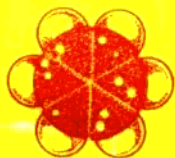


中专技校适用教材

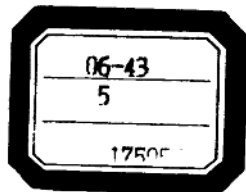
化 学

主编 王立升

主审 于玲玲



中国商业出版社



1750566

中专技校适用教材

化 学

王立升 主编

591177127



中国商业出版社



北师大图书 B1368021

图书在版编目(CIP)数据

化学/王立升主编. —北京:中国商业出版社,1996.11

ISBN 7-5044-3304-7

I. 化… II. 王… III. 化学—专业学校—教材 IV. 06

中国版本图书馆 CIP 数据核字(96)第 19593 号

责任编辑:陈李苓

特约编辑:刘忠杰

责任校对:王立升

装帧设计:郭同桢

中国商业出版社出版发行

(100053 北京广安门内报国寺1号)

新华书店总店北京发行所经销

蚌埠中发书刊发行有限责任公司激光照排

中国石油报社印刷厂印刷

*

787×1092毫米 32开 印张:11.5625 彩插:1 字数:250千字

1996年11月第1版 1996年12月第1次印刷

印数:1-10000册 定价:11.80元

* * * *

(如有印装质量问题可更换)

前 言

本书根据国家教委颁发的中等专业学校非化工专业《化学教学大纲》和劳动部颁发的技工学校《化学教学大纲》，并结合中专、技校的教学实践编写而成。全书编写时注意与现行初中化学课程的衔接，循序渐进，避免重复，力求深入浅出，同时注重内容的实用性和可操作性。本书可作为中等专业学校、技工学校、职工中专学校、职业高中教材。各校教学时可根据本校、本专业的实际情况和特点进行选学。

参加本书编写的有王奇志(第一、二、三、四章)、陈秀莲(第五章)、黄永祥(第六章)、徐薇(第七、八、九章)、王立升(第十、十一、十二、十三章)、尚瑛达(第十四章)、王莉(学生实验)。全书由王立升负责总纂，于玲玲主审。

本书在编写过程中，顾炳刚、陈新等同志曾提出许多宝贵意见，全书参考、借鉴了不少国内同类教材，同时还得到参编人员所在学校的大力支持，在此一并表示感谢。

由于时间仓促，加之编者水平有限，书中疏漏、错误之处在所难免，敬请广大读者不吝批评指正，以便不断修订完善。

编 者

1996年11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.....	(5)
第三节 物质的量浓度.....	(9)
第四节 反应热	(13)
习题一	(15)
第二章 卤素	(17)
第一节 氯气	(17)
第二节 氯的重要化合物	(23)
第三节 卤素性质比较	(26)
第四节 氧化-还原反应	(32)
习题二	(37)
第三章 碱金属	(40)
第一节 钠	(40)
第二节 钠的化合物	(43)
第三节 碱金属性质比较	(46)
习题三	(49)
第四章 原子结构 元素周期律	(51)
第一节 原子的组成	(51)
第二节 核外电子的运动状态	(54)
第三节 核外电子的排布	(60)

第四节	元素周期律	(66)
第五节	元素周期表	(69)
习题四		(77)
第五章	化学键	(81)
第一节	离子键	(81)
第二节	共价键	(83)
第三节	极性分子和非极性分子	(90)
第四节	分子间作用力 氢键	(92)
第五节	晶体的类型	(95)
习题五		(98)
第六章	重要的非金属元素及其化合物.....	(100)
第一节	硫及其重要的化合物.....	(100)
第二节	离子反应 离子方程式.....	(108)
第三节	氮、磷及其重要的化合物	(111)
第四节	碳族元素.....	(125)
习题六		(135)
第七章	化学反应速度与化学平衡.....	(137)
第一节	化学反应速度.....	(137)
第二节	化学平衡.....	(143)
第三节	化学平衡的移动.....	(149)
习题七		(154)
第八章	电解质溶液.....	(158)
第一节	强电解质和弱电解质.....	(158)
第二节	弱电解质的电离平衡和电离度.....	(161)
第三节	水的电离和溶液的 pH 值	(170)
第四节	盐的水解.....	(176)

第五节 缓冲溶液.....	(181)
习题八.....	(186)
第九章 重要的金属元素及其化合物.....	(190)
第一节 金属通论.....	(190)
第二节 镁和钙.....	(199)
第三节 铝.....	(207)
第四节 锡和铅.....	(210)
第五节 铜、锌和铁	(213)
习题九.....	(218)
第十章 电化学基础知识.....	(222)
第一节 原电池.....	(222)
第二节 金属的腐蚀及其防护.....	(224)
第三节 电解及其应用.....	(228)
第四节 化学电源.....	(234)
习题十.....	(238)
第十一章 烃.....	(240)
第一节 有机化合物概述.....	(240)
第二节 烷烃.....	(242)
第三节 烯烃.....	(256)
第四节 炔烃.....	(263)
第五节 苯 芳香烃.....	(269)
习题十一.....	(277)
第十二章 烃的衍生物.....	(280)
第一节 醇.....	(280)
第二节 苯酚 醚.....	(288)
第三节 醛和酮.....	(292)

第四节 羧酸 酯.....	(298)
习题十二.....	(304)
第十三章 糖 油脂 蛋白质.....	(308)
第一节 糖类.....	(308)
第二节 油脂.....	(314)
第三节 蛋白质.....	(320)
习题十三.....	(325)
第十四章 合成有机高分子材料简介.....	(327)
第一节 塑料.....	(327)
第二节 橡胶.....	(330)
第三节 合成纤维.....	(333)
习题十四.....	(335)
学生实验.....	(336)
实验一 玻璃工.....	(336)
实验二 摩尔溶液的配制.....	(341)
实验三 卤素、碱金属的性质	(343)
实验四 硫和硫酸的性质.....	(345)
实验五 氨的制取 铵离子的检验 硝酸的性质...	(348)
实验六 电解质溶液.....	(350)
实验七 饱和烃与不饱和烃的性质.....	(352)
实验八 醇、酚、醛、酮和羧酸的性质	(354)
实验九 油脂和蛋白质的性质.....	(357)
附表一 本书中用到的单位符号及其含义.....	(360)
附表二 酸、碱和盐的溶解性表(20℃)	(361)
主要参考文献.....	(362)
元素周期表	

第一章 物质的量

象“时间”、“质量”一样，“物质的量”也是一种物理量。物质的量的单位是摩尔，它和秒、千克等一样都是国际单位制的基本单位之一。摩尔这一单位不但应用在化学方面，而且广泛应用于其它学科及工农业生产等方面。因此，学习并掌握摩尔这一单位有着非常重要的意义。

第一节 物质的量的单位——摩尔

通过初中化学的学习，我们知道，物质是由众多的质量极微小的微粒所构成，而分子、原子、离子、电子等这些构成物质的微粒是我们肉眼看不见的，虽然它们本身具有一定的质量，但难以称量。如果我们取众多微粒的集合体时，就可以称量了，这样在进行科学研究和计算时，就会带来很多方便。摩尔（符号 mol）这个单位就是把微观的微粒集体与宏观的可称量的物质联系起来的桥梁。

一、摩尔

科学上应用 12 克碳-12（即 0.012 千克碳-12）中所含的碳原子个数作为摩尔的基准。碳-12 就是原子中含有 6 个质子和 6 个中子的那种碳原子。12 克碳-12 含有的碳原子数就是阿佛加德罗常数。阿佛加德罗常数经过实验已经测得比较

准确的数值,在实际运用中则采用 6.02×10^{23} 这个非常近似的数值。

摩尔是表示物质的量的单位,每摩尔物质含有阿佛加德罗常数个微粒。

微粒可以是分子、原子、离子、电子及其它粒子,或是这些粒子的特定组合。因此,在使用摩尔这个单位时,应指明具体的微粒。例如:

1 摩尔的氢分子含有 6.02×10^{23} 个氢分子;

1 摩尔的氨分子含有 6.02×10^{23} 个氨分子;

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 摩尔的氯离子含有 6.02×10^{23} 个氯离子;

1 摩尔的硫酸根离子含有 6.02×10^{23} 个硫酸根离子。

阿佛加德罗常数是个很大的数值,但摩尔作为物质的量的单位应用极为方便。这是因为单个碳原子难以称量,而 6.02×10^{23} 个碳原子就易于称量,其质量为 12 克。由此,我们可以推算 1 摩尔任何原子的质量。

我们知道,元素的原子量是以碳-12 质量的 $1/12$ 作为标准的,根据元素原子量的定义可知,一个碳原子和一个氢原子的质量比为 $12:1$ 。由于 1 摩尔碳原子和 1 摩尔氢原子所含有的原子数目相同,都为 6.02×10^{23} 个,所以 1 摩尔的碳原子和 1 摩尔的氢原子的质量比也应为 $12:1$ 。1 摩尔碳原子是 12 克,那么,1 摩尔氢原子的质量就是 1 克。同理,1 摩尔任何原子的质量就是以克为单位,在数值上等于该种原子的原子量。例如:

氧的原子量是 16, 1 摩尔的氧原子其质量是 16 克。

铜的原子量是 63.55, 1 摩尔的铜原子其质量是 63.55 克。

同理可以推知, 1 摩尔任何物质的质量, 就是以克为单位, 在数值上等于该种物质的式量^①。例如:

二氧化硫的式量是 64, 1 摩尔二氧化硫分子的质量是 64 克。

水的式量是 18, 1 摩尔水分子的质量是 18 克。

氯化钠的式量是 58.5, 1 摩尔氯化钠的质量是 58.5 克。

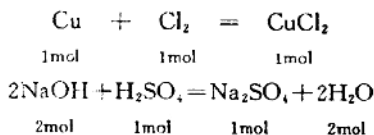
我们还可以推知 1 摩尔任何离子的质量。由于电子质量太微小, 失去或得到电子的质量可以忽略不计。例如:

1 摩尔氢离子的质量是 1 克;

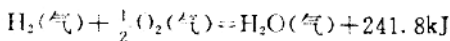
1 摩尔硫酸根离子的质量是 96 克;

1 摩尔铜离子的质量 63.55 克。

把物质的量的单位——摩尔引入化学中, 给化学计算带来很大的方便。如化学方程式中反应物、生成物前面的系数比, 既可以是分子、原子个数之比, 也可以是各物质之间的物质的量之比, 如:



由于化学方程式可以表示各物质之间的物质的量之比, 所以允许出现非整数。如:



^① 六价化合物是由分子构成的, 这类物质的式量又叫做分子量。

二、摩尔质量

1 摩尔物质的质量通常称做该物质的摩尔质量，其单位是“克/摩尔”，或写成“克·摩尔⁻¹”、“g/mol”、“g·mol⁻¹”。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：

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

三、关于摩尔的计算

【例 1】2.5 摩尔硫原子的质量是多少克？

【解】硫的原子量是 32，所以硫的摩尔质量是 32g/mol。

$$2.5\text{mol 硫的质量} = 32\text{g/mol} \times 2.5\text{mol} = 80\text{g}$$

答：2.5 摩尔硫原子的质量是 80 克。

【例 2】132 克二氧化碳相当于多少摩尔的二氧化碳？里面含有多少个二氧化碳分子？

【解】二氧化碳的式量是 44，所以二氧化碳的摩尔质量是 44g/mol。

$$\text{二氧化碳的物质的量} = \frac{132\text{g}}{44\text{g/mol}} = 3\text{mol}$$

$$\begin{aligned} 132 \text{ 克二氧化碳的分子数} &= 6.02 \times 10^{23} \times 3 \\ &= 1.81 \times 10^{24} (\text{个}) \end{aligned}$$

答：132 克二氧化碳相当于 3 摩尔的二氧化碳，里面含有 1.81×10^{24} 个二氧化碳分子。

第二节 气体摩尔体积

一、气体摩尔体积

对于固态或液态物质来说,一摩尔各种物质的体积是不相同的。例如,20℃时,1摩尔铁的体积是 7.1cm^3 , 1摩尔铝的体积是 10cm^3 , 1摩尔铅的体积是 18.3cm^3 ,如图 1-1 所示;1摩尔水的体积是 18.0cm^3 , 1摩尔纯硫酸的体积是 54.1cm^3 , 1摩尔蔗糖的体积是 215.5cm^3 。如图 1-2 所示。

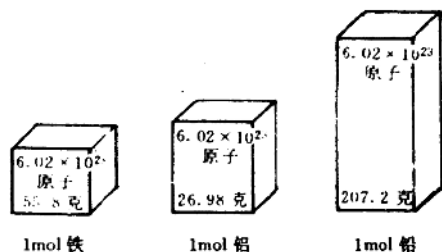


图 1-1 1 摩尔的几种金属



图 1-2 1 摩尔的几种液态化合物

1 摩尔固态或液态物质的体积为什么不同呢？物质所占体积的大小主要取决于：微粒数的多少、微粒之间的距离以及微粒本身的大小。当微粒数相等时，对固态或液态的物质来说，构成它们的微粒间的距离是很小的，其体积主要决定于微粒本身的大小。由于构成不同物质的微粒的大小是不同的，所以 1 摩尔不同物质的体积也就有所不同。

而对气体来说，情况就不同了。下面我们分别计算 1 摩尔氢气、氧气和二氧化碳气在标准状况下（温度为 0°C ，压力为 1 标准大气压^①）所占的体积。

在标准状况下氢气、氧气和二氧化碳气的密度分别为 0.0899g/L 、 1.429g/L 和 1.977g/L 。它们的摩尔质量分别是 2.016g/mol 、 32.00g/mol 和 44.01g/mol 。那么上述气体在标准状况时所占的体积为：

$$1 \text{ 摩尔氢气的体积} = \frac{2.016\text{g/mol}}{0.0899\text{g/L}} = 22.4\text{L/mol}$$

$$1 \text{ 摩尔氧气的体积} = \frac{32.00\text{g/mol}}{1.429\text{g/L}} = 22.4\text{L/mol}$$

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

从上面的三个计算结果可以看出，在标准状况时，1 摩尔三种气体的质量都约为 22.4 升（如图 1-3）。经过大量实验证实：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，这个体积叫做气体摩尔体积。

为什么 1 摩尔气体在标准状况时所占的体积都相同呢？因为气体的分子在较大的空间里迅速地运动着，分子间的平

① 1 标准大气压(atm) = 101325Pa = 101.325kPa 。

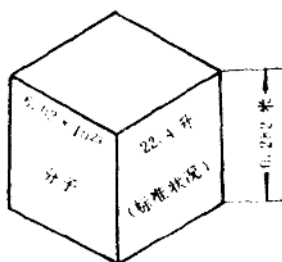


图 1-3 气体摩尔体积

均距离比分子直径大得多(约为 10 倍),如图 1-4。其体积主要决定于分子间的平均距离,而与分子本身的大小关系不大。在标准状况下,不同气体的分子的平均距离几乎是相等的,所以任何物质的气体摩尔体积都约是 22.4L/mol。



图 1-4 固体、液体、气体的分子间距离比较示意图(以碘为例)

气体摩尔体积约是 22.4L/mol,为什么一定要加上标准状况这一条件? 因为气体分子间的平均距离受温度和压强的影响很大,与温度成正比,与压力成反比。各种气体在温度和压力一样的情况下,分子间的平均距离才是相等的。在一定的温度和压力下,气体体积的大小只随分子数的多少而变化,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。气体摩尔体积是阿佛加德罗定律的特例。

二、关于气体摩尔体积的计算

【例 1】 6.4g 的氧气在标准状况下的体积是多少?

【解】 氧气的式量是 32,则氧气的摩尔质量是 32g/mol,

$$\frac{6.4\text{g}}{32\text{g/mol}} = 0.2\text{mol}$$

$$6.4\text{g 氧气的体积} = 22.4\text{L/mol} \times 0.2\text{mol} = 4.48\text{L}$$

答:6.4 g 氧气在标准状况处的体积是 4.48L。

【例 2】 在实验室用稀盐酸与碳酸钙作用制取二氧化碳气体,在标准状况下,欲制 4.48 升一氧化碳,需盐酸多少摩尔? 碳酸钙多少克?

【解】 设需盐酸的物质的量为 x 摩尔,需碳酸钙的质量为 y 克。



$$100\text{g} \qquad 2\text{mol} \qquad 22.4\text{L}$$

$$y\text{g} \qquad x\text{mol} \qquad 4.48\text{L}$$

$$x = \frac{4.48\text{L} \times 2\text{mol}}{22.4\text{L}} = 0.40\text{mol}$$

$$y = \frac{4.48\text{L} \times 100\text{g}}{22.4\text{L}} = 20\text{g}$$

答:需要 0.40mol 的盐酸和 20g 的碳酸钙。

【例 3】 已知一氧化碳在标准状况下的密度是 1.25g/L,求一氧化碳的式量。

【解】 $\text{CO 的摩尔质量} = \text{CO 的密度} \times \text{CO 的摩尔体积}$
 $= 1.25\text{g/L} \times 22.4\text{L/mol}$

$$= 28\text{g/mol}$$

即一氧化碳的式量=28。

答：一氧化碳的式量是 28。

第三节 物质的量浓度

一、物质的量浓度

溶液浓度表示的是在一定量溶液(或溶剂)中所含溶质的量。同一浓度的溶液,如果用的单位不同,则浓度的数值就不同。故溶液浓度的表示方法有许多种。我们在初中化学中学习过质量百分比浓度。但是,取用溶液时,一般量它的体积比称量它的质量要方便的多。同时,物质进行化学反应时,反应物和产物的物质的量之间存在着一定量关系,知道一定体积的溶液里含多少摩尔的溶质,运算起来很方便。下面我们要讨论的就是涉及以体积来表示的溶液的浓度。

以1升溶液里含有多少摩尔溶质来表示的溶液的浓度叫做物质的量浓度①。物质的量浓度的单位为“摩尔/升”,或写为“mol/L”②。

$$\text{物质的量浓度 (mol/L)} = \frac{\text{溶质的物质的量 (mol)}}{\text{溶液的体积 (L)}}$$

如 1L 溶液中含蔗糖 1mol,则该溶液的物质的量浓度就是 1mol/L。又如 1mol 的氯化钠的质量是 58.5g,把 58.5g 氯化钠溶解在适量的水里制成 1 升溶液,它的物质的量浓度就

① 物质的量浓度以前称做摩尔浓度。

② 以前也用 M 来表示 mol/L。