

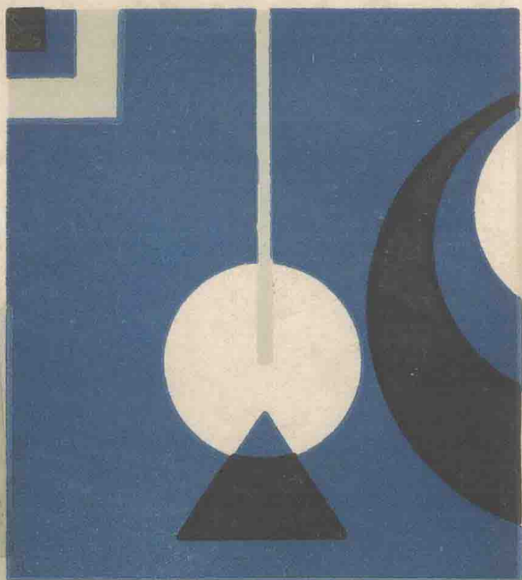


中等职业学校教材

化 学 全一册

湖南省中等职业教育教材编审委员会编审

湖南科学技术出版社



中等职业技术学校教材

化 学

全一册

主 编：周进徐

主 审：杨惠仙

副主审：王增盛

湖南科学技术出版社

中等职业学校教材
化 学 (全一册)

编 审：湖南省中等职业教育教材编审委员会
责任编辑：彭陈唐

出版发行：湖南科学技术出版社

社 址：长沙市展览馆路3号

印 刷：湖南省汨罗市印刷厂

(印装质量问题请直接与本厂联系)

厂 址：汨罗市建设路68号

邮 码：414400

经 销：湖南省新华书店

出版日期：1995年10月新1版第1次

开 本：787×1092毫米 1/32

印 张：9.5

字 数：230000

印 数：1—5040

ISBN7-5357-1936-8/G·110 (课)

定 价：6.40元

(湘) 新登字 004 号

前 言

为了搞好中等职业技术教育系列教材的建设，我们在组织编写职业中专和职业高中专业课教材的同时，从1989年开始，组织部分高等学校、科研单位和普通中专、职业中专、职业高中有关专家、教授、教师，编写了这套文化课教材，主要供职业中专、职业高中和电视中专学校学生使用。其中语文、数学为各专业通用，物理、化学为工、农、医等相关专业使用。

根据国家教委有关文件精神，对本套教材的编写，我们力求按照中等职业技术学校的培养目标和我省社会经济发展的客观需要，力求体现中等职业技术学校的教学特点，确定了完成打基础和服务专业课教学双重任务的编写方针。与普通高中现行教材相比，在知识体系上，教材的内容和深浅程度不是简单增加和压缩，而是按照“高高低低”的原则，既基本保持教材的知识系统性，又根据专业教学需要，注重了教材的专业适应性。对专业教学必需而普通高中教材没有的内容作了补充，在这些方面，一般高于普通高中要求；对于与专业教学不相关的内容作了调整，在这些方面，一般低于普通高中要求。为了满足少数专业教学的需要，教材还安排了部分选修内容（用“*”表示）。

我省编写这套文化课教材还缺乏经验，不足之处在所难免。望有关专家和广大师生在使用中提出修改意见，使之更加完善。

湖南省中等职业技术教育
教材编审委员会

1991年2月

目 录

第一章 物质的量	(1)
第一节 物质的量的单位—摩尔	(1)
第二节 气体摩尔体积	(6)
第三节 摩尔浓度	(10)
内容提要	(15)
第二章 卤素和碱金属	(18)
第一节 氯气	(18)
第二节 氯化氢和盐酸	(23)
第三节 卤族元素	(26)
第四节 碱金属	(35)
第五节 氧化—还原反应	(42)
内容提要	(47)
第三章 物质结构 元素周期律	(50)
第一节 原子的组成	(50)
第二节 元素周期律	(53)
第三节 元素周期表	(58)
第四节 离子键	(67)
第五节 共价键	(70)
第六节 非极性分子和极性分子	(75)
第七节 分子间作用力	(78)
内容提要	(79)
第四章 硫 氮 磷 硅	(83)
第一节 硫及其化合物	(83)
第二节 氮和氮的化合物	(93)
第三节 磷及其化合物	(101)

* 第四节	硅	(104)
> 第五节	胶体	(109)
* 第六节	环境保护	(114)
	内容提要	(116)
第五章	电解质溶液	(120)
第一节	弱电解质的电离平衡	(120)
第二节	离子反应 离子方程式	(125)
第三节	水的电离和溶液的 PH 值	(129)
* 第四节	酸碱中和滴定	(133)
第五节	盐类的水解	(135)
* 第六节	原电池 金属的腐蚀和防护	(138)
* 第七节	电解和电镀	(142)
	内容提要	(147)
第六章	镁 铝 铁	(151)
* 第一节	金属键	(151)
第二节	镁和铝	(152)
* 第三节	硬水及其软化	(157)
第四节	铁	(160)
	内容提要	(165)
第七章	烃	(168)
第一节	有机化合物概念	(168)
第二节	烷烃	(169)
第三节	烯烃	(180)
第四节	炔烃	(187)
* 第五节	芳香烃	(191)
* 第六节	石油和煤	(196)
	内容提要	(201)
第八章	烃的衍生物	(205)

第一节	醇酚	(205)
第二节	醛	(213)
第三节	羧酸	(217)
第四节	酯和油脂	(221)
	内容提要	(228)
* 第九章	糖类	(232)
第一节	糖类的概念和分类	(232)
第二节	单糖	(234)
第三节	二糖	(237)
第四节	多糖	(238)
	内容提要	(242)
* 第十章	蛋白质 核酸	(244)
第一节	氨基酸	(244)
第二节	蛋白质	(247)
第三节	核酸	(251)
	内容提要	(253)
* 第十一章	合成高分子化合物	(256)
第一节	概述	(256)
第二节	高聚物的合成方法	(259)
第三节	合成材料	(262)
	内容提要	(268)
学生实验		(270)
实验一	配制摩尔浓度的溶液	(270)
实验二	卤素和碱金属	(271)
实验三	硫酸的性质 硫酸根离子的检验	(273)
实验四	氨的制取和性质	(275)
实验五	硝酸的性质	(276)
实验六	电解质溶液	(278)

实验七	酸碱中和滴定	(279)
实验八	铝和氢氧化铝的性质 铁离子的检验	(281)
实验九	乙炔的性质和甲苯的氧化	(283)
实验十	乙醇和苯酚的性质	(284)
实验十一	乙醛的性质	(285)
实验十二	乙酸的性质	(286)
实验十三	糖的性质	(287)
实验十四	蛋白质的性质	(289)
附录 I	《化学》教学课时分配表	(291)
附录 II	酸、碱和盐的溶解度表	(292)
附录 III	元素周期表	(插页)
后记		(293)

第一章 物质的量

物质的量的单位是摩尔(mol),它是国际单位制(SI制)的一种基本单位。在化学中,使用摩尔这个单位能够把物质的微粒数与物质的质量、气体的体积、溶液的浓度等联系起来,还能给化学计算带来很大的方便。因此,对化学这门课来说,学习和掌握摩尔这个单位是很重要的。

第一节 物质的量的单位——摩尔

一、摩尔

化学方程式既反映物质在化学反应过程中质的变化,也反映物质在化学反应过程中量的关系。例如,



从上述两个化学方程式可以看出:每一个碳原子和一个氧分子反应时,生成一个二氧化碳分子,每两个氢分子和一个氧分子反应时,生成两个水分子。

但是,在实验室,如果只取一个或几个物质的微粒来进行上述反应,显然是难以做到的,因为一个或几个物质的微粒不但难以称量,也无法用肉眼观察反应进行的情况。无论是在实验室或工业生产中,要实现某一化学反应时,取用的物质必须是看得见的,可以称量的,并且各物质参加反应时,又必须按照一定的微粒数比来进行。所以,在科学上很需要建立这样一

个计量单位，通过它把物质的微粒数与可称取的量联系起来。

科学上，把含有特定数目的微粒集体作为单位来表示物质的量。这个特定数目的微粒集体是用0.012千克(kg) 碳-12来衡量(碳-12就是原子核里有6个质子和6个中子的碳原子)，并以它来衡量其它物质的量。

摩尔(mol) 是表示物质的量的单位。某物质如果所包括的微粒数和0.012千克碳-12的原子数目相等，这种物质的量就是1摩尔。物质的微粒可以是原子、分子、离子、电子及其它粒子，或是这些粒子的特定组合。

根据实验测定，0.012千克碳-12中含有的碳原子数就是阿佛加德罗^① 常数。现在已经测出阿佛加德罗常数比较精确的数值。本书中采用 6.02×10^{23} 这个非常近似的数值。

由摩尔的定义可知：

1摩尔的碳原子含有 6.02×10^{23} 个碳原子；

1摩尔的氢原子含有 6.02×10^{23} 个氢原子；

1摩尔的氧分子含有 6.02×10^{23} 个氧分子；

1摩尔的二氧化碳分子含有 6.02×10^{23} 个二氧化碳分子；

1摩尔的氢离子含有 6.02×10^{23} 个氢离子；

1摩尔的氢氧根离子(OH^-)含有 6.02×10^{23} 个氢氧根离子。

综上所述可知，1摩尔物质都含有 6.02×10^{23} 个微粒，并可推知：凡物质的量相同的各种物质所含的微粒数都相同。

在科学实验或工农业生产中，当我们要知道物质的量是多少摩尔时，主要是采用准确称量的方法。因此，必须知道1摩尔任何物质的质量是多少克。实验测得1摩尔碳-12的质量是12克，由此我们可以推算1摩尔任何物质的质量。

① 阿佛加德罗 (Avogadro 1776~1856)，意大利物理学家。

首先,我们来推算1摩尔各种原子的质量。在初中我们已学习过,一种元素的原子量是以碳-12质量的 $1/12$ 作为标准,其它元素原子的质量跟它相比较所得的数值,如氧的原子量是16,氢的原子量是1,铜的原子量是63.55,等等。1个碳原子和1个氧原子的质量比是 $12:16$,1摩尔碳原子和1摩尔氧原子所含的原子数相同,都是 6.02×10^{23} 个,所以,1摩尔碳原子和1摩尔氧原子的质量比也是 $12:16$,1摩尔碳原子的质量为12克,那么1摩尔氧原子的质量就是16克。同理,1摩尔任何原子的质量就是以克为单位,数值上等于该种原子的原子量。单位为克/摩尔(g/mol)。

由此我们可以直接推知:

氢的原子量是1,1摩尔氢原子的质量是1克;

硫的原子量是32,1摩尔硫原子的质量是32克;

铜的原子量是63.55,1摩尔铜原子的质量是63.55克。

其次,我们用摩尔来衡量双原子分子或多原子分子构成的各种物质时,同理可以推知,1摩尔任何分子的质量,就是以克为单位,数值上等于该种分子的分子量。

氢气的分子量是2,1摩尔氢气的质量是2克;

氯化氢的分子量是36.5,1摩尔氯化氢的质量是36.5克;

水的分子量是18,1摩尔水的质量是18克。

最后,我们可以推算出1摩尔任何离子的质量,由于电子的质量过于微小,失去或得到电子的质量可以略去不计。由此可以得知:

1摩尔氢离子(H^+)的质量是1克;

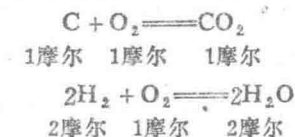
1摩尔氢氧根离子(OH^-)的质量是17克;

1摩尔氯离子(Cl^-)的质量是35.5克。

总之,摩尔象一座桥梁把单个的、肉眼看不见的微粒跟很

大数量的微粒集体、可称量的物质之间联系起来了。

把物质的量的单位摩尔引入化学中，给化学上的计算带来很大的方便。因此，在化学方程式中，反应物与生成物前面的系数除了可理解为原子、分子的数目之比外，还可把它们理解为摩尔数目之比。例如，



二、关于摩尔质量的计算

通常把1摩尔物质的质量叫做该物质的摩尔质量，摩尔质量的单位是克/摩尔(g/mol)。物质的量、物质的质量和摩尔质量之间的关系可以用下式表示：

$$\text{物质的量 (mol)} = \frac{\text{物质的质量(g)}}{\text{摩尔质量(g/mol)}}$$

【例题1】 9克水是多少摩尔？其中含有多少个水分子？

解：水的分子量是18，它的摩尔质量是18克/摩尔。

$$\frac{9\text{克}}{18\text{克/摩尔}} = 0.5\text{摩尔}$$

1摩尔水里含有 6.02×10^{23} 个水分子。

$$6.02 \times 10^{23} / \text{摩尔} \times 0.5\text{摩尔} = 3.01 \times 10^{23}$$

答：9克水相当于0.5摩尔的水，其中含有 3.01×10^{23} 个水分子。

【例题2】 2.5摩尔铜原子的质量是多少克？

解：铜的原子量是63.55，铜的摩尔质量是63.55克/摩尔。

$$63.55\text{克/摩尔} \times 2.5\text{摩尔} = 158.9\text{克}$$

答：2.5摩尔铜原子的质量为158.9克。

【例题3】 多少克二氧化碳与49克硫酸含有相同的分子数？

解：二氧化碳的分子量是44，它的摩尔质量是44克/摩尔。硫酸的分子量是98，它的摩尔质量是98克/摩尔。设二氧化碳的质量为 x 克。因为物质的量相同的任何物质所含的分子数相同，所以有如下等式：

$$\frac{x \text{ 克}}{44 \text{ 克/摩尔}} = \frac{49 \text{ 克}}{98 \text{ 克/摩尔}}$$

$$x = \frac{49 \text{ 克} \times 44 \text{ 克/摩尔}}{98 \text{ 克/摩尔}} = 22 \text{ 克}$$

答：22克二氧化碳与49克硫酸含有相同的分子数。

【例题4】中和0.2摩尔的氢氧化钠，需要多少克硫酸？

解：设中和0.2摩尔氢氧化钠需要 x 摩尔硫酸。



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

$$0.2\text{mol} \quad x\text{mol}$$

$$2:1 = 0.2:x$$

$$x = \frac{1 \times 0.2}{2} = 0.1(\text{mol})$$

硫酸的分子量是98，它的摩尔质量是98克/摩尔。

$$98 \text{ 克/摩尔} \times 0.1 \text{ 摩尔} = 9.8 \text{ 克}$$

答：中和0.2摩尔氢氧化钠需要硫酸9.8克。

习 题

1. 8克氧原子是多少摩尔？8克氧气是多少摩尔？

2. 计算1摩尔下列物质的质量。

(1) 氮原子、镁原子、磷原子。

(2) 硝酸铵、硫酸铝、磷酸钙 $[\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2]$ 。

3. 计算下列物质的量各等于多少摩尔？

(1) 1千克硫原子，0.5千克铝原子，0.25千克锌原子。

(2) 22克二氧化碳, 32克二氧化硫。

(3) 500克氯化钠。

4. 一氧化碳和二氧化碳各1克, 问哪种物质所含的分子数较多?

5. 计算下列物质的质量。

(1) 0.2摩尔硫酸, 0.4摩尔磷酸。

(2) 1.5摩尔三氧化二铁, 3摩尔碳酸钙。

(3) 2摩尔氢氧根离子, 5摩尔硫酸根离子。

6. 多少克的尿素 $[\text{CO}(\text{NH}_2)_2]$ 与72克水所含的分子数相同?

第二节 气体摩尔体积

一、气体摩尔体积

在工农业生产和实验室里, 用气体进行反应时, 通常用气体的体积来计量。气体的体积与温度、压强有关, 一定质量气体的体积, 随温度的升高而增大, 随压强的增大而减小。因此, 用气体的体积表示气体的量时, 必须同时指明气体的温度和压强。通常规定温度为 0°C , 压强为 101.325kPa (千帕)^①为标准状况。

实验测得, 在标准状况下, 体积相同而种类不同的气体, 质量是不同的。例如, 在标准状况下, 1升(L) 氢气的质量是0.0899克; 1升氧气的质量是1.429克; 1升二氧化碳的质量是1.977克。利用这三个数据和氢气、氧气、二氧化碳的摩尔质量, 可以分别算出在标准状况时1摩尔上述三种气体所占的体积。

^① 国际单位制中压强的单位是帕斯卡, 简称帕, 单位符号是Pa。 $1\text{kPa} = 1000\text{Pa}$, $1\text{标准大气压} = 101.325\text{kPa} = 1.01325 \times 10^5\text{Pa}$ 。

$$1\text{摩尔氢气的体积} = \frac{2.016\text{克}}{0.0899\text{克/升}} = 22.4\text{升}$$

$$1\text{摩尔氧气的体积} = \frac{32.00\text{克}}{1.429\text{克/升}} = 22.4\text{升}$$

$$1\text{摩尔二氧化碳的体积} = \frac{44.01\text{克}}{1.977\text{克/升}} = 22.3\text{升}$$

从上面计算可知，在标准状况下，上述三种气体各为1摩尔时，所占体积大体相同，都约为22.4升。进而经过大量实验证实，1摩尔其它气体在标准状况下所占的体积都约是22.4升。从而得出如下结论：在标准状况下，1摩尔的任何气体所占的体积都约是22.4升，这个体积叫气体摩尔体积(图1—1)。

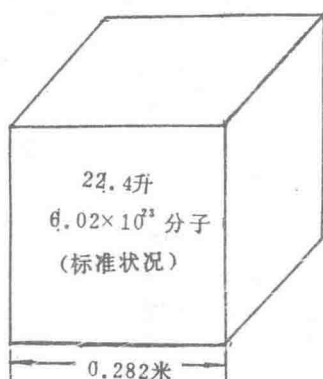


图1—1 气体摩尔体积

应当指出，气体摩尔体积只适用于气态物质。对于固态和液态物质来说，1摩尔各种物质的体积是不相同的。例如，20℃时，实验测得1摩尔铁的体积是7.1厘米³，1摩尔铝的体积是10厘米³，1摩尔铅的体积是18.3厘米³(图1—2)；1摩尔汞的体积是14.8厘米³，1摩尔水的体积是18.0厘米³，1摩尔纯硫酸的体积是54.1厘米³(图1—3)。

为什么1摩尔任何气体在标准状况下所占的体积都相同，而1摩尔不同液态或固态物质的体积各不相同呢？这要从气态、液态或固态物质的结构不同去分析。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，1摩尔物质的体积主要取决于原子、分子或离子的大小。而构成不同物质的原子、分子或离

子的大小是不同的,所以它们1摩尔物质的体积也就有所不同。而气态物质的分子在较大的空间里迅速地运动着,通常情况下

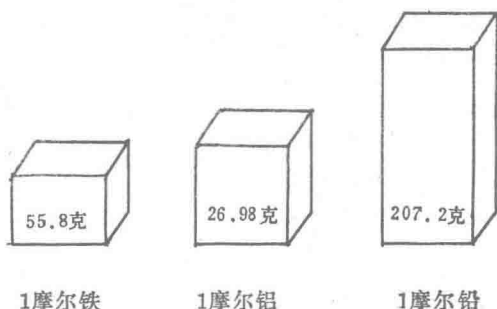


图1—2 1摩尔几种固体物质

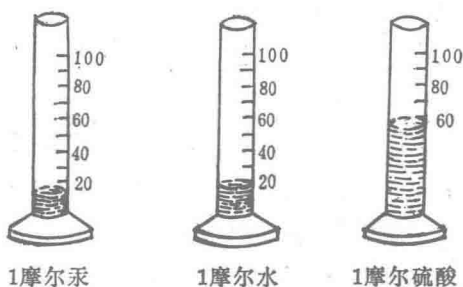


图1—3 1摩尔几种液体物质

气态物质的体积要比它在液态或固态时大1000倍左右,就是因为气体分子间有着较大距离的缘故。因此,气体体积主要取决于气体分子间的平均距离。在标准状况下,不同种类气体分子间的平均距离几乎是相等的,所以任何气体的摩尔体积也几乎是相等的,都约是22.4升/摩尔。

同理,我们还可得知,不同种类的气体在相同的温度和压强下,分子间的平均距离也是相等的。因此,在一定的温度和压强下,气体的体积大小只随分子数的多少而变化,相同的体

积会有相同的分子数。这是经过生产上和科学实验的许多事实所证明的。

在相同的温度和压强下，相同体积的任何气体都含有相同数目的分子，这就是阿佛加德罗定律。

二、关于气体摩尔体积的计算

【例题1】 5.5克氨气在标准状况下的体积是多少升？

解：氨的分子量是17，摩尔质量是17克/摩尔。

$$\frac{5.5 \text{ 克}}{17 \text{ 克/摩尔}} = 0.32 \text{ 摩尔}$$

$$22.4 \text{ 升/摩尔} \times 0.32 \text{ 摩尔} = 7.2 \text{ 升}$$

答：5.5克氨气在标准状况下所占的体积约是7.2升。

【例题2】 在实验室中用锌与盐酸反应制取氢气，在标准状况下若要制得5.6升氢气，问需要多少克的锌？

解：设需要锌 x 摩尔



$$1 \text{ 摩尔} \qquad \qquad \qquad 22.4 \text{ 升}$$

$$x \text{ 摩尔} \qquad \qquad \qquad 5.6 \text{ 升}$$

$$x = \frac{1 \text{ 摩尔} \times 5.6 \text{ 升}}{22.4 \text{ 升}} = 0.25 \text{ 摩尔}$$

锌的原子量是65，其摩尔质量是65克/摩尔

$$0.25 \text{ 摩尔} \times 65 \text{ 克/摩尔} = 16.25 \text{ 克}$$

答：制取5.6升氢气(标准状况)，需要锌16.25克。

习 题

1. 在标准状况下，4克氧气与4摩尔氧气各占多大体积？
2. 在标准状况下，1升氮气中约会有多少个氮分子？
3. 在标准状况下，下列气体中哪一种占的体积最大？

(1) 8克氧气

(2) 4克氮气