

中等专业学校非化工类专业教材

化 学

主编·谈新彝



湖南科学技术出版社

中等专业学校非化工类专业教材

化 学

江苏工业学院图书馆
藏书章

湖南科学技术出版社

湘新登字 004 号

中等专业学校非化工类专业教材

学

外

谈新彝主编

熊穆葛责任编辑

熊穆葛责任编辑

中等专业学校非化工类专业教材

化 学

谈新彝主编

责任编辑:熊穆葛

*

湖南科学技术出版社出版发行

(长沙市展览馆路3号)

株洲冶金工业学校印刷厂印刷

(印装质量问题请直接与本厂联系)

*

1994年6月第1版第1次印刷

开本:787×1092毫米 1/32 印张:11.125 字数:254,000

印数:1—7,100

ISBN 7-5357-1622-9

O·127 定价:6.80元

编者的话

本书是为适应湖南省中等专业学校非化工类专业教学的实际需要,参照 1988 年国家教委审订的中等专业学校非化工类专业“化学教学大纲”,由九所中专学校的化学教师联合编写的。在编写过程中,根据中专学校的培养目标和教学特点,坚持以基础知识、基本理论和基本技能为主线的原则,力求做到重点突出,文字简炼,通俗易懂。同时编有《化学实验》和《化学习题集》,与本教材配套发行,便于教师教学和学生自学。

本书是按 90 学时编写的,其中理论课 74 学时,实验课 16 学时。全书 11 章,各校在使用时可根据具体情况自行取舍。

参加本书编写工作的有:

株洲冶金工业学校谈新彝(绪言、第一章)

株洲铁路机械学校丁亮芝(第二章)

湖南省物资学校谢跃兰、盛立彦(第三章)

娄底地区工业学校周慧良(第四章)

湖南省农业机械化学学校黄小玲(第五章)

衡阳铁路工程学校林慕玲(第六章)

湖南省机械工业学校吴朴文(第七章)

湖南省第二轻工业学校陈子久、彭壮青(第八章)

长沙工业学校戴连康(第九、十、十一章)

全书由谈新彝任主编,丁亮芝、黄小玲任副主编,邵阳市农业学校宁凡元任主审。

本书在编写过程中,得到了湖南省中专化学课教研分会和
株洲冶金工业学校、湖南省农业机械化学学校等中专学校的大力
支持,在此表示衷心的感谢。由于编者水平有限,加之时间仓促,
书中不妥之处,欢迎广大师生批评指正。

编者

1993年12月

绪 言

化学是一门基础自然科学。它研究的对象是物质的组成、结构、性质、变化以及合成等。世界是由物质组成的,物质永远处于不停地运动、变化和发展之中。通过对物质的运动形式之一的化学运动形式的研究,认识物质的性质,掌握其变化的规律,并将其性质和变化的规律应用于生产实践,使天然的物质资源通过化学加工,生产出许许多多的物质材料(包括无机物、有机物、高分子化合物、非金属、金属与合金以及自然界不存在的人工合成的物品等),来满足人类生活和社会发展的需要。

随着我国经济体制改革的不断向前发展,化学对于我国在本世纪内实现农业、工业、国防和科学技术的现代化,具有十分重要的意义。现代农业需要大量的化学肥料(如氮肥、磷肥、钾肥、复合肥料、高浓肥料、液体肥料、长效肥料、微量元素肥料等),高效低毒低残留农药(如有机磷和氨基甲酸酯类农药)、植物激素、塑料薄膜以及人工降雨用的化学试剂等。现代工业需要的各种金属(如铁、铜、铝、钨、钴、钛等)及其合金(铁合金、铝合金、硬质合金等)、非金属材料(如碳化硅、碳化硼、人造金刚石等)以及耐高温、耐腐蚀、不燃烧的高分子材料(如聚四氟纤维、聚芳杂环纤维)等。现代科学技术和现代国防特殊需要的材料和产品,如原子反应堆用的铀、钍、纯石墨和重水,喷气、火箭技术用的高温材料、超氧化物和氢化物,电子工业用的高纯物质和特纯试剂,现代化军事装备上广泛应用的固体发光材料等。这些材料和产品的生产都要直接用到化学知识。

化学课的主要任务是:使学生了解和掌握化学的基础知识、

基本理论和化学实验的基本操作技能。培养学生分析和解决一些简单的化学实际问题的能力,为后续课程和今后的工作创造一定的条件,以适应社会主义现代化建设事业的需要。

各种化学理论都是在实践的基础上产生的,它又要经过实践来加以验证,而正确的理论反过来又可以进一步指导实践。利用这些理论来解决实际问题 and 化学变化,仍会有一定的局限性。这就需要在实践中不断地予以完善甚至更新。因此,在学习中必须坚持理论联系实际的原则,了解这些知识和技能在工农业生产和科学技术上的应用,决不能死记硬背,生搬硬套。

化学是一门以实验为基础的学科,这就要求我们要认真做好每一个化学实验。在实验过程中,要集中注意力,运用各种感官,耐心细致地观察各种实验现象(如物质的颜色、状态、气味等),并能作出简单的解释。然后根据实验做好记录,得出结论,找出规律。不断提高自己的观察能力、思维能力、实验能力和自学能力。

要学习好化学这门课程,还要善于运用化学课自身的特点,去寻找学习的规律性。例如,在学习元素及其化合物的存在、制备、性质和用途时,就应以物质的性质为学习的重点,因为物质的性质决定物质的存在形式、制备方法和用途等。这样就抓住了事物的主要矛盾及内在联系,便可达到触类旁通、事半功倍的良好效果。

目 录

绪 言	(1)
第一章 摩尔、反应热	(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	(8)
第四节 反应热	(12)
习题	
第二章 碱金属和卤素	(18)
第一节 碱金属	(18)
第二节 卤素	(25)
第三节 氧化还原反应	(33)
习题	
第三章 物质结构 元素周期系	(40)
第一节 原子的组成 同位素	(40)
第二节 核外电子的运动状态	(43)
第三节 核外电子的排布	(49)
第四节 原子结构和元素性质的关系 元素周期律	(56)
第五节 元素周期表	(62)
第六节 化学键	(70)
* 第七节 分子间力和氢键	(78)
* 第八节 晶体	(83)

习题

第四章 化学反应速率和化学平衡..... (92)

第一节 化学反应速率..... (92)

第二节 化学平衡 (98)

第三节 化学平衡的移动..... (104)

习题

第五章 电解质溶液..... (110)

第一节 强电解质和弱电解质..... (110)

第二节 弱电解质的电离平衡和电离度..... (115)

第三节 水的电离和溶液的 pH 值 (123)

第四节 离子反应..... (130)

第五节 盐类的水解..... (133)

习题

第六章 电化学基础知识..... (141)

第一节 原电池 金属的腐蚀及其防护..... (141)

第二节 电解及其应用..... (151)

第三节 化学电源..... (157)

* 第四节 电极电势..... (162)

习题

第七章 重要的非金属元素及其化合物..... (171)

第一节 硫及其化合物..... (172)

第二节 氮及其化合物..... (178)

第三节 磷及其化合物..... (187)

第四节 碳、硅及其化合物 (189)

* 第五节 化学与环境保护..... (199)

习题

第八章 重要的金属元素及其化合物..... (207)

第一节 金属通论..... (207)

第二节 镁和钙..... (218)

第三节 铝..... (227)

* 第四节 锡和铅..... (231)

第五节 过渡元素..... (234)

第六节 镧系元素和锕系元素简介..... (246)

习题

第九章 烃

..... (252)

第一节 有机化合物概述..... (252)

第二节 烷烃..... (255)

第三节 烯烃..... (263)

第四节 炔烃..... (267)

第五节 脂环烃和芳香烃..... (272)

* 第六节 石油和煤..... (280)

习题

第十章 烃的衍生物..... (288)

第一节 卤代烃..... (289)

第二节 醇 酚 醚..... (292)

第三节 醛 酮..... (302)

第四节 羧酸 酯..... (306)

习题

第十一章 糖类、蛋白质和高分子化合物 (314)

第一节 糖类 蛋白质..... (314)

第二节 高分子化合物..... (321)

习题	.....	章八第
附表一 酸、碱和盐的溶解性表	.....	(336)
附表二 相对原子质量表	.....	(337)
附表三 国际单位制	.....	(339)
附表四 原子核外的电子排布	.....	(340)
元素周期表	.....	
(341)	.....	
(342)	.....	
(343)	.....	
(344)	.....	
(345)	.....	
(346)	.....	
(347)	.....	
(348)	.....	
(349)	.....	
(350)	.....	
(351)	.....	
(352)	.....	
(353)	.....	
(354)	.....	
(355)	.....	
(356)	.....	
(357)	.....	
(358)	.....	
(359)	.....	
(360)	.....	
(361)	.....	
(362)	.....	
(363)	.....	
(364)	.....	
(365)	.....	
(366)	.....	
(367)	.....	
(368)	.....	
(369)	.....	
(370)	.....	
(371)	.....	
(372)	.....	
(373)	.....	
(374)	.....	
(375)	.....	
(376)	.....	
(377)	.....	
(378)	.....	
(379)	.....	
(380)	.....	
(381)	.....	
(382)	.....	
(383)	.....	
(384)	.....	
(385)	.....	
(386)	.....	
(387)	.....	
(388)	.....	
(389)	.....	
(390)	.....	
(391)	.....	
(392)	.....	
(393)	.....	
(394)	.....	
(395)	.....	
(396)	.....	
(397)	.....	
(398)	.....	
(399)	.....	
(400)	.....	

第一章 摩尔 反应热

第一节 物质的量的单位——摩尔

一、摩尔的定义

我们知道,物质是由分子、原子、离子等微粒组成的,这些微粒的质量都极小。例如,1个碳——12原子^①的质量仅为 1.993×10^{-23} 克。这么小的质量是无法称量的,更何况参加化学反应的不可能是几个分子、原子或离子,而是亿万个分子、原子或离子。为了科学研究和计算的实际需要,1971年国际计量大会决定引进一个新的物质的量的单位——摩尔,国际符号为“mol”,中文符号为“摩(尔)”。

“摩尔是一系统^②的物质的量,该系统中所含的结构微粒数目与 0.012kg(即 12 克)碳-12 的原子数目相等”。在使用“摩尔”这个单位时,结构微粒应予以指明,它可以是分子、原子、离子、电子及其它粒子,或是这些粒子的特定组合。

我们知道 1 个碳原子的质量为 1.993×10^{-23} 克,那么 0.012kg 碳-12 含有:

$$\frac{12\text{g}}{1.993 \times 10^{-23}\text{g/个}} = 6.02 \times 10^{23} \text{ 个 (碳-12 原子) } .$$

6.02×10^{23} 是一个常数。这个常数叫做阿佛加德罗^③常数,

① 碳-12 是指原子核中有 6 个质子和 6 个中子的碳原子。

② 在科学上,我们把研究的对象称为系统(或体系)。

③ 阿佛加德罗(1776—1856)是意大利物理学家。

通常用符号 N_A 表示。由定义可知，1 摩尔的任何物质都含有 6.02×10^{23} 个微粒。

例如：

1 mol 氢原子含有 6.02×10^{23} 个氢原子；

1 mol 氧原子含有 6.02×10^{23} 个氧原子；

1 mol 水含有 6.02×10^{23} 个水分子；

1 mol 二氧化碳含有 6.02×10^{23} 个二氧化碳分子；

1 mol 钠离子含有 6.02×10^{23} 个钠离子；

1 mol 氢氧根离子含有 6.02×10^{23} 个氢氧根离子；

1 mol 电子含有 6.02×10^{23} 个电子；

0.5 mol 氮气含有 $\frac{1}{2} \times 6.02 \times 10^{23}$ 个氮分子。

应当注意，摩尔是物质的量的单位，而不是质量单位。在国际单位制中，物质质量的基本单位是千克（即公斤）。

二、摩尔质量

1 摩尔物质的质量叫摩尔质量。单位为克/摩（尔）（即 g/mol ，亦可写成 $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ）。根据摩尔的定义，碳-12 原子的摩尔质量是 12 克/摩。那么，1 摩尔的其它物质（例如硫）等于多少克呢？我们知道硫的原子量为 32，碳-12 的原子量为 12，它们的比值为 $32/12$ ，已知碳-12 的摩尔质量为 12 克/摩，则硫的摩尔质量为：

$$12 \text{g} \cdot \text{mol}^{-1} \times \frac{32}{12} = 32 \text{g} \cdot \text{mol}^{-1}.$$

同理，钠的原子量为 23，钠的摩尔质量为 $23 \text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ；铁的原子量为 56，铁的摩尔质量为 $56 \text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。由此可以推断：

①任何原子的摩尔质量就是以克作单位，在数值上等于该种原子的原子量；

②任何分子的摩尔质量就是以克作单位,在数值上等于该种分子的分子量;

③由于电子的质量极微小,原子失去或得到电子的质量可以略去不计,所以各种离子的摩尔质量,仍然等于相应的原子或原子团的摩尔质量。

例如:

铝的原子量是 27,铝的摩尔质量是 $27\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$;

铜的原子量是 64,铜的摩尔质量是 $64\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$;

一氧化碳的分子量是 28,一氧化碳的摩尔质量为 $28\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$;

硫酸根离子的摩尔质量是 $96\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

物质的质量、摩尔质量和物质的量之间的关系可以用下式表示:

$$\frac{\text{物质的质量(g)}}{\text{摩尔质量(g} \cdot \text{mol}^{-1})} = \text{物质的量(mol)}$$

三、有关计算

例 1—1 72g 水的物质的量是多少?

解: $\because \text{H}_2\text{O}$ 的分子量是 18, 则

H_2O 的摩尔质量是 $18\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

$\therefore 72$ 克水的物质的量是:

$$\frac{72\text{g}}{18\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 4\text{mol}。$$

答: 72g 水的物质的量是 4mol。

例 1—2 2.5mol 铁的质量是多少克?

解: Fe 的原子量是 56, 则

Fe 的摩尔质量是 $56\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

$$56\text{g} \cdot \text{mol}^{-1} \times 2.5\text{mol} = 140\text{g}$$

答: 2.5mol 铁的质量是 140g。

例 1—3 49g 纯硫酸的物质的量是多少? 它含有多少个硫酸分子?

解: ①求 H_2SO_4 的物质的量:

H_2SO_4 的分子量是 98

H_2SO_4 的摩尔质量是 $98\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$

$$\frac{49\text{g}}{98\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.5\text{mol}.$$

②求 H_2SO_4 的分子数: 1mol H_2SO_4 含有 6.02×10^{23} 个 H_2SO_4 分子

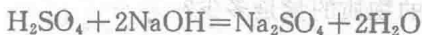
0.5mol H_2SO_4 含有:

$$6.02 \times 10^{23} \text{个} \cdot \text{mol}^{-1} \times 0.5\text{mol} = 3.01 \times 10^{23} \text{ (个)}$$

答: 49g 纯硫酸的物质的量是 0.5mol, 它含有 3.01×10^{23} 个硫酸分子。

例 1—4 中和 0.1mol 氢氧化钠, 需要多少克硫酸?

解: 设中和 0.1mol NaOH 需要 $x\text{mol}$ H_2SO_4



1mol 2mol

$x\text{mol}$ 0.1mol

$$1 : 2 = x : 0.1$$

$$x = \frac{1 \times 0.1}{2} = 0.05\text{mol}.$$

硫酸的分子量是 98, 它的摩尔质量是 $98\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$

$$0.05\text{mol} \text{H}_2\text{SO}_4 \text{ 质量} = 98\text{g} \cdot \text{mol}^{-1} \times 0.05\text{mol} = 4.9\text{g}$$

答: 中和 0.1mol NaOH 需要 H_2SO_4 4.9g。

第二节 气体摩尔体积

一、气体摩尔体积

对于固体或液体物质来说,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—1);1摩尔水的体积是18厘米³;1摩尔纯硫酸的体积是54.1厘米³;1摩尔蔗糖的体积是215.5厘米³(图1—2)。

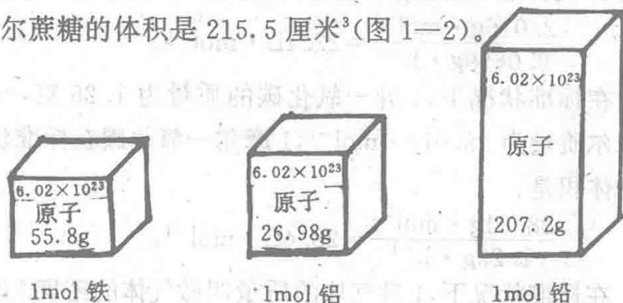


图1—1 1mol的几种金属

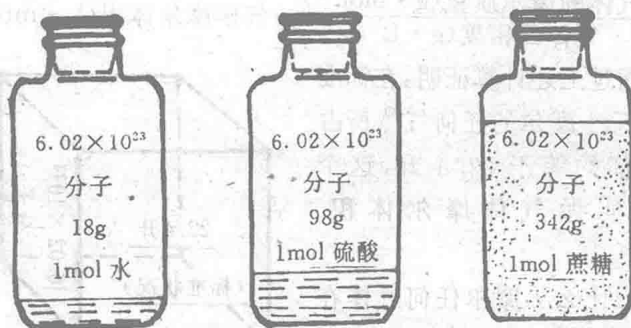


图1—2 1mol的几种化合物

我们知道,气体的体积随温度和压强的变化而变化。一定量的气体,当压强一定时,温度越高,其体积越大;当温度一定时,压强越大,体积越小。因此,要比较1摩尔各种气体的体积,就必须在同一温度和同一压强下进行。

为了便于研究,人们规定:温度为 0°C 、压强为 $1.0133 \times 10^5 \text{Pa}$ 时的状况叫做标准状况。

在标准状况下,1升氢气的质量为0.0899克,氢气的摩尔质量 2.016g/mol ,1摩尔氢气在标准状况下所占的体积是:

$$\frac{2.016 \text{g} \cdot \text{mol}^{-1}}{0.0899 \text{g} \cdot \text{L}^{-1}} = 22.4 \text{L} \cdot \text{mol}^{-1}。$$

在标准状况下,1升一氧化碳的质量为1.25克,一氧化碳的摩尔质量为 $28.01 \text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$,1摩尔一氧化碳在标准状况下所占的体积是:

$$\frac{28.01 \text{g} \cdot \text{mol}^{-1}}{1.25 \text{g} \cdot \text{L}^{-1}} = 22.4 \text{L} \cdot \text{mol}^{-1}。$$

在标准状况下,1升气体的质量叫做气体的密度。这样前面的计算可用下列公式表示:

$$\frac{\text{气体的摩尔质量}(\text{g} \cdot \text{mol}^{-1})}{\text{气体的密度}(\text{g} \cdot \text{L}^{-1})} = \text{气体摩尔体积}(\text{L} \cdot \text{mol}^{-1})$$

通过上述计算证明:在标准状况下,1摩尔的任何气体所占体积都约等于22.4升,这个体积叫做气体摩尔体积(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呢?这是因为气体分子间有较

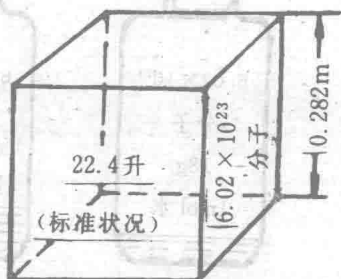


图1—3 气体摩尔体积