

职工中等专业学校试用教材

化学

· 工科非化工专业 ·

职工中等专业学校教材编写组 编



UAXUE

上海科学技术文献出版社

职工中等专业学校试用教材

化 学

(工科非化工专业)

江苏工业学院图书馆
藏书章

上海科学技术文献出版社

职工中等专业学校试用教材

化 学

(工科非化工专业)

职工中等专业学校教材编写组 编

*

上海科学技术文献出版社出版

(上海市武康路2号)

新华书店上海发行所发行

上海商务印刷厂印刷

*

开本 787×1092 1/32 印张 9.625 字数 232,000

1986年6月第1版 1986年6月第1次印刷

印数: 1—15,400

书号: 7192·14 定价: 1.80 元

前 言

随着职工教育事业的发展，各地相继建立了一批职工中等专业学校，各校迫切需要有一套适用的教材。为此，江苏省徐州、无锡、扬州、苏州、南通、常州、连云港、盐城等八市的教育局和上海《职大教学》编辑部于一九八四年八月联合组织了职工中等专业学校教材编写组，组织有职工教育经验的各科教师，在调查研究的基础上，着手编写了这套职工中等专业学校基础教材。

这套教材编写时，参考了现行全日制中专的教学大纲，以保证教材知识的系统性和科学性，达到中专学校教学质量标准；又考虑到职工中专学制课时数和业余学习等实际情况，力求做到精要适量，应用性强。

这套教材包括的学科有语文、数学、物理、化学四门，共十四册。语文分文科和工科两种，文科三册，工科两册。数学分代数、三角、立体几何、解析几何、概率论与数理统计和高等数学等六册，可供文科专业和工科专业选用。物理两册。化学一册（附化学实验册）。

本书为职工中等专业学校化学教材，工科非化工专业用。

主要内容包括化学基本概念和基本计算，卤素和碱金属，元素周期律和物质结构，硫、氮、磷、碳、硅，化学反应速度和化学平衡，电解质溶液，金属，有机化合物等八章。

教学时间约为 80 课时，请教师根据教学计划安排和选学。为适应不同专业的需要，将部分内容小字印刷。

本书由余龙醒、周凤鸣、陈蔚、钱家凤等同志编写，在编写过

程中得到了上海《职大教学》编辑部的大力支持，在此表示深切的谢意。

本书在编写过程中，虽经多次讨论，多次修改，有的已经试教，但是缺点错误在所难免，衷心希望广大教师和学员及时指正。

职工中等专业学校教材编写组

一九八五年八月

目 录

第一章 化学基本概念和基本计算	1
第一节 物质的组成	1
第二节 摩尔	4
第三节 气体摩尔体积	8
第四节 溶液的浓度	10
第五节 根据化学方程式计算	14
第六节 热化学方程式	16
本章小结	18
第二章 卤素和碱金属	20
第一节 氯气	20
第二节 氯化氢和盐酸	28
第三节 卤族元素	34
第四节 碱金属	41
第五节 氧化-还原反应	48
本章小结	54
第三章 元素周期律和物质结构	57
第一节 原子核和同位素	57
第二节 核外电子的运动状态	60
第三节 原子核外电子的排布	64
第四节 元素周期律	70
第五节 元素周期表	78
第六节 化学键和分子结构	85
第七节 分子间力	93
本章小结	99
第四章 硫、氮、磷、碳、硅	101

第一节	硫及其化合物	101
第二节	硫酸 硫酸盐	107
第三节	氮气 氨 铵盐	111
第四节	硝酸 硝酸盐	118
第五节	磷 碳 硅	122
第六节	晶体结构	127
	本章小结	131
第五章	化学反应速度和化学平衡	134
第一节	化学反应速度	134
第二节	化学平衡	141
第三节	影响化学平衡的因素	146
	本章小结	153
第六章	电解质溶液	155
第一节	强电解质和弱电解质	155
第二节	电离平衡和电离度	160
第三节	水的电离和溶液的 pH 值	163
第四节	盐类的水解	168
第五节	酸碱的克当量 当量浓度	174
第六节	原电池的原理及其应用	181
第七节	电解的原理及其应用	186
	本章小结	193
第七章	金属	196
第一节	金属晶体 金属键	196
第二节	金属的化学性质 金属的冶炼	199
第三节	镁	208
第四节	铝	212
第五节	硬水及其软化	218
第六节	铁	221
第七节	铜	226
第八节	锌	230
第九节	简介过渡元素	233

本章小结.....	238
第八章 有机化合物	242
第一节 有机化合物的特征.....	242
第二节 烃.....	243
第三节 烃的衍生物.....	266
第四节 糖类.....	283
第五节 有机高分子化合物.....	286
本章小结.....	294

第一章 化学基本概念和基本计算

在初中化学里,我们已经学习了一些化学基本概念和基本计算。在这一章中,除复习部分初中内容外,还要学习摩尔、气体摩尔体积、摩尔浓度和热化学方程式等新的基本概念,以及利用这些概念进行的基本计算。

第一节 物质的组成

我们知道分子、原子、离子都是构成物质的微粒。有些物质是由分子构成的,有些物质是由原子直接构成的,有些物质是由阴、阳离子相互作用而构成的。

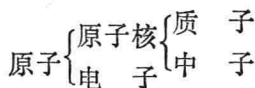
一、分子 原子 离子

1. 分子

分子是保持物质化学性质的一种微粒。同种物质的分子,化学性质相同;不同种物质的分子,化学性质不同。分子总是在不断地运动,分子之间有一定的间隔,有作用力。

2. 原子

原子是化学变化中的最小微粒。同种原子的性质相同;不同种原子的性质不同。原子和分子一样,也在不断地运动。原子虽小但仍具有复杂的结构。



随着科学的发展,人类对原子结构的认识逐步加深。

3. 离子

带电的原子(或原子团)叫做离子。带正电的离子叫做阳离子,带负电的离子叫做阴离子。离子不论在晶体里还是在溶液中都在不断地运动。

二、元素 元素符号

元素是具有相同核电荷数(即质子数)的同一类原子的总称。元素在自然界里,一般都有两种存在的形态。一种以单质的形态存在,叫做元素的游离态;一种以化合物的形态存在,叫做元素的化合态。例如,氧气里的氧元素就是游离态,二氧化碳里的氧元素就是化合态。

在化学里,各种元素都是用一定的符号来表示的。例如,用“O”表示氧元素,用“Fe”表示铁元素等等,这种符号叫做元素符号。元素符号是学习化学的重要工具之一,我们不但要掌握元素符号的写法、意义,而且还应熟练地写出常用的元素符号。

三、分子式 化合价

1. 分子式

分子式是用元素符号来表示物质分子组成的式子。各种物质的分子式,是用实验的方法,测定了物质的组成,然后得出来的。一种物质只有一个分子式。例如“O₂”表示氧气的分子式,“H₂O”表示水的分子式。分子式也是学习化学的重要工具之一,我们也应当掌握分子式的写法、意义,并能熟练的写出常用物质的分子式。

2. 化合价

元素的化合价就是一定数目的一种元素的原子跟一定数目的其它元素的原子相化合的性质。这种性质在元素原子形成化合物时才表现出来,因此,在单质分子里,元素的化合价为零。

在离子化合物里,元素的化合价数值,等于这种元素的一个原子得失电子的数目。得到电子的原子带负电荷,这种元素的化合价显负价,得到几个电子就显负几价;失去电子的原子带正电荷,这种元素的化合价显正价,失去几个电子显正几价。

在共价化合物里,元素化合价的数值,就是这种元素的一个原子跟其它元素的原子形成共用电子对的数目。化合价的正价或负价是由电子对的偏移来决定。共用电子对偏离哪种元素,该元素显正价,另一元素则显负价。

任何化合物里,正负化合价的代数和都等于零。根据这个原则,可以写出已知化合物的分子式。

四、原子量 分子量

1. 原子量

在国际上,是以一种碳原子(碳-12)质量的 $\frac{1}{12}$ 作为标准,其它原子的质量跟它相比较所得的数值,就是该种原子的原子量。例如,采用这个标准,测得氢的原子量约等于1,氧的原子量约等于16等。原子量只是一个比值,它没有单位。

2. 分子量

一个分子中各原子的原子量的总和就是分子量。我们根据物质的分子式和原子量,就可以计算出分子量。例如,硫酸的分子式是 H_2SO_4 ,硫酸分子量就是两个氢原子的原子量,一个硫原子的原子量和四个氧原子的原子量总和,即 $\text{H}_2\text{SO}_4 = 1 \times 2 + 32 \times 1 + 16 \times 4 = 98$ 。分子量也没有单位。

习 题

1. 分子、原子和离子有什么区别?

2. 写出下列各物质的分子式,并计算它们的分子量:

(1) 氮气, (2) 生石灰, (3) 硝酸, (4) 氢氧化钠, (5) 碳酸钙, (6) 硫酸铵。

3. “纯水是由水分子构成的,水的分子量是 18; 不纯的水是由水分子和其它杂质构成的,所以水的分子量大于 18。”这种说法是否正确?说明原因。

4. 写出下列元素(或根)的符号和化合价:

(1) 钾、钠、氯、银、镁、钡、锌、铁; (2) 硝酸根、氢氧根、硫酸根、磷酸根。

第二节 摩 尔

摩尔是国际单位制(SI 制)的一种基本单位,它表示物质的量。摩尔这个单位不但应用在化学方面,而且广泛应用于科学研究和工农业生产等方面,用来定量的研究物质及其变化。

一、摩尔

我们知道,分子、原子都是很小的微粒,它们的质量非常小。在化学上为了方便起见,通常用分子量、原子量来表示一个分子、一个原子的相对质量。在实际应用中,一方面参加化学反应的分子、原子要按照化学方程式里的分子、原子数目比进行反应;另一方面因为参加反应的并非物质的一个或几个微粒,而是许许多多多个微粒,一个或几个微粒难以称量,但一定数量的微粒集体能够称量。

实验测定, 0.012 kg 碳-12(碳-12 就是原子核里有 6 个质子和 6 个中子的碳原子)里, 即 12g 碳-12 里含有的碳原子数, 就是阿佛加德罗常数。阿佛加德罗常数的常用数值是 6.02×10^{23} 。国际上, 把含有阿佛加德罗常数个微粒的集体, 定为一个单位, 这个单位叫做摩尔, 也简称摩, 符号是 mol。

摩尔是一系统的物质的量, 该系统中所包含的基本单元数与 0.012 kg 碳-12 的原子数目相等。例如:

1 mol 氢原子含有 6.02×10^{23} 个氢原子,

1 mol 氢分子含有 6.02×10^{23} 个氢分子,

1 mol 氢离子含有 6.02×10^{23} 个氢离子。

也就是 1 摩尔任何物质都含有 6.02×10^{23} 个组成它的微粒, 这些微粒可以是原子、分子、离子等。

二、摩尔质量

由于科学上把 1 mol 碳-12 的质量规定为 0.012 kg 即 12g, 因此可以推知其它物质 1 mol 的质量。例如, 已知 1 个碳原子和 1 个氢原子的质量比是 12:1, 1 mol 碳原子和 1 mol 氢原子含有的原子数目相等, 所以 1 mol 碳原子和 1 mol 氢原子的质量比也是 12:1。1 mol 碳原子的质量是 12g, 1 mol 氢原子的质量就是 1g。同理可以推出:

1 mol 任何原子的质量都是以 g 为单位, 数值上等于该种原子的原子量。

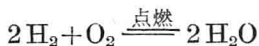
1 mol 任何分子的质量都是以 g 为单位, 数值上等于该种分子的分子量。

氧原子的原子量是 16, 1 mol 氧原子的质量是 16g; 氧气的分子量是 32, 1 mol 氧气的质量是 32g; 水的分子量是 18, 1 mol 水的质量是 18g。

对于离子来说,因为核外电子质量过于微小,当原子得到或失去电子变成离子时,电子质量可略去不计。所以, 1 mol H^+ 的质量是 1 g , 1 mol Cl^- 的质量是 35.5 g , 1 mol SO_4^{2-} 的质量是 96 g 。

通常把 1 mol 物质的质量叫做摩尔质量,单位用 g/mol 表示。

应用摩尔来衡量物质的量,在研究化学反应里各物质间量的关系时,带来了方便。例如,氢气在氧气里燃烧的反应:



由化学方程式可知,2个氢分子跟1个氧分子反应生成2个水分子;同时也可知道 2 mol 氢气跟 1 mol 氧气反应生成 2 mol 水。即化学方程式里各物质的分子数之比就是它们的摩尔数之比。从而也可知道在化学反应里,各物质之间的质量比。

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:

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

[例题 1] 9 g 水相当于多少摩尔的水? 这些水里含有多少个水分子?

[解] 水的分子量是 18, 水的摩尔质量是 18 g/mol 。

$$\frac{9\text{ g}}{18\text{ g/mol}} = 0.5\text{ mol}$$

1 mol 水里含有 6.02×10^{23} 个水分子。

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

答: 9 g 水相当于 0.5 mol 的水, 这些水里含有 3.01×10^{23} 个水分子。

[例题 2] 2.5 mol 氧气的质量是多少克?

[解] 氧气(O_2)的分子量是 32, 氧气的摩尔质量是 32 g/mol。

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

答: 2.5 mol 氧气的质量是 80 g。

[例题 3] 20 g 氢氧化钠和多少克二氧化碳含有相同的分子数?

[解] 氢氧化钠($NaOH$)的分子量是 40, 氢氧化钠的摩尔质量是 40 g/mol; 二氧化碳(CO_2)的分子量是 44, 二氧化碳的摩尔质量是 44 g/mol。

$$44 \text{ g/mol} \times \frac{20 \text{ g}}{40 \text{ g/mol}} = 22 \text{ g}$$

答: 20 g 氢氧化钠和 22 g 二氧化碳含有相同的分子数。

习 题

1. 2 个氧分子、2g 氧气、2 mol 氧气有什么区别?

2. 选择正确的答案填入空白里。

0.5 mol 氢气含有_____。

(1) 0.5 个氢分子 (2) 1 个氢原子 (3) 6.02×10^{23} 个氢原子 (4) 3.01×10^{23} 个氢分子 (5) 3.01×10^{13} 个氢分子

3. 计算 1 mol 下列物质的质量。

(1) 氮、镁、磷原子,

(2) 硝酸铵、硫酸铝。

4. 计算下列物质的量(摩尔数)。

(1) 1 kg 硫原子, (2) 0.25 kg 锌原子, (3) 32 g 二氧化硫, (4) 500 g 氯化钠。

5. 一氧化碳和二氧化碳各 1g, 问哪种物质所含的分子数较多?

6. 选择正确的答案填入空白里:

(1) 0.1 mol NaCl、0.2 mol MgCl_2 和 0.3 mol AlCl_3 , 三者共有 Cl^- _____。

① 3.6×10^{23} ② 9.03×10^{23} ③ 8.4×10^{23} ④ 6.02×10^{23}

(2) 0.1 mol 氯酸钾和 _____ g 硝酸钾里所含氧原子的个数相等。

① 10.1 ② 30.3 ③ 1.01 ④ 3.03

第三节 气体摩尔体积

在生产上或实验室里,用气体进行反应时,通常用气体的体积来计量,气体体积单位是升,升可用符号 L 表示。我们知道,气体的体积是跟温度、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 0°C 、 $1.0133 \times 10^5 \text{ Pa}$ 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 L 氢气的质量是 0.0899 g; 1 L 氧气的质量是 1.429 g; 1 L 二氧化碳的质量是 1.977 g。利用这三个数据和氢气、氧气、二氧化碳的摩尔质量,可以分别算出它们在标准状况时所占的体积。

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

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

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

从上面计算可知,在标准状况下,这三种气体各为 1 mol 时所占体积大体相同, 都约是 22.4 L 。不但这三种气体是这样, 其它气体也是这样。从而得出如下结论: 在标准状况下, 1 mol 的任何气体所占的体积都约是 22.4 L , 这个体积叫气体摩尔体积(图 1-1)。

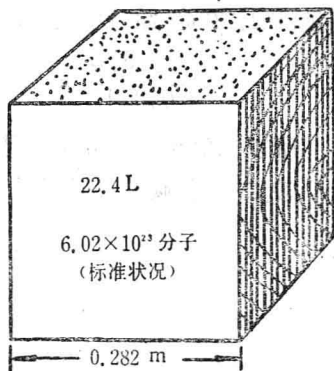


图 1-1 气体摩尔体积

应当指出, 气体摩尔体积只适用气态物质。对于固态或液态的物质来说, 1 mol 各种物质的体积是不相同的。这是因为气体的分子在较大的空间里迅速的运动着, 在一般情况下, 气态物质的体积要比它在液态或固态时大 1000 倍左右, 气体体积主要决定于分子间的平均距离, 而不象液态或固态那样, 它们的体积主要决定于分子的大小。在标准状况下, 不同气体分子间的平均距离几乎是相等的, 所以任何气态物质的体积都约是 22.4 L/mol 。

根据气体摩尔体积, 可以对在标准状况下的气态物质, 进行有关计算。

【例题 1】 3.4 g 氨气, 在标准状况下占有多大体积?

【解】 氨气的分子量是 17 , 摩尔质量是 17 g/mol 。

$$\frac{3.4\text{ g}}{17\text{ g/mol}} = 0.2\text{ mol}$$

$$22.4\text{ L/mol} \times 0.2\text{ mol} = 4.48\text{ L}$$

答: 3.4 g 氨气在标准状况下占有 4.48 L 体积。

【例题 2】 在标准状况下, 0.25 L 二氧化碳的质量是 0.491 g , 计算二氧化碳的分子量。