

中 等 专 业 学 校

工科非化工专业试用教材化学  
**教 学 参 考 书**

山西省中等专业学校化学教学参考书编写组编

高 等 教 育 出 版 社

中等专业学校  
工科非化工专业试用教材化学  
教学参考书

山西省中等专业学校化学教学参考书编写组编

高等教育出版社出版  
新华书店上海发行所发行  
上海市印刷四厂印装

开本787×1092 1/32 印张6 14/16 字数142,000

1980年6月第1版 1986年2月第7次印刷

印数 65,201—70,900

书号 13010·0479 定价 1.00 元

# 目 录

|                              |    |
|------------------------------|----|
| 绪言 .....                     | 1  |
| 第一章 化学基本计算 .....             | 2  |
| 本章说明 .....                   | 2  |
| 第一节 摩尔 .....                 | 3  |
| 第二节 气体摩尔体积 .....             | 9  |
| 第三节 摩尔浓度 .....               | 12 |
| 第四、五节 根据化学方程式计算和热化学方程式 ..... | 15 |
| 第二章 物质结构 元素周期律 .....         | 22 |
| 本章说明 .....                   | 22 |
| 第一节 原子核和同位素 .....            | 23 |
| 第二节 原子核外电子的运动状态 .....        | 27 |
| 第三节 原子核外电子的排布 .....          | 36 |
| 第四节 原子结构和元素性质的关系 元素周期律 ..... | 40 |
| 第五节 元素周期表 .....              | 45 |
| 第六节 化学键 .....                | 56 |
| 第三章 重要的非金属元素及其化合物 .....      | 64 |
| 本章说明 .....                   | 64 |
| 第一节 硫 .....                  | 67 |
| 第二节 氧化-还原反应方程式的配平 .....      | 74 |
| 第三节 氮 .....                  | 78 |

|                              |            |
|------------------------------|------------|
| 第四节 化学反应速度和化学平衡 .....        | 85         |
| 第五、六节 碳和硅 环境保护 .....         | 96         |
| <b>第四章 电解质溶液 .....</b>       | <b>101</b> |
| 本章说明 .....                   | 101        |
| 第一节 电离度和电离平衡 .....           | 102        |
| 第二、三节 水的离子积和盐的水解 .....       | 107        |
| <b>第五章 电化学概论 .....</b>       | <b>114</b> |
| 本章说明 .....                   | 114        |
| 第一节 原电池 .....                | 115        |
| 第二节 电极电位(选学内容未编) .....       | 117        |
| 第三节 电解及其应用 .....             | 117        |
| 第四节 金属腐蚀及其防止 .....           | 123        |
| 第五节 化学电源 .....               | 127        |
| <b>第六章 金属通论 .....</b>        | <b>130</b> |
| 本章说明 .....                   | 130        |
| 第一、二、三节 金属键和金属的物理、化学性质 ..... | 131        |
| 第四节 金属的存在、冶炼和合金 .....        | 134        |
| 第五节 镁和钙 .....                | 136        |
| 第六、七节 铝 锡和铅 .....            | 140        |
| 第八、九节 过渡元素概述 铜、锌和铁 .....     | 142        |
| <b>第七章 有机化合物 .....</b>       | <b>147</b> |
| 本章说明 .....                   | 147        |
| 第一、二节 有机化合物的特征 烃 .....       | 148        |
| 第三节 煤的干馏 石油(选学内容未编) .....    | 157        |
| 第四节 烃的衍生物 .....              | 157        |
| 第五节 碳水化合物(选学内容未编) .....      | 164        |
| 第六、七节 有机高分子概念和合成 .....       | 164        |

|                       |     |
|-----------------------|-----|
| 第八节 高分子化合物的性质 .....   | 174 |
| 第九节 一些常见的高分子化合物 ..... | 178 |
| 演示实验汇集目录 .....        | 182 |
| 演示实验汇集 .....          | 184 |
| 习题说明 .....            | 207 |
| 参考书 .....             | 212 |

学和受习化学的目的等多少有些认识,可以不计,让学生自学,但学生对中专工科(非化工专业)为什么还要学习化学,是不明确的,所以有必要在开始学习具体教材之前,讲一讲中专工科学习化学的目的,使学生对化学这门基础课有个正确的认识,对今后学习的积极性和学好这门课是必要的。

讲清中该的问题主要有三:

1. 化学对于我国实现四个现代化具有的作用;
2. 中等专业学校工科设化学课的目的;
3. 中等专业学校工科的化学课主要内容。

中等专业学校化学内容多,课时少,受学时限制,这些内容都讲不行,建议在开始上课时,抽 15 分钟左右时间,简略的介绍,引导学生课后自学,可把重点放在中专设化学课的目的上。

中等专业学校工科类(非化工专业)化学教学的目的,我认为有两个方面,一个方面是提高文化英语水平,因为化学是一门基础科学,涉及的面广。中等专业技术人材应具备一定的比较全面的化学知识水平,教初中学过的一些化学知识是不全面的,也是不够的。另一个方面是为进一步学习专业理论知识打好基础,作打牢基础。

## 绪 言

在中等专业学校工科(非化工专业)化学教学大纲(试行草案)中,没有规定讲解的课时,讲不讲呢?从学生在初中时,已经学过一年化学,对化学是怎样一门自然科学,怎样学习化学和学习化学的目的等多少有些认识,可以不讲,让学生自学,但学生对中专工科(非化工专业)为什么还要学习化学,是不明确的,所以有必要在开始学习具体教材之前,讲一讲中专设化学课的目的,使学生对化学这门基础课有个正确的认识,对今后学习的积极性和学好这门课是必要的。

绪言中谈的问题主要有三:

1. 化学对于我国实现四个现代化具有的作用;
2. 中等专业学校工科设化学课的目的;
3. 中等专业学校工科的化学课主要内容。

中等专业学校化学内容多,课时少,受学时限制,这些内容都讲不行,建议在开始上课时,抽 15 分钟左右时间,简略的介绍,引导学生课后自学,可把重点放在中专设化学课的目的上。

中等专业学校工科类(非化工专业)化学教学的目的,我们认为有两个方面,一个方面是提高文化科学水平,因为化学是一门基础科学,涉及的面很广,中等专业技术人材应具备一定的比较全面的化学知识水平,仅有初中学过的少量化学知识是不全面的,也是不够的。另一个方面是为进一步学习专业知识和今后工作打下必要的基础。

# 第一章 化学基本计算

## 本章说明

### 一、教学目的要求

1. 使学生掌握摩尔、气体摩尔体积和摩尔浓度等概念;
2. 使学生掌握有关摩尔、气体摩尔体积和摩尔浓度的计算;
3. 让学生了解吸热反应和放热反应的概念和热化学方程式的意义及其书写方法。

### 二、教材内容

本章教材内容,可分为两个部分。一部分是介绍摩尔概念,并由摩尔导出的气体摩尔体积和摩尔浓度这两个概念,以及运用这些概念的有关计算。另一部分是介绍热化学方程式的意义和书写的方法。

本章的重点是摩尔、气体摩尔体积和摩尔浓度这三个概念及运用这些概念的计算。难点是摩尔概念和摩尔及摩尔浓度的计算。

本章内容特点是新的概念比较多,内容较抽象,计算也多。但从新概念上看,摩尔概念是主要的,若把摩尔概念突破,使学生理解和掌握,这对由摩尔导出的气体摩尔体积和摩

尔浓度这两个概念的理解是不会太困难的。

### 三、课时分配建议

教学大纲规定,讲课 6 课时,中专按双课时上课,故按双课时安排。

第一、二课时 绪 言——重点讲中专设化学课的目的  
要求

第一节——摩尔

第二节——气体摩尔体积

第三、四课时 第三节——摩尔浓度

第五、六课时 第四节——根据化学方程式的计算

第五节——简介热化学方程式

### 第一节 摩 尔

本节包括摩尔概念和摩尔的计算这两个主要内容。要使学生了解引进摩尔概念的重要性和必要性和掌握摩尔的概念,理解物质的质量、摩尔质量跟摩尔数、物质微粒数之间的关系,理解摩尔质量跟分子量或原子量的关系和区别,并能比较熟练地进行它们相互间的换算。

#### 一、教法建议

1. 通过复习化学方程式含义和原子(或分子)的绝对质量,说明原子(或分子)这些微粒质量很小,实际参加反应的物质,不是几个原子(或几个分子),而是亿万个原子(或分子)。用克作单位表示这些微粒,是难以称量的,运算也不方便。为

了实际需要,用这些微粒的“集体”来表示物质的量,由此在国际单位制中,增加了物质的量的单位——摩尔。这就说明了引进摩尔概念的必要性,也说明摩尔是计量一个数值极为庞大的微粒的“集体”。

2. 在介绍摩尔的定义时,为了便于学生理解  $6.02 \times 10^{23}$  这个庞大数字,可通过计算 12 克  $^{12}\text{C}$  含有碳原子数目来表明。

初中学过 1 个碳原子的质量  $= 1.993 \times 10^{-23}$  克

$$\therefore 12 \text{ 克 } ^{12}\text{C} \text{ 含有碳原子数} = \frac{12 \text{ 克}}{1.993 \times 10^{-23} \text{ 克/个}} \\ \approx 6.02 \times 10^{23} \text{ 个}$$

由此,也可以说  $6.02 \times 10^{23}$  个  $^{12}\text{C}$  原子的质量等于 12 克。即 1 摩尔  $^{12}\text{C}$  的质量为 12 克

应明确指出:

(1) 12 克  $^{12}\text{C}$  含有的碳原子数目是国际上规定的、作为摩尔这个单位的标准。

(2) 摩尔是国际上规定第七个物质的量的单位,这个量是  $6.02 \times 10^{23}$  个物质的微粒。物质的微粒可用于原子、分子或离子,所以在使用时必须指明是那一种微粒。

(3) 含有  $6.02 \times 10^{23}$  个微粒(分子、原子或离子)的物质叫 1 摩尔。也可以说,1 摩尔任何物质(分子、原子或离子)都含有  $6.02 \times 10^{23}$  个微粒。由此可知,摩尔数相同的物质,所含微粒的个数,必然也相同。

3. 可通过计算,导出摩尔质量跟原子量或分子量的关系。

根据摩尔的定义,它们的关系可用下式表示:

$$\text{摩尔质量} = \text{原子(或分子)绝对质量} \times 6.02 \times 10^{23}$$

上式可看出,摩尔质量是指  $6.02 \times 10^{23}$  个物质微粒的总质量,同时看出,这个  $6.02 \times 10^{23}$  个物质微粒的总质量,在数值上与该物质的原子量(或分子量)相等。然后再运用 1 摩尔碳-12 的质量是 12 克,导出任何物质 1 摩尔的质量。

结论: 1 摩尔物质的质量(即该物质的摩尔质量)以克作单位,在数值上等于该物质的原子量或分子量。

要注意: 摩尔质量的单位是克/摩尔或千克/摩尔,而不是克或千克。

演示: 1 摩尔物质的质量的各种实物,使学生对物质的摩尔质量有个感性认识,以增强理性的理解。要指出,原子或分子是难以称量的,而 1 摩尔物质或万分之一摩尔物质的质量,也还可以称量。让学生看 1 摩尔的固体或液体含有原子或分子微粒数相同,而所占体积是不同的。这样也给讲气体摩尔体积作了准备。

演示实物,可按书中准备出铁粉、铝粉、铅粉、水、硫酸、蔗糖等各 1 摩尔,用试管或试剂瓶装起来,固定在一个板子上,以能看清它们的体积不同为准则。

4. 通过计算,弄清摩尔数、摩尔质量和物质的量之间的关系。摩尔数可用下式表示:

$$\text{摩尔数(摩尔)} = \frac{\text{物质的质量(克)}}{\text{摩尔质量(克/摩尔)}}$$

5. 指出引进摩尔这样一个单位,在化学上极为有用。在任何一个已经配平的化学方程式中,各反应物、生成物的系数

比,除了表示原子、分子或离子的比数外,还可以代表它们的摩尔数之比。举数例表明,为第五节方程式计算作准备。

## 二、参考资料

### 1. 摩尔的概念

1971 年 10 月第十四届国际计量大会通过了关于在国际单位制中增加第七个基本单位的决议。这个单位是物质的量的单位——摩尔。摩尔的英文名称是 mole, 它的国际符号是 mol。

第十四届国际计量大会批准了国际计量委员会于 1969 年提出的摩尔定义:

(1) 摩尔是一物系的物质的量, 该物系中所包含的结构粒子数与 0.012 千克碳-12 (或  $^{12}\text{C}$ ) 的原子数相等。

(2) 在使用摩尔时应指明结构粒子, 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。

0.012 千克碳-12 原子的数量为:

$$\frac{0.012 \times 1000 \text{ 克}}{12 \times 1.66 \times 10^{-24} \text{ 克}} = 6.02 \times 10^{23}$$

式中  $1.66 \times 10^{-24}$  克是原子质量单位。因原子的绝对质量很小, 如果用克来表示, 很不方便。于是采用  $^{12}\text{C}$  一个原子质量的  $\frac{1}{12}$  作单位, 叫做“原子质量单位”。以英文字母 a.m.u 表示。即:

$$1 \text{ a.m.u} = ^{12}\text{C} \text{ 一个原子绝对质量} \times \frac{1}{12}$$

$$= 1.993 \times 10^{-23} \text{ 克} \times \frac{1}{12}$$

$$= 1.66 \times 10^{-24} \text{ 克}$$

因此，一个原子的绝对质量与原子量的关系是：

原子的绝对质量 = 原子量  $\times 1.66 \times 10^{-24}$  克

这样可看出上式分母的  $12 \times 1.66 \times 10^{-24}$  克，即是一个  $^{12}\text{C}$  原子的绝对质量。

从上可知 1 摩尔代表的数量就是  $6.02 \times 10^{23}$ 。1 摩尔与我们通常使用的数量单位“打”相类似。它们的差别仅在于 1 打的数量是 12 个，1 摩尔的数量是  $6.02 \times 10^{23}$  个。此外，“打”应用于宏观物体，如乒乓球、铅笔等。而摩尔应用于微观的基本单元，如原子、分子、离子、电子及其它粒子，或是这些粒子的特定组合体。

引入摩尔这样一个单位，在化学上极为有用。在任何一已配平的方程式中，各反应物、生成物的系数之比就是它们摩尔数之比。用摩尔作单位进行化学计算是极方便的。但在实际运用中会遇到一个困难的问题，即如何获得 1 摩尔的物质呢？要获得 1 打乒乓球，直接数 12 个乒乓球即可，要获得 1 摩尔 Zn，就不可能数  $6.02 \times 10^{23}$  个 Zn 原子，而要借助于测量质量的方法。1 摩尔不同的物质，虽然数目相同，但由于所包含微粒的质量不同，它们的总质量是不同的，即摩尔质量是不同的。这就是说借助于摩尔质量，将摩尔数换算成可称量的“克”即可获得 1 摩尔任何物质。摩尔质量很重要。

例：完全燃烧 70 克  $\text{C}_2\text{H}_4$ ，需要多少克  $\text{O}_2$  及产生多少克  $\text{CO}_2$ ？

解:  $\text{C}_2\text{H}_4 + 3\text{O}_2 = 2\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$

摩尔数比: 1 : 3 : 2 : 2

$$70 \text{ 克 } \text{C}_2\text{H}_4 \text{ 的摩尔数} = \frac{70}{28} = 2.5$$

设需  $\text{O}_2$  的摩尔数为  $x$ , 生成  $\text{CO}_2$  的摩尔数为  $y$ , 则

$$1:3 = 2.5:x$$

$$x = 7.5 \text{ 摩尔}$$

$$1:2 = 2.5:y$$

$$y = 5 \text{ 摩尔}$$

$\therefore$  需  $\text{O}_2$  为: 7.5 摩尔  $\times$  32 克/摩尔 = 240 克

生成  $\text{CO}_2$  为: 5 摩尔  $\times$  44 克/摩尔 = 220 克

摩尔是由克分子演变而来的, 早在 1900 年之前, 就有人提出“将质量以克计等于分子量或原子量的物质的量, 称为 mol”。摩尔的含义比过去课本里介绍的克原子或克分子的含义要广, 摩尔不但可以指原子、分子, 也可以指离子、电子等。

## 2. 国际单位制简介

由于世界各国的文化发展情况不同, 往往形成各自的单位制, 如英国的英制, 法国的米制等。而且同一个物理量常用不同的单位表示, 如压强有公斤/平方厘米、磅/平方英寸、标准大气压、毫米汞柱、巴、托等多种单位。这对于国际上的科学技术交往和商业往来, 都不方便, 换算时也易出差错。因此, 便有实行统一标准的必要。

1960 年以来, 国际计量会议以米、公斤、秒制为基础, 制定了国际单位制。下表是国际制 7 个基本单位。

| 物 理 量 | 名 称    | 国际符号 |
|-------|--------|------|
| 长度    | 米      | m    |
| 质量    | 千克(公斤) | kg   |
| 时间    | 秒      | s    |
| 电流    | 安培     | A    |
| 热力学温度 | 开尔文    | K    |
| 光强度   | 坎德拉    | cd   |
| 物质的量  | 摩尔     | mol  |

## 第二节 气体摩尔体积

本节内容包括气体摩尔体积的概念及其计算,要使学生了解什么叫做气体摩尔体积,为什么1摩尔气体在标准状况下占有相同的体积,并能掌握在标准状况下气体的质量跟体积的换算。

### 一、教法建议

1. 通过上节实物演示1摩尔各种固体或液体的物质、所占体积各不相同,提出,对气体来说情况又怎样呢?可通过计算来研究。向学生指出:只要知道在标准状况下,1升气体的质量,就可以计算出1摩尔气体在标准状况下所占的体积。可用下式计算:

$$\text{气体摩尔体积} \left( \frac{\text{升}}{\text{摩尔}} \right) = \frac{\text{气体摩尔质量(克/摩尔)}}{\text{在标准状况下气体密度(克/升)}}$$

结论：在标准状况下，1 摩尔任何气体所占的体积都均等于 22.4 升，这个 22.4 升的体积，叫做气体摩尔体积。

应着重指出：气体摩尔体积是指 1 摩尔气体，不是液体，也不是固体，是在标准状况下（即  $0^{\circ}\text{C}$ ，1 个大气压）这个条件；体积约等于 22.4 升，这是一个近似值，并不是每种气体的密度去除它的摩尔质量都恰好等于 22.4 升。

演示：预先制作好的长、宽、高都是 28.2 厘米的立方体模型，可使学生对 22.4 升有个具体的认识，对记住气体摩尔体积有好处。

2. 在讲气体摩尔体积计算时，应注意提醒学生把单位写清楚，如在标准状况下， $\text{CO}_2$  气体摩尔体积是 22.4 升/摩尔，不要写成 22.4 升。又如氨的摩尔质量是 17 克/摩尔，不要写成 17 克。

第一、二课时内容比较多，摩尔又抽象，应当有重点的讲。可把重点放在讲摩尔概念上。

## 二、参考资料

1. 各种气体 1 摩尔在标准状况下所占的体积约等于 22.4 升。例如在标准状况下，氯气 1 升重 3.214 克，1 摩尔氯气在标准状况下，应占  $71 \text{ 克} / 3.214 \text{ 克/升} = 22.09 \text{ 升}$ ；又如在标准状况下， $\text{CO}_2$  1 升重 1.977 克，1 摩尔  $\text{CO}_2$  在标准状况下，应占  $44 \text{ 克} / 1.977 \text{ 克/升} = 22.25 \text{ 升}$ 。可见这些气体摩尔体积并不恰好等于 22.4 升。由实验证明，越容易液化的气体，它的气体摩尔体积离 22.4 升越远，而且都小于 22.4 升。

各种气体定律，都只适用于理想气体。所谓理想气体是

指具有以下两个条件的气体：(1)分子本身的体积很小，几乎等于零；(2)分子之间的引力几乎等于零。容易液化的气体的分子之间具有较大的引力，所以它们的气体摩尔体积的数值偏离 22.4 升较大。

没有一种气体是绝对符合理想气体的，气体在高温低压的情况下比较接近于理想气体。这时，气体分子之间的距离比较大，分子的直径远小于分子间的距离，它们的比接近于零，所以分子的体积可以忽略不计，同时，由于分子之间的引力跟它们之间距离的平方成反比，距离越大，引力越小，距离很大时，引力问题也可以不予考虑。容易液化的气体的气体摩尔体积所以小于 22.4 升，就是因为它们分子之间的引力把它们的体积缩得比理想气体应有的体积为小的缘故。

2. 为什么 1 摩尔的固体、液体的体积各不相同，而 1 摩尔气体在标准状况下所占体积都相同呢？这要从气态物质的结构去找原因，气体的分子是在较大的空间里迅速地运动着。在通常情况下，气态物质的体积要比液态或固态时大 1000 倍左右，这是因为气体分子间有着较大的距离。通常情况下，一般气体的分子直径约是  $4 \times 10^{-10}$  米，分子间的平均距离约是  $4 \times 10^{-9}$  米，即分子间的平均距离比分子直径大 10 倍左右。因此分子本身的体积跟整个气体体积比较，可以忽略不计。这样，气体体积主要取决于分子间平均距离，而不象液体或固体那样，体积主要取决于分子的大小。在标准状况下，不同气体分子间的平均距离几乎是相等的，所以在标准状况下，任何物质气体摩尔体积约等于 22.4 升/摩尔。为什么一定要在标准状况下？因为气体的体积受温度和压强的影响较大。温度升

高时,气体分子间的平均距离增大,温度降低时,平均距离减小,压强增大时,气体分子间的平均距离减小,压强减小,平均距离增大,在一定的温度和压强下,气体体积的大小,只随分子数的多少而变化,相同的体积含有相同的分子数。所以要在一定温度和压强下进行比较。

### 第三节 摩尔浓度

本节内容包括:摩尔浓度的概念和摩尔浓度的计算。应使学生了解引进摩尔浓度的必要性、理解摩尔浓度的概念,了解配制摩尔浓度溶液的方法和掌握有关摩尔浓度的计算。

本节重点和难点:是摩尔浓度的计算。

#### 教法建议

1. 可从复习初中已学过的有关浓度和百分比浓度的概念着手引出摩尔浓度。通过一个具体的例子(如农业上选稻种用15%的盐水,问配制这种溶液200斤,需要水和食盐各多少斤)。指出百分比浓度配制比较方便,表示物质溶液的浓淡程度比较明确,所以适用于工业、农业、商业、医药等方面。但从化学上的要求看,还是不够理想。因为在化学上,更重要的是能够表示出溶液里含有溶质的摩尔数,这样有利于进行化学计算,而百分比浓度表示不出来。再者量度溶液时,多是量其体积,而较少称其质量。摩尔浓度可有上述优点。

2. 讲授摩尔概念时,可采取边讲摩尔定义边配制一定摩尔浓度的溶液。在配制摩尔浓度溶液演示时,要着重介绍配制摩尔浓度溶液的步骤——计算、称量、溶解、洗涤和定容。同