系统的性质一定时,系统的状态也就随之而确定。用来描写系统状态的这些热力学性质或物理量叫做状态函数。它们取决于状态本身,而与变化过程的具体途径无关。例如,100mL H_2O 在标准状态下,始状态温度 $t_1 = 10\text{ }^\circ\text{C}$,当它经历了一系列变化之后,末状态温度改变至 $t_2 = 25\text{ }^\circ\text{C}$ 。由于温度、压力均是系统的性质,是状态函数,所以当计算温度的变化时,可以只考虑末状态与始状态温度的差值 $\Delta t = t_2 - t_1 = 15\text{ }^\circ\text{C}$,而不必考虑其具体途径。

状态函数分为两类。若状态函数数值的大小与物质的数量成正比,这类状态函数称为广延性质,也称为容量性质。例如体积、质量、热力学能等,容量性质具有加和性。当状态函数数值的大小与物质的数量无关时,这类状态函数称为强度性质,它是没有加和性的。例如温度、电极电势、粘度等。

系统中各状态函数间是相互制约的,若确定了其中的部分状态函数,其余的往往也可随之而定。

1.1.5 物质的量

物质的量是七个基本量之一,它是描述系统基本单元数目多少的物理量,它的单位为摩尔(mol)。某物系中所含基本单元数是阿佛加德罗数($N = 6.022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$)的多少倍,则该物系中“物质的量”就是多少摩尔。

摩尔与“打”相似,“打”这个单位常用来指12件特定型态的物品。正确理解基本单元的涵义,对正确运用物质的量的概念是一个关键,基本单元不仅包括由原子、分子、电子等微粒构成的物质中存在的复杂结构单元,如 H_2SO_4 、 $\frac{1}{2}\text{H}_2\text{SO}_4$ 、 $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ 等等;也包括根据研究需要想象其存在的单元。如食盐是以反映晶体化学组成的 NaCl 作为基本单元来计量它的物质的量。基本单元也不限于整数原子的组合,也可以是分数的原子组合,如 $\text{Fe}_{0.91}\text{S}$ 、 $\frac{1}{2}\text{Ca}^{2+}$ 等。

在使用“物质的量”时,基本单元一定要用化学式表示,否则就会含混不清或引起混乱。如“1mol O_2 ”和“1mol O ”表示的基本单元分别为 O_2 和 O ,如果用“1mol 氧”则意义含混不清。

1.1.6 反应进度

为了表示化学反应进行的程度,我国国标规定了一个量——反应进度(ξ)

对于化学反应方程式

$$0 = \sum \nu_B \cdot B \quad (1-1)$$

$$d\xi = \nu_B^{-1} \cdot dn_B \quad (1-2)$$

$$dn_B = \nu_B \cdot d\xi \quad (1-3)$$

式中: B ——反应中物质的化学式;

ν_B —— B 物质的化学计量数, 规定: 反应物 $\nu_B < 0$, 生成物 $\nu_B > 0$;

n_B —— B 物质的物质的量;

ξ ——反应进度, 单位为 mol。

将式(1-3)从反应开始时 $\xi_0 = 0$ 的 $n_B(\xi_0)$ 积分到 ξ 时的 $n_B(\xi)$, 可得:

$$n_B(\xi) - n_B(\xi_0) = \nu_B(\xi - \xi_0)$$

则

$$\Delta n_B = \nu_B \xi$$

可见, 随着反应的进行, 任一化学反应各反应物及生成物的改变量均与反应进度及各自的计量系数有关。

例如, 对于合成氨反应: $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g})$

反应中 Δn_B 与 ξ 的对应关系如下:

$\Delta n(\text{N}_2)/\text{mol}$	$\Delta n(\text{H}_2)/\text{mol}$	$\Delta n(\text{NH}_3)/\text{mol}$	ξ/mol
-1/2	-3/2	1	1/2
-1	-3	2	1
-2	-6	4	2

与合成反应对应, 可见对同一化学反应方程式来说, 反应进度的值与选用反应方程式中何种物质的量的变化来进行计算无关。但是, 同一化学反应, 如果化学反应方程式的写法不同(即 ν_B 不同), 相同反应进度时对应各物质的量的变化会有区别。

思考与练习题

【1-1】“1 摩尔氢”这种说法明确吗?

【1-2】在 0℃ 时, 一只烧杯中盛有水, 水面上浮着三块冰, 问水和冰组成的系统中有几相? 如果撒上一把食盐, 并设法使其全部溶解, 若系统的温度仍维持 0℃ 不变而冰点下降, 将有什么现象发生, 此时系统为几相? 如果再加入一些 AgNO_3 溶液, 又有什么现象发生, 此时系统为几相? 如果又加入一些 CCl_4 , 系统又为几相?

1.2 气体、等离子体和大气污染及其防治

气态是人们了解得较为全面的物质的一种聚集状态,气态物质的最基本特征是它的无限膨胀性和明显的可压缩性。组成气体的分子处在永恒、无规则的运动中,若将一定量气体引入容器中,不管容器的大小及气体量的多少,气体分子立即向容器内各方向扩散,并均匀地充满整个容器,且不同的气体能以任意比例互相混合。

1.2.1 理想气体和实际气体

如果把气体中的分子看成几何上的一个点,只有位置而不占有体积,并且分子间没有相互作用力,我们称这样的气体为理想气体。事实上,一切气体分子本身都占有一定的体积,而且分子间存在相互作用力,理想气体只不过是人为的一种假想,研究它是为了将问题简单化,而实际问题是在此基础上进行必要的修正而得以解决。

1.2.1.1 理想气体状态方程式

气体既没有固定体积,又没有确定形状,所谓气体的体积指的是气体所在容器的容积。对于一定量的理想气体,可通过测量压力(p)、体积(V)和温度(T)来确定该理想气体物质的量(n)或质量(m),通常写成:

$$pV = nRT \quad (1-4)$$

或

$$pV = m/MRT \quad (1-5)$$

在理想气体方程式中, R 为摩尔气体常数, M 为气体摩尔质量。在国际单位制中, P 以Pa为单位, V 以 m^3 为单位, T 以K为单位,则 R 为 $8.314 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ 。

.....
【例 1-1】 在容积为 10.0 dm^3 的真空钢瓶内充入氧气,在 25°C 时,测得瓶内气体压力为 $1.01 \times 10^7 \text{ Pa}$,试计算钢瓶内充入氧气的质量。

解: 由式(1-5)得

$$m = \frac{pVM}{RT} = \frac{1.01 \times 10^7 \times 10.0 \times 10^{-3} \times 32.0}{8.314 \times (273.15 + 25)} = 1.30 \times 10^3 (\text{g})$$

答:钢瓶内充入氧气 $1.30 \times 10^3 \text{ g}$
.....

1.2.1.2 理想气体分压定律

实际工作中,我们所遇到的气体通常是两种或两种以上的气体混合物,若在某温度下,不同的气体混合在一起,只要不发生化学变化,它们之间就互不干扰,即混合气体中某组分