



质量技术监督行业职业技能鉴定考核培训教材

化学基础与分析检验

(第二版)

质量技术监督行业职业技能鉴定指导中心 组编



中国质检出版社



质量技术监督行业职业技能鉴定考核培训教材

化学基础与 分析检验

(第二版)

质量技术监督行业职业技能鉴定指导中心 组编

中国质检出版社

北京

图书在版编目(CIP)数据

化学基础与分析检验/质量技术监督行业职业技能鉴定指导中心组编. —2 版. —北京:中国质检出版社, 2013

质量技术监督行业职业技能鉴定考核培训教材

ISBN 978-7-5026-3646-3

I. ①化… II. ①质… III. ①化学分析—技术培训—教材
IV. ①065

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 155117 号

内容提要

本书是质量技术监督行业职业技能培训基础课教材。全书分化学基础和分析检验两部分,共 23 章,主要内容包括:产品质量检验所涉及的无机化学和有机化学基础知识;分析化学的基础理论;常见分析仪器的原理和操作方法;实验室规则和实验技术等。本书着重基础理论和检验技能训练。各章附有复习题,以便读者学习掌握。

本书除可用作培训教材外,还可供与食品检验相关的专业技术人员、学生和教师使用。

中国质检出版社出版发行

北京朝阳区和平里西街甲 2 号(100013)

北京市西城区三里河北街 16 号(100045)

网址:www.spc.net.cn

总编室:(010)64275323 发行中心:(010)51780235

读者服务部:(010)68523946

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷

各地新华书店经销

*

开本 880 × 1230 1/32 印张 13.125 字数 370 千字

2013 年 3 月第 2 版 2013 年 3 月第 6 次印刷

*

定价 45.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换

版权专有 侵权必究

举报电话:(010)68510107

编写与审定人员

主 编 彭亚锋

副主编 赵 敏 雷 涛

主 审 于世林

编 写 郑爱玲 徐秋英(第1章~第12章)

郑 蓉 (第13章、第22章)

彭亚锋 (第15章~第17章)

雷 涛 (第14章、第18章)

冷桃花 (第19章)

麦成华 杜茹芸 宁啸骏 朱 伟(第20章)

李 俊 (第21章)

王丁林 赵 敏(第22章)

审 定 季 飞 毕 宁 杜小平 张世广 谢 瑛

第二版前言

为更好地贯彻国家职业资格证书制度,进一步推进质量技术监督行业职业技能鉴定与职业资格证书制度工作的开展,自2009年起,随着《中华人民共和国食品安全法》公布实施,以及食品安全相关国家标准的制修订工作的相继展开,依据食品安全生产、经营和管理等相关法律法规和安全检验技术标准的要求,我们陆续开展对质量技术监督行业产品检验系列教材的修订工作。

《化学基础与分析化学》是质量技术监督行业专业基础培训教材,2006年首次出版,以其内容实用、结构合理、程度适用等受到广大读者的欢迎。此次再版按照最新国家标准和相关法规,增删了部分章节,并对分析检验准备、数据处理、滴定法等内容进行了整合和修订;根据产品检验工作的实际需要,增加了样品采集与制备、原子发射光谱法、原子荧光光谱法、气相色谱-质谱联用技术、液相色谱-质谱联用技术、薄层色谱法、分析化验中的质量保证与控制等内容。全书分化学基础和分析检验两部分。其主要内容包括无机化学和有机化学中与产品质量检验所涉及的分析检验有关的基础知识;分析化学的基础理论、常见分析仪器的原理和操作方法;实验室规则和实验技术等。

作为质量技术监督行业专业基础培训教材,《化学基础与分析化学》(第二版)在与产品检验系列专业教材内容的衔接配套方面,更注重专业基础课的实用性,力求理论联系实际,体现了以职业活动为导向、以技能为核心的特点。读者通过对本书的学习,能

够掌握分析检验工作所需的化学基础理论知识和技能,具备独立工作的基本能力;对学有余力的学员,可以学到更多更新的分析检验技术,为进一步从事仪器分析工作打下坚实的基础。

本书在郑爱玲主编的《化学基础与分析检验》(2006 版)的基础上修改编写而成,由彭亚锋、雷涛和王丁林整理定稿,北京化工大学于世林教授主审。

本书编写和出版过程中,得到了上海市质量监督检验技术研究院、中国质检出版社专家的具体指导和大力支持。在此,谨对曾给予支持和帮助的各方面专家表示诚挚的谢意!对书中参考和引用的相关资料和文献的作者,表示诚挚的谢意!

欢迎广大读者就教材使用过程中遇到的问题提出宝贵意见,以便在今后教材修订时进一步完善。

质量技术监督行业职业技能鉴定指导中心

目 录

第一部分 化学基础

第1章 摩尔及摩尔质量	(3)
1.1 摩尔	(3)
1.2 摩尔质量及其计算	(4)
复习思考题	(5)
第2章 溶液	(6)
2.1 溶液的浓度	(6)
2.2 溶液的类型	(10)
复习思考题	(14)
第3章 电解质溶液	(16)
3.1 强电解质和弱电解质	(16)
3.2 水的电离和溶液的 pH	(18)
3.3 酸碱指示剂和酸碱滴定	(20)
3.4 缓冲溶液	(22)
复习思考题	(25)
第4章 沉淀溶解平衡	(26)
4.1 溶度积	(26)
4.2 沉淀的生成	(28)
4.3 沉淀的溶解	(29)
4.4 沉淀的转化	(30)
4.5 溶度积规则的应用	(31)
复习思考题	(32)



第5章 配合物	(33)
5.1 配合物的概念	(33)
5.2 配合物的组成	(33)
5.3 配合物的命名	(34)
复习思考题	(35)
第6章 氧化还原反应	(36)
6.1 氧化还原反应	(36)
6.2 氧化剂和还原剂	(37)
复习思考题	(38)
第7章 有机化合物的特性、结构及其分类	(40)
7.1 有机化合物	(40)
7.2 有机化合物的特性	(40)
7.3 有机化合物的结构	(41)
7.4 有机化合物的分类	(42)
复习思考题	(44)
第8章 醇、醛、酮、醚	(45)
8.1 醇	(45)
8.2 醛和酮	(46)
8.3 醚	(48)
复习思考题	(49)
第9章 羧酸、羟基酸和酮酸	(50)
9.1 羧酸	(50)
9.2 羟基酸和酮酸	(51)
复习思考题	(53)
第10章 酯和脂	(54)
10.1 酯	(54)
10.2 油脂	(54)
复习思考题	(57)
第11章 碳水化合物	(59)
11.1 单糖	(59)



11.2 双糖	(61)
11.3 多糖	(62)
复习思考题	(64)
第12章 氨基酸和蛋白质	(65)
12.1 氨基酸	(65)
12.2 蛋白质	(67)
复习思考题	(69)

第二部分 分析检验

第13章 样品采集与制备	(73)
13.1 样品的采集和保存	(73)
13.2 样品的制备	(79)
复习思考题	(84)
第14章 分析检验准备	(85)
14.1 实验室用水	(85)
14.2 化学试剂与溶液的配制	(89)
14.3 常用器皿和仪器设备的准备	(93)
14.4 天平	(106)
14.5 分析天平的使用方法和使用规则	(111)
复习思考题	(115)
第15章 滴定分析	(116)
15.1 概述	(116)
15.2 酸碱滴定法	(122)
15.3 沉淀滴定法	(137)
15.4 络合滴定法	(144)
15.5 氧化还原滴定法	(155)
复习思考题	(165)
第16章 称量分析法	(169)
16.1 挥发法	(169)
16.2 萃取法	(170)



16.3	沉淀法	(170)
16.4	称量分析法应用示例	(177)
	复习思考题	(179)
第17章	电化学分析法	(181)
17.1	原电池、标准电极电位	(181)
17.2	电位分析法的基本原理	(185)
17.3	电位法测定 pH	(186)
17.4	电位滴定法	(189)
17.5	离子选择性电极	(190)
17.6	酸度计使用方法与应用	(191)
	复习思考题	(193)
第18章	吸光光度法	(195)
18.1	光的吸收定律	(195)
18.2	目视比色法	(197)
18.3	光度计比色法	(198)
	复习思考题	(202)
第19章	原子光谱分析	(203)
19.1	原子吸收光谱法	(204)
19.2	原子发射光谱法	(212)
19.3	原子荧光光谱法	(221)
19.4	样品处理技术	(227)
19.5	联用技术	(231)
	复习思考题	(237)
第20章	色谱法与色谱-质谱联用技术	(239)
20.1	气相色谱法	(239)
20.2	高效液相色谱法	(257)
20.3	气相色谱-质谱联用技术	(272)
20.4	液相色谱-质谱联用技术	(284)
20.5	薄层色谱法	(298)
	复习思考题	(301)



第 21 章 数据处理	(303)
21.1 误差	(303)
21.2 有效数字与运算规则	(309)
21.3 原始记录、数据处理和分析报告	(316)
复习思考题	(322)
第 22 章 分析检验中的质量保证与控制	(324)
22.1 分析检验中的质量保证	(324)
22.2 分析检验中的质量控制	(331)
复习思考题	(344)
第 23 章 检测实验	(345)
23.1 实验室规则	(345)
23.2 实验室技术	(346)
实验 1 天平称量练习和容量仪器的洗涤与滴定练习	(346)
实验 2 乳粉中水分的测定	(353)
实验 3 0.1 mol/L 盐酸标准溶液的配制和标定	(355)
实验 4 牛乳中酸度的测定	(357)
实验 5 银量法标准溶液的配制与标定	(358)
实验 6 氯化钠含量的测定	(360)
实验 7 水的总硬度的测定	(360)
实验 8 水中氟化物的测定(氟离子选择电极法)	(364)
实验 9 电位法测定汽水的 pH	(367)
实验 10 罐头食品中锡含量的测定	(369)
实验 11 矿泉水中微量元素锌的测定	(372)
实验 12 食品添加剂山梨酸、苯甲酸的测定	(373)
实验 13 膏霜、乳、液、粉类化妆品中苯甲醇含量的测定	(376)
实验 14 奶粉中三聚氰胺的测定(气相色谱-质谱联用法)	(379)
实验 15 动物源性食品中克伦特罗测定(液相	



色谱-串联质谱法)	(383)
实验 16 脱氧雪腐镰刀菌烯醇的测定(薄层色谱法)	(386)
附录 1 相对原子质量表	(389)
附录 2 常用化合物的相对分子质量	(392)
附录 3 常用酸碱溶液的配制	(396)
附录 4 常用指示剂	(397)
附录 5 几种常用缓冲溶液的配制	(400)
附录 6 酸、碱和盐的溶解性表(20℃)	(401)
附录 7 分析化学中常用的量与单位	(402)
附录 8 常用基准物质的干燥条件和应用	(406)
参考文献	

第一部分 化学基础

第 1 章 / 摩尔及摩尔质量

1.1 摩 尔

摩尔是国际单位制(SI制)的一个基本单位,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、上万甚至上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,就好像用米粒的个数来表示米的数量一样,既困难,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 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 来表示。

当某一定量的物质中所包含的粒子数目和 $0.012 \text{ kg } ^{12}\text{C}$ 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。

实验测得 0.012 kg 碳¹²里包含了 6.02×10^{23} 个碳原子数, 6.02×10^{23} 这个数值叫做阿伏加德罗常数。由 6.02×10^{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 6.02×10^{23} 个粒子。

物质的量(摩尔的数目)相等的任何物质,它们所包含的粒子数目一定是相同的。例如,2 mol 碳原子和 2 mol 氧原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、电子、质子和中子。



1.2 摩尔质量及其计算

1 mol 物质的质量通常也称该物质的摩尔质量。摩尔质量的符号用 M 表示,摩尔质量的单位是 g/mol 。物质的量、物质的质量和摩尔质量之间的关系可以用式(1—1)表示:

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

或用符号表示

$$n = \frac{m}{M} \quad (1-2)$$

【例1.1】 90 g 水相当于多少摩尔水分子?

解: 水的相对分子质量是 18, 摩尔质量 $M(\text{H}_2\text{O}) = 18 \text{ g/mol}$

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

据式(1—2)

$$n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{m(\text{H}_2\text{O})}{M(\text{H}_2\text{O})} = \frac{90}{18} = 50 (\text{mol})$$

答: 90 g 水相当于 5 mol 水分子。

【例 1.2】 2.5 mol 氢氧化钠的质量是多少?

解: 因 $M(\text{NaOH}) = 40 \text{ g/mol}$

又 $n(\text{NaOH}) = 2.5 \text{ mol}$

据式(1—2)

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

答: 2.5 mol 氢氧化钠的质量为 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 $1 \text{ mol} = 1000 \text{ mmol}$ 。

**复习思考题**

1. 物质的量是用什么来表示的? 写出它的名称和符号。

2. 计算下列各题:

①16 g 氧气相当于几个摩尔氧气? (0.5 mol)

②0.75 mol 氢氧化钠是多少克? (30 g)

③147 g 硫酸相当于几个摩尔硫酸? (1.5 mol)

④0.2 mol 碳是多少克? (2.4 g)

⑤多少克的二氧化碳和 4g 氢气所含有的摩尔数相同?
(88 g)

3. 在 2 g 氢气或 8 g 氧气中, 哪种气体含有分子数目多?

4. 判断下列说法正确与否? 并说明理由。

①1 mol 氢和 1 mol 氧所含的分子个数相等。

②5.85 g 铁和 5.85 g 铜所含的摩尔数相等。

5. 3 g 硝酸镁 $[\text{Mg}(\text{NO}_3)_2]$ 和 0.6 g 磷酸钠 (Na_3PO_4) 的物质的量分别为多少摩尔?
(0.02 mol 0.004 mol)