



全国食品加工与检验专业职业教育任务引领型“十二五”规划教材
职业院校工学结合课程实践成果

食品分析与检验

◎ 冯铭琴 主编

- ▶ 以食品检测工作岗位的典型工作任务为线索，选取学生必需的基础知识、基础操作技能，突出职业教育特色。
- ▶ 既突出以教师为主导的“教”，更着重培养学生从事食品检测职业工作的“做”。
- ▶ 试剂配制、操作步骤、理论基础、检测方法、结果分析主要参考国家现行标准进行，体现食品检测工作岗位的实际需要。



配电子课件



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



全国食品加工与检验专业职业教育任务引领型“十二五”规划教材 职业院校工学结合课程实践成果

烘焙食品加工与检验	黎彩霞
肉制品加工与检验	梁少华
饮料加工与检验	徐魏
食品分析与检验	冯铭琴
微生物检验技术	高晓龙

地址:北京市百万庄大街22号

邮政编码:100037

电话服务

社服务中心:010-88361066

销售一部:010-68326294

销售二部:010-88379649

读者购书热线:010-88379203

网络服务

教材网: <http://www.cmpedu.com>

机工官网: <http://www.cmpbook.com>

机工官博: <http://weibo.com/cmp1952>

封面无防伪标均为盗版

ISBN 978-7-111-44776-4

策划编辑◎徐春涛 / 封面设计◎张静

ISBN 978-7-111-44776-4



9 787111 447764 >

定价: 26.00元

全国食品加工与检验专业职业教育任务引领型“十二五”规划教材

职业院校工学结合课程实践成果

食品分析与检验

主 编 冯铭琴

副主编 阮秋菊

参 编 梁少娟 高晓龙 彭乃才

黎彩平 冯展威 朱晓燕

裴小平 叶文强 李拥军



机械工业出版社

本书以任务教学为线索,即以食品检测的工作能力、工作任务为线索,选取学生必需的基础知识、基础操作技能和食品检测工作岗位的典型工作任务进行编写,注重培养学生从事食品检测职业的综合素质能力。全书共分3个模块,即食品分析与检验必备知识、常用溶液的配制、食品分析与检验综合实验。教材中的试剂配制、操作步骤、理论基础、检测方法、结果分析主要参考国家现行标准进行编写,体现了食品检测工作岗位的实际需要。

本教材可作为中、高职学校食品加工检验、食品生物工艺、食品科学与工程、食品质量与安全等相关专业的教材,也可供相关企业单位有关技术人员参考。

为方便教学,本书配备了电子课件等教学资源。凡选用本书作为教材的教师均可登录机械工业出版社教材服务网 www.cmpedu.com 免费下载。如有问题请致信 cmpgaozhi@sina.com。或致电 010-88379375 联系营销人员。

图书在版编目(CIP)数据

食品分析与检验 / 冯铭琴主编. —北京:机械工业出版社, 2013.11

全国食品加工与检验专业职业教育任务引领型“十二五”规划教材

ISBN 978-7-111-44776-4

I. ①食… II. ①冯… III. ①食品分析—职业教育—教材
②食品检验—职业教育—教材 IV. ①TS207.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 270745 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:徐春涛 责任编辑:徐春涛 乔 晨

责任印制:杨 曦

北京富生印刷厂印刷

2014 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm·13.25 印张·2 插页·324 千字

0 001—3 000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-44776-4

定价:26.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010)88361066

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售一部:(010)68326294

机工官网:<http://www.cmpbook.com>

销售二部:(010)88379649

机工官博:<http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线:(010)88379203

封面无防伪标均为盗版

前 言

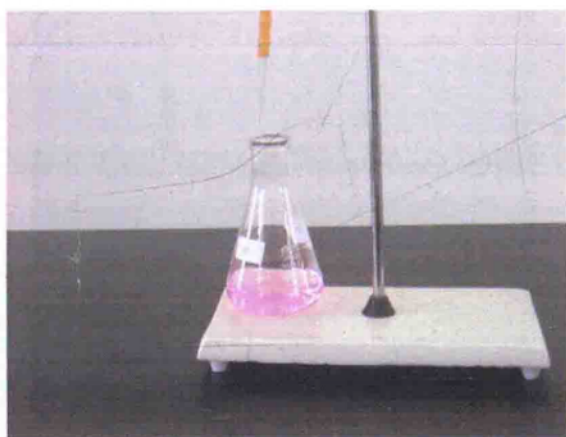
本教材是由从事食品检测教学工作十余年的一线教师，通过总结多年教学经验，结合国家食品检验工职业资格考试的要求、标准和多届毕业学生在企业从事食品检验与安全管理实际岗位职业能力要求而精心编写的，同时还邀请了食品企业技术人员参与编写工作。

全书以任务教学为线索，即以食品检测的工作能力、工作任务为线索，选取学生必需的基础知识、基础操作技能和食品检测工作岗位的典型工作任务进行编写，注重培养学生从事食品检测职业的综合素质能力。教材中的试剂配制、操作步骤、理论基础、检测方法、结果分析主要参考国家现行标准进行编写，体现了食品检测工作岗位的实际需要。

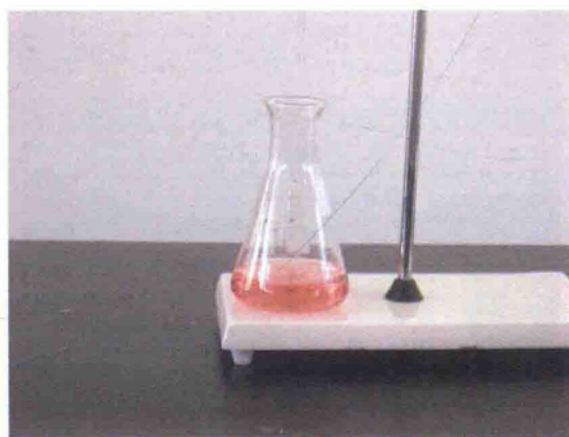
本书由冯铭琴（中山市技师学院）担任主编，负责全书的设计、统稿工作。具体分工如下：高晓龙（中山市技师学院）编写任务 1 和任务 10-8、任务 10-9；阮秋菊（中山市技师学院）编写任务 2、任务 4、任务 10-5、任务 10-6、任务 10-7；冯铭琴编写任务 3；冯展威（中山市技师学院）编写任务 5；彭乃才（中山市技师学院）编写任务 6；梁少娟（中山市技师学院）编写任务 7、任务 10-1、任务 10-2；裴小平（中山市技师学院）编写任务 8、任务 10-3、任务 10-4；黎彩平（中山市技师学院）编写任务 9-1；朱晓燕（中山市技师学院）编写任务 9-2、任务 9-3、任务 9-4。此外，叶文强（中山市技师学院）、李拥军（中山市农产品质量监督检验所）也参与了本书的部分编工作。北京一轻高级技术学校的张磊、顾玥、崔凯、马彬彬、杨心宇对本书的编写提供了帮助，同时本书还得到职业教育国家规划教材编写组赵金海和刘纯根专家的指导，对教材的编写提供了很多宝贵的意见，在此一并致谢。

由于时间仓促，编者水平有限，书中难免存在疏漏或不妥之处，恳请各位专家与读者批评指正。

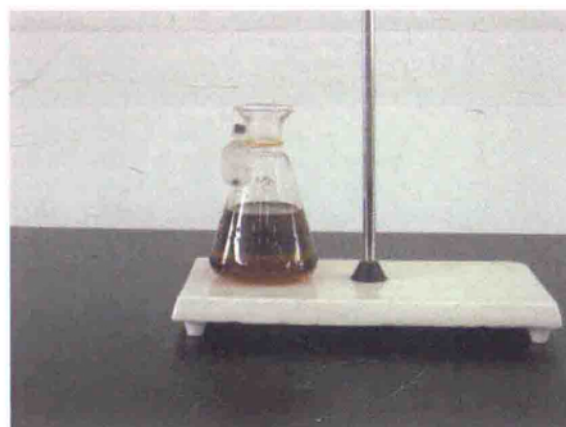
编 者



彩图 6-1 氢氧化钠标定终点颜色



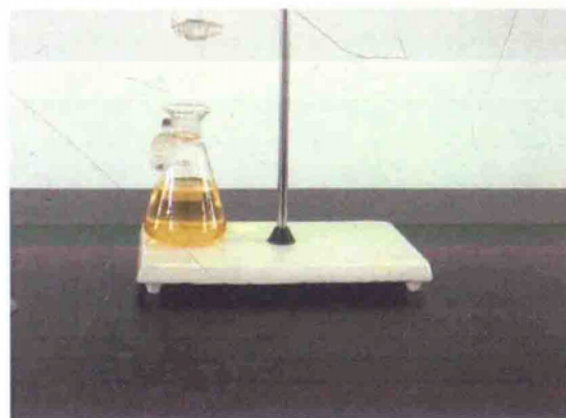
彩图 6-2 盐酸标定终点颜色



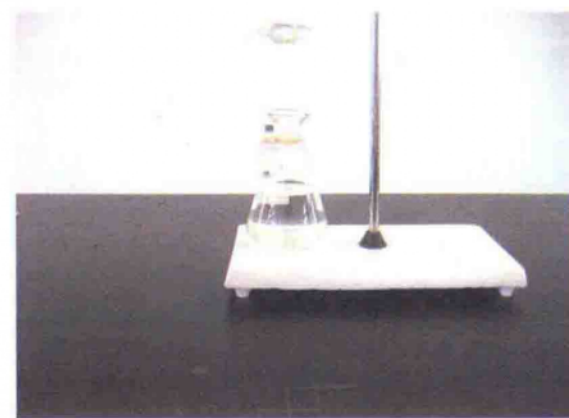
彩图 6-3 临近终点



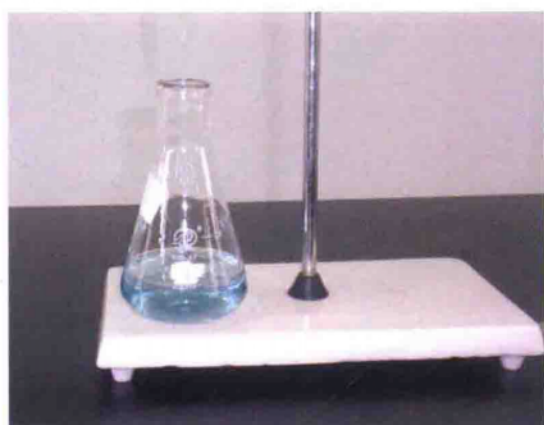
彩图 6-4 终点判断



彩图 6-5 临近终点 (溶液浅黄色)



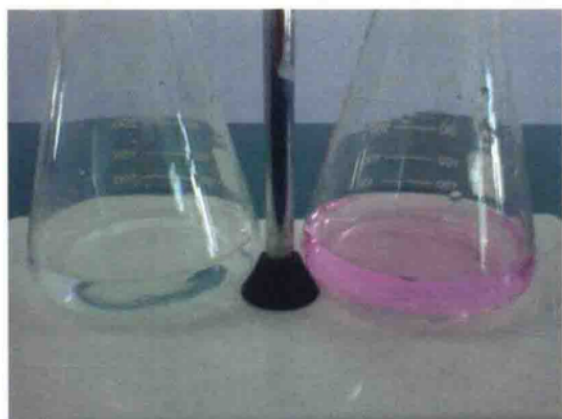
彩图 6-6 终点 (蓝色消失)



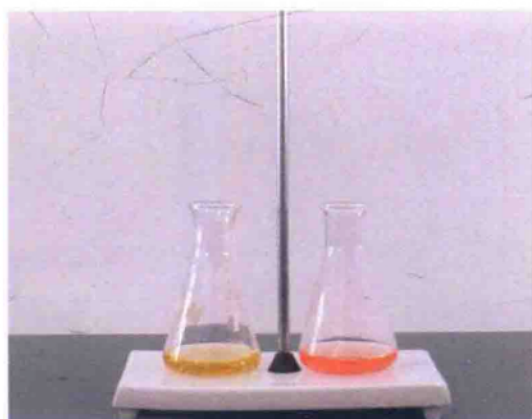
彩图 6-7 终点判断：溶液由紫色变为纯蓝色



彩图 6-8 终点：溶液呈红黄色



彩图 9-1 滴定终点（透明→微红色）



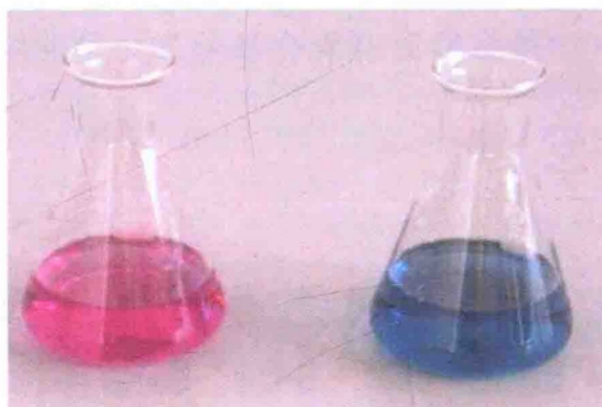
彩图 9-2 滴定终点（黄色→红色）



彩图 9-3 滴定终点（蓝绿色→酒红色）



彩图 9-4 滴定终点（红色→透明）



彩图 9-5 滴定终点颜色变化



彩图 9-6 滴定前



彩图 9-7 滴定终点



彩图 9-8 滴定前



彩图 9-9 滴定终点

目 录

前言

模块1 食品分析与检验必备知识.....	1
任务1 掌握相关理论基础知识.....	2
任务1-1 掌握标准化、计量知识.....	2
任务1-2 误差一般知识和数据处理常用方法.....	5
任务1-3 实验室的安全与管理.....	11
任务2 常见玻璃仪器使用.....	14
任务2-1 容量瓶的使用.....	14
任务2-2 吸量管的使用.....	17
任务2-3 酸式滴定管的使用.....	19
任务2-4 碱式滴定管的使用.....	22
任务3 实验常用仪器的使用.....	26
任务3-1 电子天平的使用.....	26
任务3-2 酸度计的使用.....	29
任务3-3 分光光度计的使用.....	32
任务3-4 马福炉的使用.....	34
任务3-5 鼓风干燥箱的使用.....	36
任务3-6 电子恒温水浴锅的使用.....	38
任务4 样品的采集、制备、预处理与保存.....	40
任务4-1 样品的采集.....	40
任务4-2 样品的制备.....	43
任务4-3 样品的预处理.....	45
任务4-4 样品的保存.....	47
模块2 常用溶液的配制.....	49
任务5 一般溶液的配制.....	50
任务5-1 质量分数溶液的配制.....	50
任务5-2 体积分数溶液和混合体积分数溶液的配制.....	52
任务5-3 质量浓度溶液的配制.....	54
任务5-4 物质的量浓度溶液的配制.....	56
任务6 标准溶液的配制与标定.....	60
任务6-1 氢氧化钠标准溶液的配制与标定.....	60
任务6-2 盐酸标准溶液的配制与标定.....	63
任务6-3 硫代硫酸钠标准溶液的配制与标定.....	66
任务6-4 碘标准溶液的配制与标定.....	70

任务 6-5 EDTA 标准溶液的配制与标定	73
任务 6-6 高锰酸钾标准溶液的配制与标定	77
任务 6-7 硝酸银标准溶液的配制与标定	81
模块 3 食品分析与检验综合实验	85
任务 7 物理检验	86
任务 7-1 比重计法测定相对密度	86
任务 7-2 比重瓶法测定果汁的相对密度	88
任务 7-3 折光计法测定饮料中可溶性固形物含量	91
任务 7-4 旋光计法测定味精中麸氨酸钠的含量	95
任务 8 称量分析	100
任务 8-1 固体食品中水分含量的测定——直接干燥法	100
任务 8-2 固体食品中灰分的测定	103
任务 8-3 固体食品中粗脂肪的测定	105
任务 9 滴定分析	110
任务 9-1 酸碱滴定	110
任务 9-2 配位滴定	131
任务 9-3 氧化还原滴定	140
任务 9-4 沉淀滴定	153
任务 10 仪器分析	158
任务 10-1 果汁饮料 pH 值的测定	158
任务 10-2 香肠中亚硝酸盐的测定——分光光度法	160
任务 10-3 白酒中甲醇含量的测定——分光光度法	164
任务 10-4 啤酒中双乙酰含量的测定——分光光度法	168
任务 10-5 白酒中铅含量的测定——石墨炉原子吸收光谱法	171
任务 10-6 白酒中铜含量的测定——原子吸收光谱法	175
任务 10-7 不含淀粉的奶粉中维生素 C 含量的测定——荧光分光光度法	179
任务 10-8 蔬菜中有机磷农药残留量的测定——气相色谱法	183
任务 10-9 果汁类饮料中山梨酸、苯甲酸含量的测定——高效液相色谱法	186
附录	190
附录 A 不同温度下标准滴定溶液的体积的补正值表	190
附录 B 糖锤度温度校正表	191
附录 C 酒精浓度与温度更正表	192
附录 D 乳稠计读数变为温度 20℃ 时的度数换算表	200
附录 E 折光率与可溶性固形物含量换算表	201
附录 F 可溶性固形物含量对温度的校正表	202
参考文献	203



模块 1

食品分析与检验必备知识

任务 1 掌握相关理论知识

任务 2 常见玻璃仪器使用

任务 3 实验常用仪器的使用

任务 4 样品的采集、制备、预处理与保存



任务 1 >>>

掌握相关理论基础知识

>>> 任务 1-1 掌握标准化、计量知识

标准化是为了在一定范围内获得最佳程序，对现实问题或潜在问题制定共同使用和重复使用的条款的活动。

计量在我国已有近 5000 年的历史。过去，计量在我国被称为“度量衡”，原定义是“关于长度、容量和质量的测量”，其主要的计量器具是尺、斗、秤。现代计量的标志是 1960 年国际计量大会决议通过并建立的适用于各个科学技术领域的计量单位制，即国际单位制。1985 年公布了《中华人民共和国计量法》，标志着中国计量工作从行政管理走向法制管理的新阶段。



任务目标

- (1) 学会标准的分级、分类，标准的代号和编号等。
- (2) 学会计量初步知识。
- (3) 明白物质的量、摩尔质量等分析中常用单位的概念和意义等。



任务分析

标准的种类繁多，按照我国现行的分类方法有 5 种，即按照标准的约束性分类、按照标准在标准系统中的地位和作用分类、按照标准的适用范围分类、按照标准化对象在生产过程中的作用分类、按照标准的性质分类。

法定计量单位是由国家以法令形式规定或允许使用的计量单位。我国的法定计量单位是以国际单位制为基础，结合我国的实际情况制定的。

在分析化学中的常用法定计量单位是物质的量和摩尔质量，它们都是化学领域最重要而且最常用的物理量。



任务实施

一、标准化基本知识

1. 标准的分级

按照标准的适用范围，我国的标准分为国家标准、行业标准、地方标准和企业标准 4 个

级别。

(1) 国家标准 由国务院标准化行政主管部门（现为国家质量监督检验检疫总局）制定（编制计划、组织起草、统一审批、编号、发布）。国家标准在全国范围内适用，其他各级别标准不得与国家标准相抵触。

(2) 行业标准 由国务院有关行政主管部门制定，如化工行业标准（代号为 HG）、石油化行业标准（代号为 SH）由中国石油和化工协会制定，轻工行业标准（代号为 QB）由中国轻工业联合会制定。行业标准在全国某个行业范围内适用。

(3) 地方标准 由省、自治区、直辖市标准化行政主管部门制定，在地方辖区范围内适用。

(4) 企业标准 没有国家标准、行业标准和地方标准的产品，企业应当制定相应的企业标准，企业标准应报当地政府标准化行政主管部门和有关行政主管部门备案。企业标准在该企业内部适用。

2. 标准的分类

按照技术标准的种类分为基础标准、产品标准、方法标准、安全卫生与环境保护标准等 4 类。

(1) 基础标准 基础标准是指在一定范围内作为其他标准的基础并具有广泛指导意义的标准，包括：标准化工作导则，如 GB/T 1.1—2009《标准的结构和编写规则》；通用技术语言标准；量和单位标准；数值与数据标准，如 GB/T 8170—2008《数值修约规则与极限数值的表示和判定》等。

(2) 产品标准 产品标准是指对产品结构、规格、质量和检验方法所做的技术规定。

(3) 方法标准 方法标准是指以产品性能、质量方面的检测、试验方法为对象而制定的标准。其内容包括检测或试验的类别、检测规则、抽样、取样测定、操作、精度要求等方面的规定，还包括所用仪器、设备、检测和试验条件、方法、步骤、数据分析、结果计算、评定、合格标准、复验规则等。

(4) 安全卫生与环境保护标准 这类标准是以保护人和物的安全、保护人类的健康、保护环境为目的而制定的标准。这类标准一般都要强制贯彻执行的。

3. 标准的代号和编号

(1) 标准的代号 GB—强制性国家标准；GB/T—推荐性国家标准；QB—轻工行业标准；SB—商业行业标准；DB11—地方标准（DB 后面的数字为省、自治区、直辖市行政区划代码前两位数字）。

(2) 标准的编号 标准编号由标准代号、标准发布顺序号和标准发布年号组成。例如：GB 7718—2011 为强制性国家标准，7718 为标准发布顺序号，2011 为该标准发布年号；GB/T 13662—2008 为推荐性国家标准，13662 为该标准发布顺序号，2008 为该标准发布的年号。

4. 我国采用国际和国外先进标准程度及对应关系

采用程度	符 号	缩 写 字 母	表 示 意 义
等同	≡	idt 或 IDT	指技术内容相同，没有或仅有编辑性修改，编写方法完全相对应
等效	=	eqv 或 EQV	指主要技术内容相同，技术上只有很小差异，编写方法不完全相对应
非等效	≠	neq 或 NEQ	指技术内容有重大差异

二、学会计量基本知识

1. 法定计量单位

法定计量单位是指由国家法律承认、具有法定地位的计量单位。我国的法定计量单位包括以下内容：

- (1) 国际单位制的基本单位。
- (2) 国际单位制的辅助单位。
- (3) 国际单位制中具有专门名称的导出单位。
- (4) 国家选定的可与国际单位制单位并用的非国际单位制单位。
- (5) 由以上单位构成的组合形式的单位。
- (6) 由词头和以上单位构成的十进倍数和分数单位。

2. 分析化学中的常用法定计量单位——物质的量

物质的量是化学领域最重要而且最常用的一个物理量，它是国际单位制的基本单位量，符号为 n ，单位名称是摩尔，单位符号为 mol 。摩尔是一个系统的物质的量，该系统中所包含的基本单元数与 0.012kg 碳-12 的原子数目相等。在使用摩尔时，基本单元应予指明，可以是原子、分子、离子、电子及其他离子，或是这些粒子的特定组合。在表示物质的量时，基本单元必须指明，如 $n(\text{H}_2\text{O})=0.5\text{mol}$ 。

3. 分析化学中的常用法定计量单位——摩尔质量

摩尔质量是物质的量的导出量，其符号为 M ，如 $M(\text{H}_2\text{O})=18\text{g/mol}$ 。它是联系物质的量与其质量的一个量。过去把 M 称为“克分子量”或“克原子量”等都是错误的，均应改称为摩尔质量。

 任务评价

学业评价表					
序 号	项 目		学习任务的完成情况评价		
			自评（30%）	小组评（30%）	教师评（40%）
1	职业素养	学习积极主动、勤学好问（10分）			
2		主动参与讨论，能有效表达自己的见解（20分）			
3		乐于帮助别人，耐心解答同学疑问（10分）			
4	专业能力	会标准的分级、分类、代号和编号（20分）			
5		会计量初步知识（20分）			
6		明白物质的量、摩尔质量等分析中常用单位的概念（20分）			
7	分数合计（100分）				
8	存在的问题及建议				
9	综合评价分数				



帮 助

- (1) 我国在国家标准管理办法中规定国家标准实施 5 年内要进行复审，即国家标准有效期一般为 5 年。
- (2) 企业标准有效期一般是 3 年，但企业标准涉及的强制性国家或行业标准发生变化时，企业标准要随之修改。
- (3) 国际单位制的基本单位见下表：

物理量名称	物理量符号	单位名称	单位符号
长度	l	米	m
质量	m	千克（公斤）	kg
时间	t	秒	s
电流	I	安[培]	A
热力学温度	T	开[尔文]	K
物质的量	n (v)	摩[尔]	mol
发光强度	I (Iv)	坎[德拉]	cd

注：1. []内的字，是在不致混淆的情况下，可以省略的字。
2. ()内的字为前者的同义语。

- (4) 0.012kg 碳-12 的原子数目其近似值为 $6.022\ 136\ 7\times10^{23}$ ，1mol 的任何物质所含有的该物质的微粒数叫阿伏伽德罗常数，近似值为 $N_A=6.022\ 136\ 7\times10^{23}$ 。
- (5) 物质的量、摩尔质量与质量三者之间的关系式为 $n=m/M$ 。

>>> 任务 1-2 误差一般知识和数据处理常用方法

在任何一项分析工作中，我们用同一分析方法测定同一样品时，虽经过多次测定，测定结果总不会完全相同，这说明在测量中有误差。为此，我们必须了解误差产生的原因及其表示方法，尽可能减小误差，以提高分析的准确度。



任务目标

- (1) 明白误差产生原因及分类。
- (2) 学会有效数字的位数确定，修约规则以及运算规则。
- (3) 学会绝对误差及相对误差的计算。
- (4) 学会绝对偏差、相对偏差、平均偏差以及相对平均偏差的计算。
- (5) 明白准确度与精密度之间的关系。
- (6) 学会用 Q 检验法进行异常数据的剔除。



任务分析

在化验分析工作中，对于过程产生的误差是不可避免且客观存在的，有效数字对结果的

误差也会产生一定的影响,最后结果的好坏还受到精密度的影响并用准确度来衡量。正确处理准确度、精密度和误差之间的关系也就变得尤其重要。



任务实施

一、误差产生原因及分类

在分析测定中,误差总是客观存在的。误差按其性质不同可分为两类,即系统误差和偶然误差。两类误差产生的原因是不同的,在减免误差时所涉及的方法也不同。

1. 系统误差

系统误差是指在测定过程中某些经常性的原因所造成的误差。其特点是:①测定过程中重复出现;②单向性地影响测定结果(偏高或偏低);③恒定、可测(大小可测,因此可以扣除)。按不同的产生原因,系统误差可分为:

方法误差——由于分析方法本身不够完善而引入的误差。

仪器误差——由于仪器本身的缺陷造成的误差。

试剂误差——由于试剂不纯,去离子水不合格,引入待测组分或干扰组分而引起的误差。

主观误差——由于操作人员主观原因造成的误差。例如:对于终点颜色的判断,由于个人辨色能力的差异,有人偏深,有人偏浅;对于具体人而言,在相同条件下,误差会重复出现。

2. 偶然误差

偶然误差是指由于某些偶然因素造成的误差。例如:由于室温、气压、湿度的偶然波动;由于个人的辨别差异,在读数时,最后一位数估测不准。这类误差在分析过程中是不可避免的,或多或少总会存在,也不可能完全消除。其特点是当测定次数较多时,大小相近的正误差和负误差出现的机会相等;小误差出现的频率较高,而大误差出现的频率较低。偶然误差的这一特点可用正态分布曲线描述。

3. 误差的减免

(1)适当增加测定次数,取平均值可以减少偶然误差。

(2)对各种试剂、仪器、器皿进行校正,可以减免来自试剂、仪器的系统误差。

(3)进行空白试验,扣除空白值可以抵消测定过程中某些干扰,如试剂不纯等造成的系统误差。

(4)对照试验是检验系统误差的有效方法,可以发现系统误差,并在测定结果中扣除。

(5)进行回收率试验,即在样品中加入标准物质,测定其回收率,可以检验分析方法的准确程度和样品所引起的干扰误差。

(6)正确选取样品量,使测定的相对误差在规定的范围内。

二、有效数字的应用

在分析化验工作中,为了取得准确的分析结果,不仅要准确地进行测定,还要正确地记录与计算。当记录数据结果时,不仅要反映测量值的大小,还要反映测量值的准确程度。所谓正确记录就是指正确记录数字的位数,同时还要求能正确地运用有效数字及其运算规则,这样才能得到相对准确的实验结果。

1. 有效数字的概念

有效数字是指在分析工作中实际上能测量到的数字，通常包括全部准确数字和一位不确定的可疑数字，即在有效数字中，只有最后一位数字是可疑的。

例如：25mL 或 50mL 滴定管可读数至 0.01mL，记录消耗 20mL 滴定剂时应记录为：20.00mL，为四位有效数字。若记录为 20mL，表示有 $\pm 1\text{mL}$ 误差。0.1103mol/L 标准溶液稀释 1 倍，其浓度应为 0.05515mol/L，仍为四位有效数字。

2. 有效数字的位数

(1) 数字中有“0”时，“0”在数字有双重意义，若为普通数字使用，它就是有效数字；若它起定位作用，就不是有效数字。例如：“0.023”中“0”只起定位作用不是有效数字，而“23.00”中“0”则为有效数字，前者为两位有效数字，后者为四位有效数字。

(2) 分数中分母或倍数中系数为自然数时，它为非测量所得，不表示有效数字位数，而应视为无限多位。例如，从 100mL 容量瓶中移取 10mL 溶液，即取 $1/10$ ($10/100$)，其中的 10 即为足够有效的自然数。

(3) 若第一位数字是 8 或 9 时，其有效数字应多算一位。例如，0.09672g 的有效数字可以认为是 5 位。

(4) 与量的使用单位无关。例如，称得某物的重量是 12g，为两位有效数字。若以 mg 为单位时，应记为 $1.2\times 10^4\text{mg}$ ，而不应该记为 12000mg，其仍为两位有效数字。

(5) 化学中常遇到的 pH、pK 等，其有效数字的位数仅取决于小数部分的位数，其整数部分只说明原数值的方次。例如：pH=2.49，表示 $(\text{H}^+) = 3.2\times 10^{-3}\text{mol/L}$ ，是两位有效数字。

(6) 有效数字的位数：

例如：1.0002	2.0208	2.2306×10^3	五位有效数字
0.5530	15.04%	8.520×10^{-3}	四位有效数字
0.0450	0.100%		三位有效数字
0.0045	0.20%	6.0	二位有效数字
0.4	0.001%	pH=2.0	一位有效数字
1600	300	1/5	有效数字位数不定

3. 有效数字的修约

按照国家标准 GB 8170—2008《数值修约规则及极限数值的表示和判定》进行修约。

(1) 拟舍弃数字的最左一位数字小于 5，则舍去，保留其余各位数字不变。例：将 12.1498 修约到个數位，得 12；将 12.1498 修约到一位小数，得 12.1。

(2) 拟舍弃数字的最左一位数字大于 5，则进一，即保留数字的末位数字加 1。例：将 1268 修约到“百”數位，得 13×10^2 （特定场合可写为 1300）。

(3) 拟舍弃数字的最左一位数字是 5，且其后有非 0 数字时进一，即保留数字的末位数字加 1。例：将 10.5002 修约到个數位，得 11。

(4) 拟舍弃数字的最左一位数字为 5，且其后无数字或皆为 0 时，若所保留的末位数字为奇数（1，3，5，7，9）则进一，即保留数字的末位数字加 1；若所保留的末位数字为偶数（0，2，4，6，8）则舍去。例：将 28.350，28.250，28.050，只取三位有效数字时，分别应为 28.4，28.2，28.0；将 28.175，28.165 处理成四位有效数字时，则分别为 28.18，28.16。