

技术监督行业工人技术考核培训教材(试用)

# 化学基础

技术监督行业工人技术考核培训教材编委会 组编



中国计量出版社

技术监督行业工人技术考核培训教材 (试用)

# 化 学 基 础

技术监督行业工人技术考核培训教材编委会 组编

郑爱玲 编

任彩元 审

江苏工业学院图书馆  
藏书章

中国计量出版社

## 图书在版编目(CIP)数据

化学基础/技术监督行业工人技术考核培训教材编委会组编.  
北京:中国计量出版社,1996.10

技术监督行业工人技术考核培训教材(试用)

ISBN 7-5026-0900-8/N·4

I. 化… II. 技… III. 化学-基础理论-技术培训-教材 IV. 06-0

中国版本图书馆 CIP 数据核字(96)第 15394 号

中国计量出版社出版

北京和平里西街甲 2 号

邮政编码 100013

北京市迪鑫印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

版权所有 不得翻印

\*

850 mm×1168 mm 32 开本 印张 5.625 字数 124 千字

1996 年 10 月第 1 版 2000 年 2 月第 2 次印刷

\*

印数 3 001—5 000 定价: 11.00 元

# 技术监督行业工人技术考核培训教材

## 编委会名单

|             |        |           |     |     |
|-------------|--------|-----------|-----|-----|
| 顾           | 问      | 白景中       | 刘早生 | 王吉来 |
|             |        | 东 征       | 霍胜华 | 李家华 |
|             |        | 曾庆学       |     |     |
|             |        | 主 任 委 员   |     |     |
|             |        | 副 主 任 委 员 |     |     |
|             |        | 委 员       |     |     |
|             |        | (以姓氏笔划为序) |     |     |
|             |        | 邓士铭       | 冯姚明 | 叶以泰 |
|             |        | 刘林青       | 李隆芝 | 杨建华 |
|             |        | 杨斯善       | 陆 阳 | 陆绍杰 |
|             |        | 吴达慎       | 何永政 | 何伟仁 |
|             |        | 林升泉       | 周礼部 | 张文元 |
|             |        | 张世广       | 张恒烈 | 徐京付 |
| 钱旭凤         | 黄炳印    | 梁春裕       |     |     |
| 路维金         |        |           |     |     |
| 办 公 室 主 任   |        |           |     |     |
| 办 公 室 副 主 任 |        |           |     |     |
| 办 公 室 成 员   |        |           |     |     |
|             | 王向东(兼) |           |     |     |
|             | 张世广(兼) |           |     |     |
|             | 李 莉    | 周守敏       |     |     |
|             | 谢 英    | 刘国普       |     |     |
|             |        | 吴晓敏       |     |     |
|             |        | 王丽芳       |     |     |

## 前 言

为了贯彻经国务院批准、劳动部颁布的《工人考核条例》，适应劳动体制深化改革和劳动力市场培育与发展的需要，推动技术监督行业工人技术培训和职业技能鉴定工作的开展，我们受国家技术监督局及技术监督行业工人技术考核指导委员会委托，依据《中华人民共和国技术监督行业工人技术等级标准》、《技术监督行业工人技术培训大纲和教学大纲》，组织编写技术监督行业31个工种技术培训用专业课及专业基础课教材。这套作为对全国企、事业单位从事技术监督工作的工人进行技术考核培训的统一指定教材，将陆续组编出版。

这次出版的食品检验工培训教材共13本，是根据食品检验工作岗位分类及培训目标编写的，它包括9个岗位（茶叶检验工岗位暂缺）的专业课及专业基础课教材。其中，专业课教材9本，分别是：《粮油及制品检验技术》、《糕点糖果检验技术》、《乳及乳制品检验技术》、《白酒果酒黄酒检验技术》、《啤酒检验技术》、《饮料检验技术》、《罐头食品检验技术》、《肉蛋及制品检验技术》、《调味品酱腌制品检验技术》；专业基础课（即通用课）教材4本，分别是：《化学基础》、《标准化计量质量基础知识》、《分析化学》、《微生物学及检验》。

我们在编写这套教材时，注意了工人培训的特点，兼顾初、中、高级工在技术培训中的不同需要，力求充分体现技术监督行业工人所应具备的职业技术知识和实际操作技能。教材内容的阐述尽量做到理论联系实际，深入浅出，通俗易懂。在专业课教材中，还适当介绍了一些专业发展的新知识、新技术。

在这套食品检验技术教材的组织出版过程中，广东、福建、陕西、安徽、内蒙古等省（自治区）技术监督局的有关领导，以及这些

省(自治区)的计量测试学会、质检所等单位分别参与了书稿的组织工作;部分高等院校、科研单位的专家、教授和具有丰富实践经验的科技工作者参加了教材的编写和审阅工作;中国计量出版社承担了教材的出版发行工作。在此,谨向有关单位及个人表示衷心地感谢。

在教材的试用过程中,如发现问题及不妥之处,恳请广大教师、学员批评指正,以便在修订时进一步完善。

技术监督行业工人技术考核培训教材编委会

1996年8月

# 编写说明

本书是根据《中华人民共和国技术监督行业工人技术等级标准》编写的工人技术培训教材之一，是产品质量检验工技术培训的基础课教材。其内容主要包括：无机化学和有机化学的基础理论知识；一些常见的化学物质以及它们在产品质量检验中的应用；常用化学仪器、试剂的使用方法和化学实验的基本操作技能。本书的特点是根据不同产品检验工种所需的基础理论和实际操作技能要求而设置教材的内容，旨在使学员通过对化学基础的学习，能够掌握从事产品检验工作所需的最基础的理论，同时具备独立工作的能力。

本书的读者对象主要为从事产品质量检验工作的初、中、高级工人。

本书稿由西北大学化工系任彩元教授初审，西北大学化学系曹居久教授复审。他们对书稿提出了宝贵的意见和建议，特此致谢。

衷心欢迎读者就本书中存在的不妥之处提出批评和建议，编者对此表示感谢。

编 者

1996 年 10 月

# 目 录

|                                 |      |
|---------------------------------|------|
| <b>第一章 摩尔和反应热</b> .....         | (1)  |
| <b>第一节 摩尔</b> .....             | (1)  |
| 一、摩尔.....                       | (1)  |
| 二、摩尔质量.....                     | (2)  |
| 三、气体的摩尔体积.....                  | (4)  |
| <b>第二节 反应热</b> .....            | (6)  |
| <b>第二章 物质结构和元素周期律</b> .....     | (8)  |
| <b>第一节 原子核</b> .....            | (8)  |
| 一、原子核.....                      | (8)  |
| 二、核素和同位素.....                   | (9)  |
| <b>第二节 原子核外电子的运动状态和排布</b> ..... | (10) |
| 一、电子云.....                      | (10) |
| 二、核外电子的运动状态.....                | (10) |
| 三、核外电子的排布.....                  | (11) |
| 四、原子结构与元素性质的关系.....             | (13) |
| <b>第三节 元素周期律和元素周期表</b> .....    | (13) |
| 一、元素周期律.....                    | (13) |
| 二、元素周期表.....                    | (16) |
| 三、元素周期律和元素周期表的意义.....           | (19) |
| <b>第四节 化学键</b> .....            | (19) |
| 一、离子键.....                      | (20) |
| 二、共价键.....                      | (20) |
| 三、配位键.....                      | (21) |
| 四、分子的极性和氢键.....                 | (22) |

|                |      |
|----------------|------|
| 第五节 配合物(又称络合物) | (23) |
| 一、配合物的概念       | (23) |
| 二、配合物的组成       | (23) |
| 三、配合物的命名       | (24) |
| 第六节 氧化还原反应     | (25) |
| 一、氧化还原反应       | (25) |
| 二、氧化剂和还原剂      | (26) |
| 第三章 硫、氮、氯的化合物  | (29) |
| 第一节 硫的化合物      | (29) |
| 一、硫化氢          | (29) |
| 二、硫的氧化物        | (30) |
| 三、硫酸和硫酸盐       | (31) |
| 第二节 氮的化合物      | (33) |
| 一、氨和铵盐         | (33) |
| 二、硝酸和硝酸盐       | (35) |
| 三、亚硝酸和亚硝酸盐     | (37) |
| 第三节 氯的化合物      | (37) |
| 一、卤素           | (37) |
| 二、盐酸           | (38) |
| 三、氯化物          | (39) |
| 第四章 溶液         | (41) |
| 第一节 溶液的浓度      | (41) |
| 一、质量分数与质量浓度    | (41) |
| 二、物质的量浓度       | (42) |
| 三、溶液的稀释和浓度的换算  | (43) |
| 第二节 溶液的类型      | (45) |
| 一、分子或离子分散系     | (45) |
| 二、胶体分散系        | (45) |
| 三、粗分散系         | (47) |
| 四、高分子化合物溶液     | (48) |

|                       |      |
|-----------------------|------|
| 第五章 化学反应速度和化学平衡 ..... | (50) |
| 第一节 化学反应速度 .....      | (50) |
| 一、化学反应速度 .....        | (50) |
| 二、影响化学反应速度的因素 .....   | (51) |
| 第二节 化学平衡 .....        | (53) |
| 一、可逆反应与化学平衡 .....     | (53) |
| 二、平衡常数 .....          | (54) |
| 三、化学平衡的移动 .....       | (54) |
| 第六章 电解质溶液 .....       | (58) |
| 第一节 强电解质和弱电解质 .....   | (58) |
| 一、强电解质和弱电解质 .....     | (58) |
| 二、弱电解质的电离平衡 .....     | (59) |
| 第二节 离子反应 .....        | (61) |
| 一、离子反应和离子方程式 .....    | (61) |
| 二、离子反应发生的条件 .....     | (62) |
| 第三节 水的电离和溶液的 pH ..... | (63) |
| 一、水的电离 .....          | (63) |
| 二、溶液的酸碱性和 pH .....    | (64) |
| 第四节 酸碱指示剂和酸碱滴定 .....  | (65) |
| 一、酸碱指示剂 .....         | (65) |
| 二、酸碱滴定 .....          | (66) |
| 第五节 盐的水解 .....        | (67) |
| 一、弱酸和强碱所成的盐 .....     | (67) |
| 二、强酸和弱碱所成的盐 .....     | (68) |
| 三、弱酸和弱碱所成的盐 .....     | (68) |
| 四、强酸和强碱所成的盐 .....     | (69) |
| 第六节 缓冲溶液 .....        | (70) |
| 一、缓冲作用和缓冲溶液 .....     | (70) |
| 二、缓冲溶液的组成 .....       | (70) |
| 三、缓冲作用的原理 .....       | (71) |

|                      |       |
|----------------------|-------|
| <b>第七章 烃</b>         | (74)  |
| 第一节 有机化合物概述          | (74)  |
| 一、有机化合物              | (74)  |
| 二、有机化合物的特性           | (74)  |
| 三、有机化合物的结构           | (75)  |
| 四、有机化合物的分类           | (77)  |
| 第二节 开链烃              | (78)  |
| 一、饱和链烃               | (78)  |
| 二、不饱和链烃              | (82)  |
| 第三节 闭链烃              | (85)  |
| 一、脂环烃                | (85)  |
| 二、芳香烃                | (86)  |
| 第四节 卤烷的性质和几种常见的卤代烃   | (89)  |
| <b>第八章 醇、醛、酮、醚</b>   | (91)  |
| 第一节 醇                | (91)  |
| 一、醇的结构               | (91)  |
| 二、醇的分类和命名            | (91)  |
| 三、醇的化学性质             | (94)  |
| 四、几种常见的醇             | (96)  |
| 第二节 醛和酮              | (97)  |
| 一、醛和酮的结构             | (97)  |
| 二、醛和酮的命名             | (98)  |
| 三、醛和酮的化学性质           | (99)  |
| 四、几种常见的醛和酮           | (102) |
| 第三节 醚                | (102) |
| 一、醚的结构和命名            | (102) |
| 二、乙醚                 | (103) |
| <b>第九章 羧酸、羟基酸和酮酸</b> | (105) |
| 第一节 羧酸               | (105) |
| 一、羧酸的分类和命名           | (105) |

|                |       |
|----------------|-------|
| 二、羧酸的化学性质      | (107) |
| 三、几种常见的羧酸      | (108) |
| 第二节 羧基酸和酮酸     | (109) |
| 一、羧基酸、酮酸的结构和命名 | (109) |
| 二、几种常见的羧基酸和酮酸  | (110) |
| 第十章 酯和脂        | (112) |
| 第一节 酯          | (112) |
| 一、酯的结构和命名      | (112) |
| 二、酯的性质         | (112) |
| 第二节 油脂         | (113) |
| 一、油脂的组成与结构     | (113) |
| 二、油脂的性质        | (115) |
| 三、油脂的乳化        | (117) |
| 第十一章 碳水化合物     | (119) |
| 第一节 单糖         | (119) |
| 一、葡萄糖          | (120) |
| 二、果糖           | (122) |
| 第二节 双糖         | (123) |
| 一、蔗糖           | (123) |
| 二、麦芽糖          | (123) |
| 三、乳糖           | (124) |
| 第三节 多糖         | (124) |
| 一、淀粉           | (125) |
| 二、纤维素          | (126) |
| 第十二章 氨基酸和蛋白质   | (127) |
| 第一节 氨基酸        | (127) |
| 一、氨基酸的结构与分类    | (127) |
| 二、氨基酸的性质       | (128) |
| 第二节 蛋白质        | (131) |
| 一、蛋白质的分子组成和结构  | (131) |

|                   |       |
|-------------------|-------|
| 二、蛋白质的性质          | (132) |
| 三、蛋白质的分类          | (134) |
| <b>化学基础实验</b>     |       |
| 实验室规则             | (136) |
| 一、实验规则            | (136) |
| 二、实验室安全规则         | (137) |
| 三、化学试剂使用规则        | (137) |
| 实验一 化学实验基本操作 (一)  | (138) |
| 实验二 化学实验基本操作 (二)  | (141) |
| 实验三 硫和氮的化合物       | (143) |
| 实验四 溶液            | (144) |
| 实验五 酸碱滴定          | (147) |
| 实验六 醛的化学性质        | (150) |
| 实验七 糖的化学性质        | (151) |
| 附录 1 酸、碱和盐的溶解性表   | (154) |
| 附录 2 常用法定计量单位及换算表 | (155) |
| 参考文献              | (156) |

# 第一章 摩尔和反应热

## 第一节 摩 尔

### 一、摩 尔

摩尔是国际单位制的一种基本单位，它以微粒数量表示物质的量。摩尔广泛地应用于科学研究、工农业生产等方面，用于定量地研究物质及其变化。

物质是由分子、原子等粒子构成的。分子和原子都是很小的。在实际化学反应中不是几个、几十个分子或原子参加反应，而是成千、亿万个分子或原子参加反应的。如果用分子或原子的个数来表示物质的数量多少，就好比用米粒的个数来表示米的数量一样，既很困难，又没有实际意义。若以一定数目的粒子为集体来进行计量，就会方便得多。

科学上规定用“物质的量”（符号为  $n$ ）来表示构成物质的粒子数目的多少。物质的量的单位叫做摩 [尔]，用符号 mol 表示。

当某一定量的物质中所包含的粒子数目和 0.012 kg 碳 12 里所含的原子数目相等，则由这些粒子所构成的物质的量就是 1 摩 [尔]（即 1 mol）。

0.012kg 碳 12 里所包含的碳原子数究竟是多少呢？实验测得是  $6.02 \times 10^{23}$  个。 $6.02 \times 10^{23}$  这个数值叫做阿伏加德罗常数。

由  $6.02 \times 10^{23}$  个粒子所构成的物质的量，就是 1 mol。1 mol 的任何物质都包含有  $6.02 \times 10^{23}$  个粒子。

物质的量（也就是摩尔的数目）相等的任何物质，它们所包含的粒子数目一定相同。例如 2 mol 碳原子和 2 mol 氧分子所包含的粒子数相同，都含有  $2 \times 6.02 \times 10^{23}$  个粒子。只是粒子的种类不同。

粒子可以是分子、原子、离子或电子、质子、中子等。

## 二、摩尔质量

### （一）摩尔质量的定义

根据 GB3102.8—93 的规定，物质的摩尔质量的定义为：质量除以物质的量，符号  $M$ ，即

$$M = m/n$$

摩尔质量的 SI 单位是  $\text{kg/mol}$ ，在分析化验中常用单位有  $\text{g/mol}$ ， $\text{mg/mol}$ 。

过去，在高中化学课本上对摩尔质量的定义是：“1 摩尔物质的质量，通常也叫做该物质的摩尔质量。摩尔质量的单位为‘克/摩尔’。”物质的量、质量和摩尔质量之间的关系被表示为

$$\text{物质的量 (摩尔)} = \frac{\text{物质的质量 (克)}}{\text{摩尔质量 (克/摩尔)}} \quad (1-1)$$

这种定义和式 (1-1) 的表达是不正确的，其错误在于：

① 摩尔质量应是“物质的质量除以物质的量。”其单位是  $\text{kg/mol}$  或  $\text{g/mol}$ ， $\text{mg/mol}$ ，即

$$M = m/n$$

由于“1 摩尔物质的质量”只能是质量，其单位应为  $\text{kg}$  或  $\text{g}$ ， $\text{mg}$ 。所以，把“摩尔质量”定义为“1 摩尔物质的质量”是不对的。

② 式 (1-1) 是量方程式，它与量的定义一样与单位无关，不应该包含或暗含特定单位。该式易使人误解，好象只能用特定单位  $\text{mol}$ ， $\text{g}$  和  $\text{g/mol}$  似的。

③ 式 (1-1) 中的“摩尔”、“克/摩尔”等是作为中文符号

来使用的,按法定计量单位使用方法规定应为“摩”、“克/摩”。

④式(1-1)中各个量的名称和表达不明确,正确的表达式应为

$$\begin{aligned} \text{B 的物质的量} &= \frac{\text{B 的质量}}{\text{B 的摩尔质量}} \\ \text{或} \quad n_{\text{B}} &= m_{\text{B}} / M_{\text{B}} \quad (1-2) \end{aligned}$$

(二) 摩尔质量 ( $M$ ) 与相对原子质量 ( $A_r$ )、相对分子质量 ( $M_r$ )

GB 3102.8—93 中,将元素的相对原子质量(符号为  $A_r$ )定义为:元素的平均原子质量与核素 $^{12}\text{C}$ 原子质量的 $1/12$ 之比(以前所称原子量现应废除,而用相对原子质量代替)。从定义得知,相对原子质量不是原子的质量,更不是原子的重量,而是某元素与 $^{12}\text{C}$ 核素的原子质量相比的比值,是无量纲的。例如:氧的相对原子质量  $A_r(\text{O}) = 16$ , 氢的相对原子质量  $A_r(\text{H}) = 1$ , 铁的相对原子质量  $A_r(\text{Fe}) = 55.85$  等等。

GB 3102.8 — 93 中,将物质的相对分子质量(符号为  $M_r$ )定义为:物质的分子或特定单元的平均质量与核素 $^{12}\text{C}$ 原子质量的 $1/12$ 之比(过去称为分子量)。例如:  $M_r(\text{NaOH}) = 23 + 16 + 1 = 40$  等等。

由于 1 个碳原子的质量跟一个氧原子的质量之比是 12:16, 1 mol 碳原子跟 1 mol 氧原子所含的原子数相同,都是  $6.02 \times 10^{23}$ , 又 1 mol 碳原子的质量是 12g, 那么, 1 mol 氧原子的质量就是 16 g。

因此,如果摩尔质量  $M$  的单位采用“g/mol”,对于元素的摩尔质量  $M$ , 则其数值等于其相对原子质量  $A_r$ 。如:

$$A_r(\text{H}) = 1 \text{ 则 } M(\text{H}) = 1 \text{ g/mol}$$

$$A_r(\text{Fe}) = 55.85 \text{ 则 } M(\text{Fe}) = 55.85 \text{ g/mol}$$

同理,对于物质的摩尔质量,其数值等于其相对分子质量

$M_r$ 。如：

$M_r(\text{H}_2\text{SO}_4) = 98.08$  则  $M(\text{H}_2\text{SO}_4) = 98.08 \text{ g/mol}$

$M_r(\text{KMnO}_4) = 158.04$  则  $M(\text{KMnO}_4) = 158.04 \text{ g/mol}$

由于电子的质量过于微小，失去或得到的电子的质量可以略去不计，则离子的摩尔质量同样可以推知。如：

$$M(\text{H}^+) = 1 \text{ g/mol}; M(\text{OH}^-) = 17 \text{ g/mol}.$$

**例 1-1** 90 g 水相当于多少摩尔水分子？

解：因水的相对分子质量  $M_r(\text{H}_2\text{O}) = 18$ ,

则其摩尔质量  $M(\text{H}_2\text{O}) = 18 \text{ g/mol}$

又因  $m(\text{H}_2\text{O}) = 90 \text{ g}$

则据式(1-2)

$$n(\text{H}_2\text{O}) = m(\text{H}_2\text{O})/M(\text{H}_2\text{O}) \\ = 90/18 = 5(\text{mol})$$

答：90 g 水相当于 5 mol 水分子。

**例 1-2** 2.5 mol NaOH 的质量是多少？

解：因 NaOH 的相对分子质量  $M_r(\text{NaOH}) = 40$ ,

则其摩尔质量  $M(\text{NaOH}) = 40 \text{ g/mol}$

又  $n(\text{NaOH}) = 2.5 \text{ mol}$

据式(1-2)

$$m(\text{NaOH}) = n(\text{NaOH})M(\text{NaOH}) \\ = 2.5 \times 40 = 100(\text{g})$$

答：2.5 mol NaOH 的质量为 100 g。

在实际应用中，有时用摩[尔]这个单位显得太大，常常还采用毫摩[尔]（符号 mmol）做单位。1 mmol 就是 1 mol 的千分之一。

即  $1 \text{ mol} = 1\,000 \text{ mmol}$ 。

### 三、气体的摩尔体积

据 GB3102.8—93，摩尔体积的定义为体积除以物质的量。其符号为  $V_m$ ；单位为立方米每摩[尔]， $\text{m}^3/\text{mol}$ 。固态、液态物质摩