

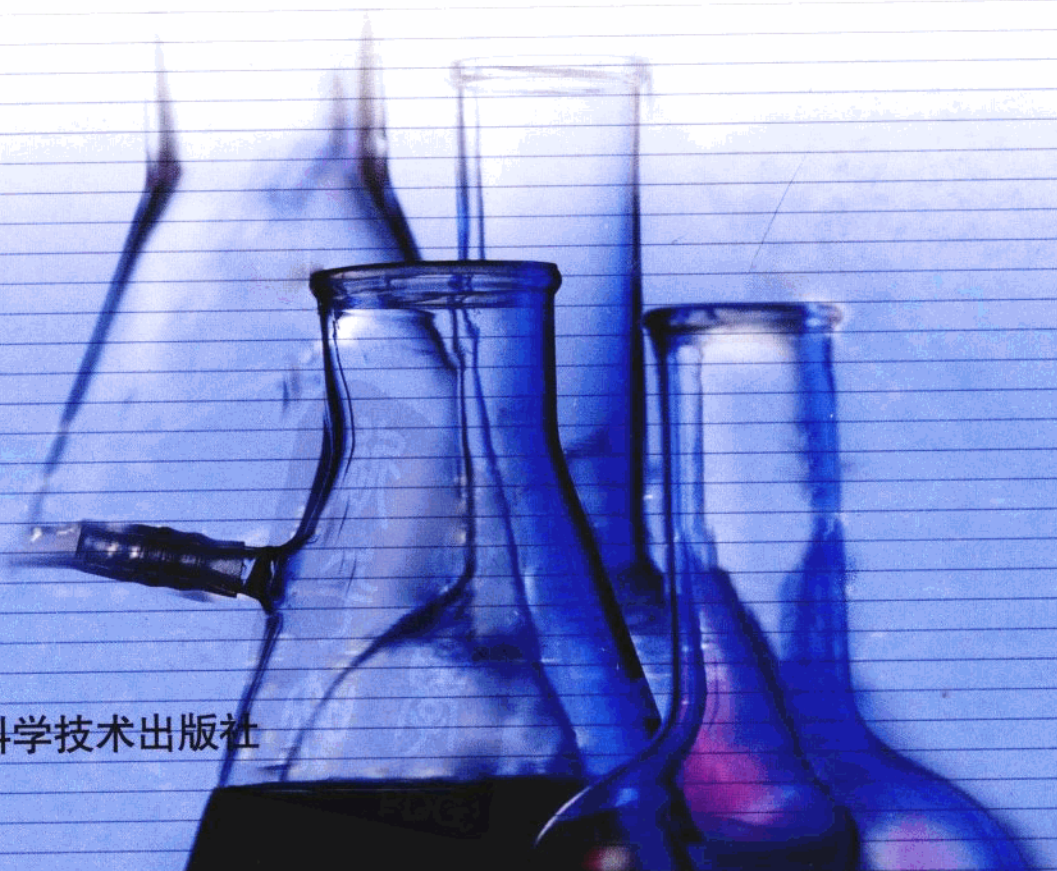


中等职业教育课程改革国家规划新教材
全国中等职业教育教材审定委员会审定

化 学

(农林牧渔类)

主编 刘灿明 孙元喜



 湖南科学技术出版社



中等职业教育课程改革国家规划新教材
全国中等职业教育教材审定委员会审定

化 学

(农林牧渔类)

主编 刘灿明 孙元喜

湖南科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

化学:农林牧渔类/刘灿明,孙元喜主编.—长沙:湖南科学技术出版社,2009.9

中等职业教育课程改革国家规划新教材

ISBN 978-7-5357-5733-3

I. 化… II. 刘… III. 化学课—专业学校—教材 IV.
G634.81

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第089915号

中等职业教育课程改革国家规划新教材

化 学(农林牧渔类)

主 编:刘灿明 孙元喜

责任编辑:彭少富 欧阳建文 贾平静

出版发行:湖南科学技术出版社

社 址:长沙市湘雅路276号

<http://www.hnstp.com>

邮购联系:本社直销科 0731-84375808

印 刷:长沙化勘印刷有限公司

(印装质量问题请直接与本厂联系)

厂 址:长沙市青园路4号

邮 编:410004

出版日期:2009年9月第1版第1次

开 本:787mm×1092mm 1/16

印 张:14.5

字 数:304000

书 号:ISBN 978-7-5357-5733-3

定 价:28.00元

(版权所有·翻印必究)

中等职业教育课程改革国家规划新教材 出版说明

为贯彻《国务院关于大力发展职业教育的决定》（国发〔2005〕35号）精神，落实《教育部关于进一步深化中等职业教育教学改革的若干意见》（教职成〔2008〕8号）关于“加强中等职业教育教材建设，保证教学资源基本质量”的要求，确保新一轮中等职业教育教学改革顺利进行，全面提高教育教学质量，保证高质量教材进课堂，教育部对中等职业学校德育课、文化基础课等必修课程和部分大类专业基础课教材进行了统一规划并组织编写，从2009年秋季学期起，国家规划新教材将陆续提供给全国中等职业学校选用。

国家规划新教材是根据教育部最新发布的德育课程、文化基础课程和部分大类专业基础课程的教学大纲编写，并经全国中等职业教育教材审定委员会审定通过的。新教材紧紧围绕中等职业教育的培养目标，遵循职业教育教学规律，从满足经济社会发展对高素质劳动者和技能型人才的需要出发，在课程结构、教学内容、教学方法等方面进行了新的探索与改革创新，对于提高新时期中等职业学校学生的思想道德水平、科学文化素养和职业能力，促进中等职业教育深化教学改革，提高教育教学质量将起到积极的推动作用。

希望各地、各中等职业学校积极推广和选用国家规划新教材，并在使用过程中，注意总结经验，及时提出修改意见和建议，使之不断完善和提高。

教育部职业教育与成人教育司

2009年5月

内 容 提 要

本书是中等职业教育国家规划教材,是根据教育部最新制定的《中等职业学校化学教学大纲》(教职成〔2009〕3号)和教育部《关于制定中等职业学校教学计划的原则意见》(教职成〔2009〕2号)规定的中等职业学校人才培养目标与要求编写而成。全书共分十五章,主要内容包括:物质的量和氧化还原反应、常见的金属单质及其化合物、常见的非金属及其化合物、物质结构和元素周期律、化学反应速率和化学平衡、电解质溶液、分散系、滴定分析法、烃、烃的衍生物、糖类、蛋白质、脂类、杂环化合物和生物碱、合成高分子化合物。书中配有演示实验、并进实验、课外实验和学生课堂实验内容,突出了专业实践能力的培养。

本书适用于中等职业学校农林牧渔类各专业,也可供其他专业选用。

前 言

化学课程是中等职业学校学生必修的一门公共基础课。根据不同类型的学校与不同的专业,《化学》在内容设计和教学要求上显示出较大的差别。本书是针对农林牧渔类各专业进行编写,并具有如下特色:

1. 知识涵盖面广。本教材涵盖了教育部最新制定的《中等职业学校化学教学大纲》的全部基础内容与专业选修内容,并且增加了部分拓宽学生能力的内容。

2. 教材设计形式新颖。教材设计了多种灵活的板块,有利于激发学生学习化学的兴趣与活跃课堂气氛,达到提高教学质量的目的。如突出以学生为主体的【思考与交流】,为拓宽学生的知识面而设计的【科学视野】、【资料卡片】,为提高学生的动手能力和培养学生的创新思维而设计的【家庭小实验】、【科学探究】,为方便学生课前预习与课后复习巩固的【本章学习目标】、【本章小结】等。

3. 注重学生的发展。教材编写中始终坚持以学生为主体,力图改变“教师讲、学生听”的“填鸭式”传统教学模式,创设了让学生积极主动学习的教学情境。在教学内容的编排上,所呈现的教学内容由易到难,让学生的学习张弛有序,利于学生发展。

4. 边学边练,讲练结合。教材编写中,加大了演示实验、边讲边实验等实践环节,力求让学生不断接受职业能力的训练,提高学生独立思考问题和解决问题的能力。

5. 基础知识与专业要求相融合。教材编写中,注意了尽可能选用与农林牧渔类各专业知识紧密结合的内容与实例。如学生课程实验内容基本与专业实际相关。

全书数据除注明外均取自《兰氏化学手册》(第二版,原书第十五版,科学出版社,2003年)。

本书共十五章,由湖南农业大学理学院刘灿明、湖南文理学院孙元喜主持编写,参加编写的有湖南文理学院胡霞、刘学文、郑清云,湖南常德市鼎城区第一中学杨有谋,山东农业大学化学学院王日为,湖南生物机电职业技术学院李翠莲,益阳市综合中专丁志华。湖南文理学院周谷珍教授、刘廉泉教授参加了部分章节的审定。

本书旨在为农林牧渔类中等职业学校提供一本形式新颖、内容通俗、便于教与学的《化学》教材。由于时间仓促,加之编者水平有限,书中缺点和错误在所难免,诚恳希望广大教师与读者批评斧正。

编 者

2009年4月

目 录

第一章 物质的量和氧化还原反应	(1)
第一节 物质的量	(1)
一、物质的量的单位——摩尔	(1)
二、摩尔质量	(3)
三、物质的量浓度	(5)
第二节 物质的量在化学反应中的应用	(9)
第三节 氧化还原反应	(10)
一、氧化还原反应	(10)
二、氧化剂和还原剂	(12)
本章小结	(12)
习题	(13)
学生实验 1-1 化学实验基本操作 (一)	(14)
学生实验 1-2 化学实验基本操作 (二)	(16)
学生实验 1-3 配制一定物质的量浓度的溶液	(17)
学生实验 1-4 浓溶液的稀释	(18)
第二章 常见的金属单质及其化合物	(20)
第一节 金属单质	(20)
一、金属元素的通性	(20)
二、常见的金属单质	(21)
第二节 几种重要的金属化合物	(24)
一、钠的重要化合物	(24)
二、铝的重要化合物	(26)
三、铁的重要化合物	(27)
第三节 金属离子的检验	(29)
一、焰色反应	(29)
二、几种金属离子的其他检验方法	(30)
本章小结	(30)
习题	(31)
学生实验 2-1 金属及其化合物的性质	(32)
第三章 常见的非金属单质及其化合物	(34)
第一节 卤素	(34)
一、氯气	(35)

二、氯化氢	(36)
三、氯离子的检验	(37)
第二节 氧族元素	(38)
一、氧族元素简介	(38)
二、硫	(38)
三、硫的氢化物	(39)
四、硫的氧化物	(40)
五、硫酸	(41)
第三节 氮族元素	(43)
一、氮气	(43)
二、氨气	(44)
三、硝酸	(46)
本章小结	(48)
习题	(48)
第四章 物质结构和元素周期律	(50)
第一节 原子结构	(50)
一、原子核	(50)
二、原子核外电子的排布	(52)
第二节 元素周期律和元素周期表	(54)
一、元素周期表的结构	(54)
二、元素周期律	(54)
第三节 化学键	(56)
一、离子键	(57)
二、共价键	(57)
本章小结	(58)
习题	(59)
学生实验 4-1 同周期、同主族元素性质的递变	(59)
第五章 化学反应速率和化学平衡	(62)
第一节 化学反应速率	(62)
一、化学反应速率	(62)
二、外界条件对化学反应速率的影响	(63)
第二节 化学平衡	(65)
一、放热反应和吸热反应	(65)
二、可逆反应和化学平衡	(65)
本章小结	(68)
习题	(69)
学生实验 5-1 化学反应速率和化学平衡	(70)
第六章 电解质溶液	(72)

第一节 弱电解质的电离	(72)
一、强电解质和弱电解质	(72)
二、弱电解质的电离平衡	(73)
第二节 水的电离和溶液的酸碱性	(74)
一、水的电离	(74)
二、溶液的酸碱性和溶液的 pH	(75)
第三节 离子反应和离子方程式	(77)
一、离子反应	(77)
二、离子方程式的书写	(78)
第四节 盐类的水解	(78)
一、盐的酸性	(78)
二、盐的水解	(79)
第五节 缓冲溶液	(80)
一、缓冲溶液	(80)
二、缓冲溶液的作用原理	(81)
本章小结	(82)
习题	(83)
学生实验 6-1 溶液 pH 值的测定和缓冲溶液的性质	(84)
第七章 分散系	(86)
第一节 胶体	(86)
一、分散系	(86)
二、胶体	(87)
第二节 渗透压	(89)
一、渗透	(89)
二、渗透压	(89)
本章小结	(92)
习题	(92)
学生实验 7-1 胶体的制备和性质	(92)
第八章 滴定分析法	(94)
第一节 滴定分析法概述	(94)
一、滴定分析的条件、方法与滴定方式	(95)
二、标准溶液与基准物质	(96)
三、滴定分析误差与数据处理	(97)
四、滴定分析结果的计算	(99)
五、滴定分析仪器及操作技术	(100)
学生实验 8-1 分析天平与称量技术	(102)
学生实验 8-2 滴定分析基本操作练习	(104)
第二节 酸碱滴定法	(106)

一、酸碱指示剂	(106)
二、滴定曲线与指示剂选择	(107)
学生实验 8-3 氢氧化钠标准溶液的配制	(110)
学生实验 8-4 食醋中醋酸含量的测定	(111)
第三节 其他滴定分析方法简介	(112)
一、氧化还原滴定法	(112)
二、配位滴定法	(114)
三、沉淀滴定法	(115)
学生实验 8-5 盐酸标准溶液的配制	(116)
学生实验 8-6 土壤酸碱度的测定	(117)
实验探究: 渔业养殖水中溶解氧的测定(课外完成)	(118)
本章小结	(120)
习题	(120)
第九章 烃	(122)
第一节 甲烷和烷烃	(124)
一、甲烷	(124)
二、烷烃	(126)
第二节 乙烯和烯烃	(128)
一、乙烯	(129)
二、烯烃	(130)
第三节 乙炔和炔烃	(131)
一、乙炔	(131)
二、炔烃	(133)
第四节 苯	(134)
一、苯的分子结构	(134)
二、苯的化学性质	(134)
第五节 *石油和煤	(136)
一、石油的炼制	(137)
二、煤的综合利用	(137)
本章小结	(139)
习题	(140)
第十章 烃的衍生物	(142)
第一节 乙醇	(142)
一、乙醇的分子结构	(142)
二、乙醇的化学性质	(143)
三、醇类	(144)
第二节 苯酚	(145)
一、苯酚的组成、结构及物理性质	(145)

二、苯酚的化学性质	(146)
三、酚类	(147)
第三节 乙醛和醛类	(148)
一、乙醛	(148)
二、醛类	(149)
第四节 乙酸和羧酸	(150)
一、乙酸的组成、结构与物理性质	(150)
二、乙酸的化学性质	(150)
三、* 羧酸	(151)
本章小结	(152)
习题	(152)
学生实验 10-1 乙醇的性质	(153)
学生实验 10-2 苯酚和乙醛的性质	(154)
学生实验 10-3 乙酸的性质	(155)
第十一章 糖类	(157)
第一节 葡萄糖	(158)
第二节 蔗糖和麦芽糖	(159)
一、蔗糖	(159)
二、麦芽糖	(159)
第三节 淀粉和纤维素	(160)
一、淀粉	(160)
二、纤维素	(161)
本章小结	(162)
习题	(162)
第十二章 蛋白质	(163)
第一节 氨基酸	(163)
一、分类和命名	(163)
二、氨基酸的性质	(165)
第二节 蛋白质	(166)
一、蛋白质的组成与结构	(166)
二、蛋白质的性质	(169)
三、蛋白质的用途	(169)
本章小结	(170)
习题	(170)
学生实验 12-1 蛋白质的性质	(171)
第十三章 脂类	(172)
第一节 油脂的组成与结构	(172)
第二节 油脂的性质	(174)

一、油脂的主要化学性质	(174)
二、*肥皂和合成洗涤剂	(176)
第三节 油脂在生物体内的主要功能	(178)
第四节 *类脂	(178)
一、蜡	(178)
二、磷脂	(178)
三、甾醇	(180)
第五节 *食品添加剂	(184)
本章小结	(185)
习题	(185)
第十四章 杂环化合物和生物碱	(186)
第一节 杂环化合物的分类和命名	(186)
一、杂环化合物的分类	(187)
二、杂环化合物的命名	(187)
第二节 杂环化合物的性质	(188)
一、取代反应	(188)
二、加成反应	(189)
三、吡咯和吡啶的酸碱性	(190)
第三节 几种常见杂环化合物	(190)
一、呋喃及其衍生物	(190)
二、吡咯及其衍生物	(191)
三、嘧啶的衍生物	(191)
四、嘌呤及其衍生物	(191)
五、吲哚及其衍生物	(192)
第四节 生物碱	(193)
一、生物碱的一般性质	(193)
二、生物碱的一般提取方法	(194)
三、常见的生物碱	(194)
第五节 *化学农药	(196)
一、农药的定义	(196)
二、农药的分类	(196)
三、农药的作用与药害	(198)
四、农药的安全使用	(198)
本章小结	(199)
习题	(200)
第十五章 合成高分子化合物	(201)
第一节 合成高分子化合物简介	(202)
一、高分子化合物的概念	(202)

二、高分子化合物的组成	(202)
三、高分子化合物的结构特点	(202)
四、高分子化合物的特性	(204)
第二节 合成材料	(205)
一、塑料	(205)
二、合成纤维	(206)
三、合成橡胶	(207)
本章小结	(209)
习题	(209)
附录 1 常见酸、碱和盐的溶解性表 (20℃)	(210)
附录 2 常见酸溶液的密度和物质的量浓度表 (20℃)	(211)
附录 3 常见碱溶液的密度和物质的量浓度表 (20℃)	(212)
附录 4 常见缓冲溶液的配制	(212)
附录 5 常见基准物质及其干燥条件与应用	(213)
附录 6 常见缓冲溶液的 pH 范围	(214)
附录 7 一些弱酸、碱的标准电离常数	(214)
附录 8 一些化合物的摩尔质量	(215)
元素周期表	(217)

第一章

物质的量和氧化还原反应



本章学习目标

1. 了解微观粒子的数目和宏观物质的量之间的关系；
2. 了解气体摩尔体积、阿伏伽德罗定律，以及有关气体摩尔体积的简单计算；
3. 了解氧化反应、还原反应和氧化还原反应的概念，以及常见的氧化剂和还原剂；
4. 理解溶液物质的量浓度的表示方法，以及化学反应中各物质的量的比例关系和相关计算；
5. 掌握摩尔质量的概念及有关计算，掌握物质的量浓度溶液的配制。

物质之间发生的化学反应，都是由我们肉眼看不到的原子、离子或分子之间按一定的数目关系进行的。在初中阶段，我们所学习的这种数目关系是一种可称量的物质之间的质量关系。而实验室里所用的化学药品，都是可以称量或量取的。因此，原子、离子、分子与可称量的物质之间一定存在着某种联系。科学上就采用“物质的量”这个物理量把一定数目的原子、离子、分子等微观粒子与可称量的物质联系起来。

第一节 物质的量

一、物质的量的单位——摩尔

在日常生活、生产、文化教育和科学研究中，人们常常需要使用不同的物理量和它们的

计量单位来定性或定量地描述一种属性。例如，我们用千米、米等单位描述长度；用年、月、日、小时、分、秒等单位来计量时间；用千克、克等单位来计量质量。当我们要计量原子、分子或离子等微观粒子时，用“物质的量”这个物理量，单位用“摩尔”表示。

资料卡片

表 1-1 七个国际单位制的基本单位

量的名称	单位名称	单位符号	量的名称	单位名称	单位符号
长度	米	m	热力学温度	开 [尔文]	K
质量	千克	kg	物质的量	摩 [尔]	mol
时间	秒	s	发光强度	坎 [德拉]	cd
电流	安 [培]	A			

物质的量实际上表示含有一定数目粒子的集体，用符号“ n ”表示。科学实验测得，在 $0.012\text{ kg}^{12}\text{C}$ ①中所含有的碳原子数约为 6.02×10^{23} ，如果在一定量的粒子集体中所含有的粒子数与 $0.012\text{ kg}^{12}\text{C}$ 中含有的碳原子数相同，我们就说它为**1 摩尔**。摩尔简称摩，符号为 mol。

- 例如， 1 mol N 中约含有 6.02×10^{23} 个 N
 $1\text{ mol H}_2\text{O}$ 中约含有 6.02×10^{23} 个 H_2O
 1 mol OH^- 中约含有 6.02×10^{23} 个 OH^-

我们把 1 mol 任何粒子的粒子数叫做**阿伏伽德罗**②常数，并把它作为一个物理量，用符号 N_A 表示，通常使用 $6.02 \times 10^{23}\text{ mol}^{-1}$ 这个近似值。

物质的量、粒子数（符号为 N ）与阿伏伽德罗常数之间的关系可以表示如下：

$$n = \frac{N}{N_A}$$

从这个式子可以看出，物质的量是粒子数与阿伏伽德罗常数之比，即某一种粒子集体的物质的量就是这个粒子集体中粒子数与阿伏伽德罗常数之比。例如， 3.01×10^{23} 个 H_2 的物质的量为 0.5 mol 。

思考与交流

1 mol Fe 和 1 mol O_2 的质量是否相同？

① ^{12}C 原子是指原子核内有 6 个质子和 6 个中子的碳原子，其质量的 $1/12$ 作为相对原子质量的标准。
② 阿伏伽德罗 (A. Avogadro, 1776~1856)，意大利物理学家。阿伏伽德罗常数为 $6.0221367 \times 10^{23}\text{ mol}^{-1}$ ，在用于计算时，常约化为 $6.02 \times 10^{23}\text{ mol}^{-1}$ 。

粒子集体中粒子既可以是分子、原子、质子或中子,也可以是离子、原子团或电子等。我们在使用摩尔表示物质的量时,应该用化学式指明粒子的种类,如 0.5 mol H , 1 mol O_2 , 2 mol K^+ 等。

二、摩尔质量

1 mol 不同物质中所含的粒子的数目虽然相同,但由于不同粒子的质量不同,因此, 1 mol 不同物质的质量也不同。

我们知道, $1 \text{ mol } ^{12}\text{C}$ 的质量是 0.012 kg , 即 6.02×10^{23} 个 ^{12}C 的质量是 0.012 kg 。根据 1 mol 任何粒子集体中都含有相同数目的粒子这个关系,我们可以推知 1 mol 任何粒子的质量。例如, 1 个 ^{12}C 与 1 个 H 的质量比约为 $12:1$, 由于 $1 \text{ mol } ^{12}\text{C}$ 与 1 mol H 含有的原子数目相同,因此, $1 \text{ mol } ^{12}\text{C}$ 与 1 mol H 的质量比约为 $12:1$ 。而 $1 \text{ mol } ^{12}\text{C}$ 的质量是 12 g , 所以, 1 mol H 的质量就是 1 g 。

同样的,根据上述关系我们可以推知: 1 mol Cu 的质量为 63.5 g , 1 mol N 的质量为 14 g , $1 \text{ mol H}_2\text{O}$ 的质量为 18 g , 1 mol 蔗糖的质量为 342 g , 等等。

对于离子来说,由于电子的质量很小,当原子得到或失去电子变成离子的时候,电子的质量可以略去不计。因此, 1 mol Na^+ 的质量为 23 g , 1 mol Cl^- 的质量为 35.5 g , 1 mol SO_4^{2-} 的质量为 96 g 。

通过上述分析,我们知道,当 1 mol 的任何粒子以克 (g) 为单位表示其质量时,在数值上都等于该粒子的相对原子质量或相对分子质量。我们将单位物质的量的物质所具有的质量叫做摩尔质量。也就是说,物质的摩尔质量是该物质的质量与该物质的摩尔数(即物质的量)之比。摩尔质量的符号为 M , 常用的单位为 g/mol 或 kg/mol , 或表示为 $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$, $\text{kg} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

例如, H 的摩尔质量为 1 g/mol ;

CO_2 的摩尔质量为 44 g/mol ;

Cl^- 的摩尔质量为 35.5 g/mol 。

物质的量(n)、物质的质量(m)和物质的摩尔质量(M)之间存在着下式所表示的关系:

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

当我们知道了上述关系式中的任意两个量时,就可以求出另一个量。

【例题 1-1】 11.7 g NaCl 的物质的量是多少?

我们可以通过 NaCl 的相对分子质量,得知 NaCl 的摩尔质量。然后利用关系式 $n = \frac{m}{M}$ 计算出 11.7 g NaCl 的物质的量。

解: NaCl 的相对分子质量为 58.5 , 摩尔质量为 $58.5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

$$n[\text{NaCl}] = \frac{m[\text{NaCl}]}{M[\text{NaCl}]} = \frac{11.7 \text{ g}}{58.5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.2 \text{ mol}$$

答: 11.7 g NaCl 的物质的量为 0.2 mol 。

【例题 1-2】 $7.4 \text{ g Mg(NO}_3)_2$ 中含有 Mg^{2+} 和 NO_3^- 的物质的量各是多少?

$1 \text{ mol Mg(NO}_3)_2$ 中含有 1 mol Mg^{2+} 和 2 mol NO_3^- , 利用 $n = \frac{m}{M}$ 的关系, 首先计算出 $7.4 \text{ g Mg(NO}_3)_2$ 的物质的量, 然后再计算出 Mg^{2+} 和 NO_3^- 的物质的量。

解: $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ 的相对分子质量为 148, 摩尔质量为 $148 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

$$n(\text{Mg}(\text{NO}_3)_2) = \frac{m(\text{Mg}(\text{NO}_3)_2)}{M(\text{Mg}(\text{NO}_3)_2)} = \frac{7.4 \text{ g}}{148 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.05 \text{ mol}$$

则 Mg^{2+} 的物质的量为 0.05 mol , NO_3^- 的物质的量为 0.1 mol 。

答: $7.4 \text{ g Mg}(\text{NO}_3)_2$ 中含有 0.05 mol Mg^{2+} , 0.1 mol NO_3^- 。

科学视野

气体摩尔体积

在物理课中, 我们学过物质的体积、密度、质量之间的关系。通过前面所学的知识, 我们又可以根据物质的摩尔质量知道 1 mol 物质的质量, 如果此时再知道物质的密度, 就可以计算出 1 mol 物质的体积。例如, 在 20°C 时, 1 mol Fe 的质量为 56 g , 密度为 7.8 g/cm^3 , 则体积为: 7.2 cm^3 。

我们知道, 物质的粒子数目、粒子的大小和粒子之间的距离这三个因素决定了物质的体积的大小。

由于 1 mol 任何物质中的粒子数目都是相同的, 物质的体积大小就主要取决于构成物质的粒子的大小和粒子之间的距离。当粒子之间的距离很小时, 即远远小于粒子的直径的时候, 物质的体积就主要决定于构成物质的粒子的大小; 当粒子之间的距离比较大时, 即远远大于粒子的直径时, 物质的体积就主要决定于粒子之间的距离。

固态物质或液态物质中, 粒子之间的距离是非常小的 (图 1-1)。 1 mol 不同的固态物质或液态物质都含有相同的粒子数, 因此, 1 mol 固态物质或液态物质的体积主要决定于粒子的大小了。不同的固态物质或液态物质的粒子的大小是不相同的, 所以 1 mol 不同的固态物质或液态物质的体积是不相同的。生活经验告诉我们, 气体的体积比固体和液体的更容易压缩。这说明气体分子之间的距离 (一般指平均距离) 要比固体和液体中的粒子之间的距离大得多 (图 1-1)。一般来说, 气体分子的直径约为 0.4 nm , 而分子之间的距离则约为 4 nm , 也就是说分子之间的距离约是分子直径的 10 倍。因此当分子数目相同时, 气体体积的大小主要决定于气体分子之间的距离, 而不是分子本身体积的大小。

温度、压强等外界条件与气体体积的关系非常密切。对于一定质量的气体, 当外界条件发生变化时, 体积也会随之发生变化。例如, 当温度升高时, 气体分子之间的距离增大; 当温度降低时, 气体分子之间的距离减小。当压强增大时, 气体分子之间的距离减小; 而当压强减小时, 气体分子之间的距离就增大。因此, 要比较一定质量的气体的体积, 就必须要在相同的温度和压强下进行才有意义。

当温度为 0°C 、压强为 101 kPa ①时, 我们把这种状况称为标准状况。

在标准状况时, 1 mol H_2 的质量为 2.016 g , H_2 的密度为 0.0899 g/L , 1 mol H_2 的体积约为:

① 准确地讲, 压强应该为 101.325 kPa , 这里近似为 101 kPa 。