

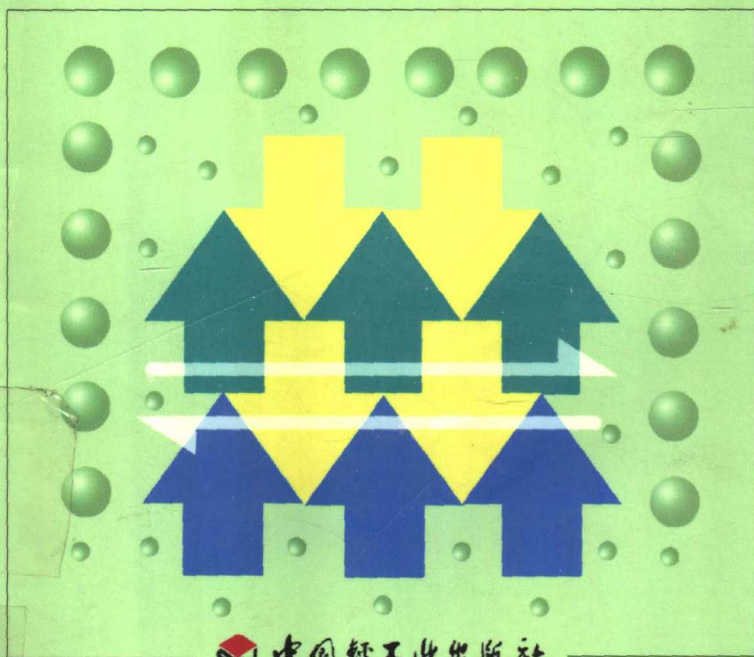
中·等·职·业·教·育·教·材

ZHONGDENG ZHIYE JIAOYU JIAOCAI

化 学

(适用于非化工类专业)

◆ 张晓彬 主编 ◆



中国轻工业出版社

ZHONGGUO QINGGONGYE CHUBANSHE

图书在版编目(CIP)数据

化学/张晓彬主编. —北京: 中国轻工业出版社, 2001. 8

中等职业教育教材

ISBN 7-5019-3278-6

I. 化… II. 张… 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(2001)第 044114 号

责任编辑: 劳国强 责任终审: 滕炎福 封面设计: 崔 云
版式设计: 智苏亚 责任校对: 李 靖 责任监印: 胡 兵

*

出版发行: 中国轻工业出版社(北京东长安街 6 号, 邮编: 100740)

网 址: <http://www.chlip.com.cn>

联系电话: 010—65241695

印 刷: 三河市艺苑印刷厂

经 销: 各地新华书店

版 次: 2001 年 8 月第 1 版 2001 年 8 月第 1 次印刷

开 本: 850×1168 1/32 印张: 6.875

字 数: 190 千字 插页: 1 印数: 1—4000

书 号: ISBN 7-5019-3278-6/TQ·249

定 价: 12.00 元

·如发现图书残缺请直接与我社发行部联系调换·

前 言

《化学》是根据教育部 2000 年 8 月颁发的《中等职业学校化学教学大纲(试行)》编写的,涵盖了大纲中基础模块和加工制造专业模块的全部内容,适用于目前中专、技校、职高等中等职业学校非化工类专业教学。

本教材的特点是:第一,考虑到学制为 3 年或 3~4 年,在确保教学基本要求的基础上,降低理论难度,强调结论,突出实用性,以体现职业教育的特点;第二,注意知识的应用和注重培养学生分析问题、解决问题的能力,提高科学文化素质和环保意识;第三,具有轻工特色。

本教材包括无机化学、有机化学、阅读材料、化学实验四部分。无机化学部分介绍的理论有物质的量、原子结构和元素周期律及化学键、反应速率和化学平衡、电解质溶液、电化学基础等。把原子结构和元素周期律编在同一章,主要是考虑它们在内容上的延续性;元素化学部分的取舍反映典型性和应用性,以点带面。具体元素有卤素和碱金属,硫、氮、硅、铝、铁;有机化学部分主要介绍烃及其衍生物,而对糖、蛋白质、塑料、橡胶、纤维等常见的有机物只简要介绍其性质、用途;各章所附带的阅读材料,通过介绍化学领域的科技新成果以及化学与社会、生活、生产的广泛联系,拓展学生的知识面,培养他们关心社会、关心自然的情感和责任。

本教材由福建省集美轻工业学校张晓彬担任主编,并编写了第一、二、七章;由天津市第一轻工业学校张芳编写第四、五、六、八章;内蒙古轻工业学校的刘青山编写第三、九章;武汉市第一轻工业学校李湘玲编写第十、十一、十二章,集美轻工业学校高级讲师林式惠担任主审。

教材中(包括习题、实验)打“*”部分为选学、选做内容。

本教材主要参考了高中课本《化学》,中专工科化学教材编写组的

《化学》,董敬芳主编的《无机化学》,以及《化学教育》上的部分文章。在此一并致谢。由于编者水平有限,加之编写时间仓促,难免有疏漏和不妥之处,敬请同行和读者批评指正。

编 者

目 录

第一章 绪论	1
第一节 化学研究的对象和内容	1
第二节 化学的发展	1
第三节 学习方法和要求	3
阅读材料 绿色化学	3
第二章 物质的量及计算	5
第一节 摩尔	5
第二节 气体摩尔体积	8
第三节 物质的量浓度	10
第四节 根据化学方程式的计算	13
第五节 热化学方程式	15
阅读材料 白色污染	16
本章要点	17
习题	19
第三章 原子结构、元素周期律和化学键	22
第一节 原子的组成 同位素	22
第二节 元素周期律	24
第三节 元素周期表及应用	28
第四节 化学键	32
阅读材料 稀有气体简介	35
本章要点	36
习题	38
第四章 卤素和碱金属	40
第一节 氧化还原反应	40
第二节 卤素	42

第三节 碱金属	47
第四节 硬水的软化	51
阅读材料 智慧元素——碘	53
本章要点	54
习题	55
第五章 化学反应速率和化学平衡	57
第一节 化学反应速率	57
第二节 化学平衡	59
第三节 化学平衡的移动	60
阅读材料 海洋化学资源的开发与利用	63
本章要点	64
习题	65
第六章 电解质溶液	67
第一节 弱电解质的电离	67
第二节 离子反应	70
第三节 水的电离和溶液的 pH 值	72
第四节 盐的水解	74
阅读材料 稀土元素	77
本章要点	78
习题	79
第七章 电化学基础	81
第一节 原电池和电极电位	81
第二节 金属腐蚀及防腐	83
第三节 电解及其应用	86
阅读材料 未来新电源——燃料电池	89
本章要点	90
习题	92
第八章 硫、氮、硅	94
第一节 硫及其化合物	94
第二节 氮及其化合物	99

第三节 硅及其化合物	104
阅读材料 超导材料	107
本章要点	109
习题	110
第九章 铝 铁	112
第一节 金属通论	112
第二节 铝及其化合物	113
第三节 铁及其化合物	116
第四节 金属材料(合金)	119
阅读材料 金属元素与人体健康	120
阅读材料 合金钢的维生素——钒	122
本章要点	124
习题	125
第十章 烃	127
第一节 有机化合物概述	127
第二节 甲烷	128
第三节 烷烃	132
第四节 乙烯 烯烃	136
第五节 乙炔 炔烃	140
第六节 苯 芳香烃	143
阅读材料 化学致癌物	145
阅读材料 煤的干馏 石油	147
本章要点	150
习题	150
第十一章 烃的衍生物	152
第一节 乙醇	152
第二节 乙醛	154
第三节 乙酸	156
第四节 其它衍生物简介	157
阅读材料 肥皂 合成洗涤剂	159

本章要点·····	161
习题·····	162
第十二章 糖 蛋白质 高分子化合物 ·····	164
第一节 糖·····	164
第二节 蛋白质·····	167
第三节 高分子化合物·····	169
第四节 高分子合成材料简介·····	170
阅读材料 营养与膳食平衡·····	173
本章要点·····	175
习题·····	176

化学实验

实验须知·····	177
实验一 化学实验基本操作及溶液的配制·····	184
*实验二 同周期、同主族元素性质的比较·····	186
实验三 卤素和碱金属·····	187
实验四 化学反应速率和化学平衡·····	189
实验五 电解质溶液·····	191
实验六 原电池和电化腐蚀·····	193
*实验七 电解 金属防腐·····	194
实验八 硫、氮及其化合物·····	195
实验九 铝、铁及其化合物的性质·····	197
实验十 甲烷、乙烯的制取和性质·····	199
实验十一 乙醇、乙醛和乙酸的性质·····	200
*实验十二 胶粘剂的配制和使用·····	202
*实验十三 趣味实验·····	203
附录 I 国际单位制·····	206
附录 II 酸、碱、盐的溶解性表(293K)·····	207
附录 III 标准电极电位表(291~298K)·····	208

第一章 绪 论

第一节 化学研究的对象和内容

我们的世界是由物质组成的,而物质世界总是处在不断的运动之中。从庞大的星系到肉眼看不见的分子、原子、离子等微观粒子,都以不同的运动形式存在着。自然科学是以客观存在的物质世界作为研究对象,而以其运动作为研究内容的。不同的科学在不同的物质层次、不同的范围内研究物质及其运动。作为自然科学的基础学科之一的化学,是研究物质及其化学变化的科学。

由于物质的化学变化是基于物质的化学性质,而化学性质又与物质的组成和结构密切相关。所以可以认为化学是一门研究物质的组成、结构、性质、变化及变化规律的科学。

人类的生存和社会的发展需要以物质为基础,自然界中的物质有些可直接利用,但更多的则需要通过化学的方法,才能成为有用的物质。如冶炼矿石获取大量金属,提取自然界中的物质,合成自然界中没有而人类社会发展所需要的许许多多新物质。所以化学研究的目的在于通过认识物质化学变化规律,将这些规律运用、指导实际生产,以便从丰富、廉价的自然资源之中提取有用物质和制备人工产品,以满足人类社会发展的需要,造福人类。

第二节 化学的发展

一、发展简史

和其他的科学一样,化学是人类生产活动的产物,它的发展经历了一个漫长的过程。

学会用火是人类的一个重大的进步,火是人类在化学上的第一个

发明,那时人类社会还处在以石器进行狩猎的原始社会中。

当世界进入奴隶社会,这时的化学的发展进入以实用化学工艺为特点的“实用时期”。在这期间,金属冶炼、制造玻璃、烧制陶器、提取染料等工艺相继出现。我国在公元前一世纪发明了造纸术。

炼丹和炼金术是古代化学的特色,在化学发展过程中历时一千多年的炼丹、炼金时期,使化学步入歧途。但我国的炼丹家也创立了蒸馏、升华、热分解、置换等实验技术和仪器装置,累积了许多的化学知识。

16 世纪初,开始了资本主义工业的发展,这时的化学,向着医药化学方面发展,重新步入了正途,从而使化学在实践过程中获得了发展的推动力。

我国明代医药化学家、医生李时珍的巨著《本草纲目》就是在这一时期完成的。

由于欧洲的产业革命,冶金工业有了很大发展。这时化学家的注意力投向了燃烧反应。出现了有名的“燃素学说”:任何能燃烧的物质中均含有一种特殊的物质——燃素。当物质燃烧时,该物质就会失去燃素。但越来越多的事实用燃素学说无法进行解释。所以 1774 年的氧化理论的出现推翻了燃素学说,开始了近代化学的建立。

19 世纪是近代基本理论的奠基时期。1803 年提出的原子学说,后经补充 1840 年发展成原子-分子学说。1869 年建立的元素周期规律和周期系,这些都是化学发展史上的里程碑。

19 世纪末 X 射线、放射性和电子的三项重大发现,揭示了原子和原子核的内部结构,使物质结构理论向前迈出了一大步。原子结构和分子结构学说的出现,使化学进入了现代化学的发展时期。

二、化学的分支

由于化学研究工作多方面的发展,研究领域相当广泛,其内容越来越丰富,有必要进一步专业化。化学最早被分为二个分支学科:无机化学和有机化学。后来又被划分为四个分支学科:无机化学、有机化学、分析化学、物理化学。

现在由于不同学科领域的互相渗透,化学又进一步划分出许多的分支学科。例如:环境化学、生物化学、地球化学、高分子化学、细胞化学、分子遗传学、化学仿生学等等。

第三节 学习方法和要求

本课程是在初中化学知识的基础上,进一步学习化学的基本理论、基本知识,掌握化学反应的一般规律和基本化学计算方法;培养、锻炼学生的实际能力,提高素质;培养学生爱护环境、关心社会的责任。

学习基本理论时,注意理论联系实际,逐步学会运用所学理论去解释、分析、解决问题。学习具体元素时,以性质为中心,导出存在、制法、用途等内容的学习。重视化学实验,掌握化学实验基本操作技能,提高动手能力,培养独立思考、运用知识、解决问题的能力和团结协作的精神。

阅读材料 绿色化学

人类的生存,社会的发展,都与化学有着密不可分的关系。化学的研究成果和化学知识的应用,创造了无数新产品进入普通百姓的生活,让我们在衣食住行等各个方面充分感受化学带来的好处。但另一方面,随着化学品的大量生产和广泛应用,人类原本洁净平和的环境逐步遭受破坏:污水、烟尘、废渣、废电池、废塑料……这不仅威胁人们的健康,也危害我们生存的地球。

随着人们环境保护意识的增强,世界各国尤其是发达国家对化学污染的防治日益重视也取得了很大的成绩。例如发明新的化学方法处理废弃物,治理危险污染点,对温室效应、汽车尾气、酸雨、高毒农药的控制、治理等等。但这些方法都还是以治理为主。为了真正在技术上、经济上解决这个由于生产和使用化学品所造成的对环境和人类健康的负作用,需要有新的思路理念、政策、计划、程序和基础设施。美国国会在1990年通过了“污染预防法案”,明确提出了预防污染这一新的概

念。“杜绝污染源”代表了这个新概念的最终目标。法案的出现进一步明确了化学界预防污染,保护环境的发展方向,绿色化学由此诞生。

绿色化学是设计研究没有或只有尽可能小的环境负作用的、并在技术上、经济上可行的化学品和化学过程。它是实现污染预防的基本和重要的科学手段。绿色化学包括多种化学领域,如合成、催化、工艺、分离和分析监测。以往采用的各种方法处理废弃物,治理污染点等,仅是污染控制,不是预防,所以不属于绿色化学。另外通过工程革新、管理改进来实现污染预防,亦不属于绿色化学,因它们不是化学,绿色化学是用化学方法去预防污染。

绿色化学的研究内容可分成四个方面:设计或重新设计对人类健康和环境更安全的化合物;研究、变换基本原料和起始化合物;研究新的合成转换反应和新试剂;研究反应条件。

己二酸是生尼龙的原料,以前一直是用苯为起始物制备的,制备过程中还会产生破坏臭氧层的氮氧化物。后来,以生物合成技术获得的微生物作催化剂,用葡萄糖为起始物就可成功地合成己二酸。这个新技术去除了大量有毒、有致癌作用的苯,在技术上、经济上也完全可行,是绿色化学的一个范例。

绿色化学,有着重大的社会、环境效益。这一预防污染的新理念正日益被认识、接受和重视。实现绿色化学的目标,最终杜绝化学污染源。这在技术上、经济上都十分困难,需要人们不懈地努力和坚定的信念,这也是生活在地球上的人们义不容辞的责任。

第二章 物质的量及计算

第一节 摩 尔

这是我们在初中学过的一个反应：



微粒数比： 1 : 1 : 1 : 1

质量比： 80g : 2g : 64g : 18g

物质间的反应是按一定个数的微观粒子(分子、原子、离子等)进行的。由于微观粒子太小,无法触摸也极难称量。所以实际上反应总是以可称量的物质来进行的。如上述反应,40g 的 CuO 被 1g 的 H₂ 还原后,就得到 32g 的 Cu。

那么如何来建立微观粒子和宏观物质间的相互联系呢? 科学上用一物理量来描述,这个物理量叫“物质的量”。同大家所熟悉的长度、质量、时间等物理量一样,“物质的量”也是国际单位制(即 SI 制)中的一个基本物理量。

其它的物理量都有各自的单位,例如“米”是长度的单位,“千克”则为质量的单位。那“物质的量”的单位是什么呢? 国际单位制中规定其单位名称为“摩尔”,符号“mol”,中文简称“摩”。

一、摩 尔

物质的量是用来表示物质的微观粒子数目的物理量,摩尔是物质的量的单位。1mol 物质中到底有多少个微观粒子? 国际单位制规定: 1mol 物质所含的微观粒子的数目与 0.012kg 碳-12 的原子数目相等。0.012kg 碳-12 的原子数目为阿伏加德罗常数,该常数用符号 N_A 表示。使用时一般取 $6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ 这个近似数值。

也就是说,当物质所含的微粒数目约为 6.02×10^{23} 时,该物质的物质的量即为 1 摩尔。使用摩尔时,应指明微粒的名称,它可以是原子、分子、离子、电子以及其它粒子,或是这些粒子的特定组合体。

由上述讨论可知,物质的量(n)、物质的微粒数(N)与阿伏加德罗常数(N_A)三者间的关系为:

$$\text{物质的量} = \frac{\text{物质的微粒数}}{\text{阿伏加德罗常数}}$$

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

6.02×10^{23} 个碳原子就是 1mol 碳原子;

3.01×10^{23} 个水分子就是 0.5mol 水分子;

2mol 硫酸根离子就是 1.20×10^{24} 个硫酸根离子。

二、摩 尔 质 量

1mol 物质的质量就是摩尔质量,也就是 6.02×10^{23} 个微观粒子的质量之和。其符号 M ,单位 $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$,使用时也应指明微粒的名称。例如氧分子的摩尔质量表示为 $M(\text{O}_2)$ 。

根据摩尔的定义,1mol 碳-12 的质量为 12g。一个 C 原子与一个 H 原子的质量比是 12:1,那么 1mol C 原子和 1mol H 原子的质量比仍然是 12:1。因而 1mol 的 H 原子的质量为 1g。由此可知,任何元素原子的摩尔质量在数值上等于其相对原子质量,单位 $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。任何分子的摩尔质量,在数值上等于其相对分子质量,单位 $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

氧原子的摩尔质量 $M(\text{O}) = 16 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

氧分子的摩尔质量 $M(\text{O}_2) = 32 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

氯离子的摩尔质量 $M(\text{Cl}^-) = 35.5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

思考题:下列说法是否正确:(1) H_2O 的摩尔质量是 18; (2) H_2O 的摩尔质量是 18g; (3)1mol H_2O 的质量是 18g。

三、关于物质的量的计算

物质的量(n)、物质的质量(m)与物质的摩尔质量(M)间的关

系为:

$$\text{物质的量} = \frac{\text{物质的质量}}{\text{摩尔质量}}$$

$$n(\text{mol}) = \frac{m(\text{g})}{M(\text{g} \cdot \text{mol}^{-1})}$$

例1 (1) 4.0g 氢氧化钠的物质的量是多少? (2) 所含的氢氧化钠分子的数目是多少? (3) 所电离出的钠离子的数目是多少?

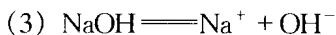
分析: (1) 已知 m , 求 n ; (2) 已知 n , 求 N ; (3) 已知 n , 求 N ;

解: (1) $M(\text{NaOH}) = 40 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

$$n(\text{NaOH}) = \frac{m(\text{NaOH})}{M(\text{NaOH})} = \frac{4.0 \text{ g}}{40 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.1 \text{ mol}$$

$$(2) n = \frac{N}{N_A}$$

$$\begin{aligned} N(\text{NaOH}) &= n(\text{NaOH}) \cdot N_A = 0.1 \text{ mol} \times 6.02 \\ &\quad \times 10^{23} \text{ mol}^{-1} \\ &= 6.02 \times 10^{22} \end{aligned}$$



1mol NaOH 能电离出 1mol Na^+ 及 1mol OH^-

$$n(\text{Na}^+) = n(\text{NaOH})$$

$$\begin{aligned} N(\text{Na}^+) &= n(\text{Na}^+) \cdot N_A = 0.1 \text{ mol} \times 6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1} \\ &= 6.02 \times 10^{22} \end{aligned}$$

答: 4.0g 氢氧化钠的物质的量为 0.1mol; 氢氧化钠的分子数目为 6.02×10^{22} ; 所电离出的钠离子的数目为 6.02×10^{22} 。

例2 (1) $0.5N_A$ 个水分子的物质的量是多少? (2) 这些水的质量是多少? (3) 其中氢原子的数目是多少?

分析: 已知 N , 求 n ; 已知 n , 求 m ; 已知 n , 求 N 。

解: (1) $N(\text{H}_2\text{O}) = 0.5N_A$

$$n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{N(\text{H}_2\text{O})}{N_A} = \frac{0.5N_A}{N_A} = 0.5 \text{ mol}$$

$$(2) \quad n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{m(\text{H}_2\text{O})}{M(\text{H}_2\text{O})}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = n(\text{H}_2\text{O}) \cdot M(\text{H}_2\text{O}) = 0.5 \text{ mol} \times 18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 9.0 \text{ g}$$

(3) 1mol 水中含 2mol 氢原子和 1mol 氧原子

$$n(\text{H}) = 0.5 \text{ mol} \times 2 = 1.0 \text{ mol}$$

$$N(\text{H}) = n(\text{H}) \cdot N_{\text{A}} = 1.0 \text{ mol} \times 6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1} = 6.02 \times 10^{23}$$

答: $0.5 N_{\text{A}}$ 个水分子的物质的量为 0.5mol; 这些水的质量为 9.0g; 其中氢原子的数目是 6.02×10^{23} 。

第二节 气体摩尔体积

在通常的压力和温度条件下, 物质主要呈现气态、液态或固态。对于固体或液体来说, 经实验测定, 1 摩尔各种物质的体积各不相同。

图 2-1 为 1mol 不同的金属的体积比较 (293K)。

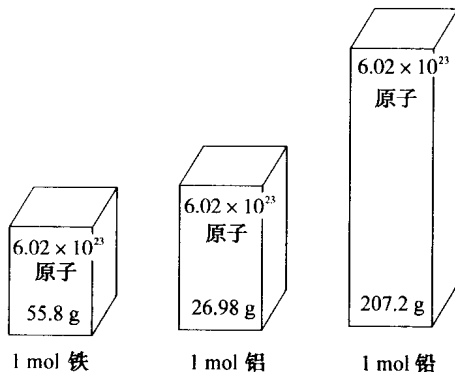


图 2-1 1mol 的几种金属

那么对于气体来说, 1mol 不同的气体的体积是否相同呢? 温度和压力是影响气体体积的重要因素, 所以比较气体的体积就应在相同的条件(同温同压)下进行。

一、气体摩尔体积

例3 已知在温度为 273K, 压力为 100kPa 时, 氧气的密度是 $1.429\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$, 氮气的密度是 $1.25\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 。求 1mol 的氧气和 1mol 氮气的体积。

分析: 已知 ρ 、 m , 求 V 。

解: $n(\text{O}_2) = 1\text{mol}$

即 $m(\text{O}_2) = n(\text{O}_2) \cdot M(\text{O}_2) = 1\text{mol} \times 32\text{g}\cdot\text{mol}^{-1} = 32\text{g}$

$\rho(\text{O}_2) = 1.429\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$

$$V(\text{O}_2) = \frac{m(\text{O}_2)}{\rho(\text{O}_2)} = \frac{32\text{g}}{1.429\text{g}\cdot\text{L}^{-1}} = 22.4\text{L}$$

$$\text{同理: } V(\text{N}_2) = \frac{m(\text{N}_2)}{\rho(\text{N}_2)} = \frac{28\text{g}}{1.25\text{g}\cdot\text{L}^{-1}} = 22.4\text{L}$$

答: 在温度为 273K, 压力为 100kPa 时, 1mol 的氧气, 1mol 氮气的体积都约为 22.4L。

从上面的例题及大量实验都证明: 在标准状况下 (即温度为 273K, 压力为 100kPa 的状况), 1 摩尔的任何气体所占据的体积均约为 22.4L, 这个体积称为气体摩尔体积, 通常用符号 V_m 表示, 单位 $\text{L}\cdot\text{mol}^{-1}$ 。

例4 (1) 11g 的 CO_2 的物质的量是多少? (2) 在标准状况下, 这些 CO_2 所占的体积的是多少? (3) 所含的 CO_2 分子的数目是多少? 其中氧原子的数目是多少?

分析: (1) 已知 m , 求 n ; (2) 已知 n , 求 V ; (3) 已知 n , 求 N 。

$$\text{解: (1) } n(\text{CO}_2) = \frac{m(\text{CO}_2)}{M(\text{CO}_2)} = \frac{11\text{g}}{44\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}} = 0.25\text{mol}$$

$$\begin{aligned} \text{(2) } V(\text{CO}_2) &= n(\text{CO}_2) \cdot V_m = 0.25\text{mol} \times 22.4\text{L}\cdot\text{mol}^{-1} \\ &= 0.25\text{mol} \times 22.4\text{L}\cdot\text{mol}^{-1} = 5.6\text{L} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{(3) } N(\text{CO}_2) &= n(\text{CO}_2) \cdot N_A = 0.25\text{mol} \times 6.02 \times 10^{23}\text{mol}^{-1} \\ &= 1.5 \times 10^{23} \end{aligned}$$