




国家卫生和计划生育委员会“十二五”规划教材

全国高等医药教材建设研究会“十二五”规划教材

全国高等学校教材
供卫生检验与检疫专业用

分析化学 学习指导与习题集

主 编 赵云斌

 人民卫生出版社



国家卫生和计划生育委员会“十二五”规划教材
全国高等医药教材建设研究会“十二五”规划教材

全国高等学校教材
供卫生检验与检疫专业用

分析化学学习指导与习题集

主 编 赵云斌

副主编 白 研

编 者 (以姓氏笔画为序)

白 研(广东药学院)

刘 敏(华中科技大学)

阮 冲(广西医科大学)

连靠奇(河北医科大学)

周 婷(武汉科技大学)

赵云斌(华中科技大学)

钮树芳(包头医学院)

徐小娜(南华大学)

人民卫生出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

分析化学学习指导与习题集/赵云斌主编. —北京:
人民卫生出版社, 2015

ISBN 978-7-117-20208-4

I. ①分… II. ①赵… III. ①分析化学-高等学校-
教学参考资料 IV. ①065

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 009638 号

人卫社官网	www.pmph.com	出版物查询, 在线购书
人卫医学网	www.ipmph.com	医学考试辅导, 医学数 据库服务, 医学教育资 源, 大众健康资讯

版权所有, 侵权必究!

分析化学学习指导与习题集

主 编: 赵云斌

出版发行: 人民卫生出版社 (中继线 010-59780011)

地 址: 北京市朝阳区潘家园南里 19 号

邮 编: 100021

E-mail: pmph@pmph.com

购书热线: 010-59787592 010-59787584 010-65264830

印 刷: 河北新华第一印刷有限责任公司

经 销: 新华书店

开 本: 787×1092 1/16 印张: 10

字 数: 250 千字

版 次: 2015 年 2 月第 1 版 2015 年 2 月第 1 版第 1 次印刷

标准书号: ISBN 978-7-117-20208-4/R · 20209

定 价: 21.00 元

打击盗版举报电话: 010-59787491 E-mail: WQ@pmph.com

(凡属印装质量问题请与本社市场营销中心联系退换)

全国高等学校卫生检验与检疫专业 第2轮规划教材出版说明

为了进一步促进卫生检验与检疫专业的人才培养和学科建设,以适应我国公共卫生建设和公共卫生人才培养的需要,全国高等医药教材建设研究会于2013年开始启动卫生检验与检疫专业教材的第2版编写工作。

2012年,教育部新专业目录规定卫生检验与检疫专业独立设置,标志着该专业的发展进入了一个崭新阶段。第2版卫生检验与检疫专业教材由国内近20所开办该专业的医药卫生院校的一线专家参加编写。本套教材在以卫生检验与检疫专业(四年制,理学学位)本科生为读者的基础上,立足于本专业的培养目标和需求,把握教材内容的广度与深度,既考虑到知识的传承和衔接,又根据实际情况在上一版的基础上加入最新进展,增加新的科目,体现了“三基、五性、三特定”的教材编写基本原则,符合国家“十二五”规划对于卫生检验与检疫人才的要求,不仅注重理论知识的学习,更注重培养学生的独立思考能力、创新能力和实践能力,有助于学生认识并解决学习和工作中的实际问题。

该套教材共18种,其中修订12种(更名3种:卫生检疫学、临床检验学基础、实验室安全与管理),新增6种(仪器分析、仪器分析实验、卫生检验检疫实验教程:卫生理化检验分册/卫生微生物检验分册、化妆品检验与安全性评价、分析化学学习指导与习题集),全套教材于2015年春季出版。

第2届全国高等学校卫生检验与检疫专业 规划教材评审委员会

主任委员：裴晓方（四川大学）

副主任委员：和彦苓（包头医学院）

康维钧（河北医科大学）

吕昌银（南华大学）

委员（排名不分先后）：

孙成均（四川大学）

毋福海（广东药学院）

陈廷（济宁医学院）

孙长颢（哈尔滨医科大学）

邱景富（重庆医科大学）

姚余有（安徽医科大学）

吕斌（华中科技大学）

陆家海（中山大学）

张加玲（山西医科大学）

李磊（南京医科大学）

李娟（吉林大学）

高希宝（山东大学）

罗萍（成都中医药大学）

程祥磊（南昌大学）

左云飞（大连医科大学）

周华芳（贵阳医学院）

张凯（济宁医学院）

贾天军（河北北方学院）

梅勇（武汉科技大学）

江新泉（泰山医学院）

于学杰（山东大学）

许文波（中国疾病预防控制中心）

杨大进（中国疾病预防控制中心）

秘书：汪川（四川大学）

全国高等学校卫生检验与检疫专业 第2轮规划教材目录

- | | | | |
|----------------|---|------------------------------|---|
| 1. 分析化学(第2版) | 主 编 毋福海
副主编 赵云斌
副主编 周 彤
副主编 李华斌 | 10. 免疫学检验(第2版) | 主 编 徐顺清
主 编 刘衡川
副主编 司传平
副主编 刘 辉
副主编 徐军发 |
| 2. 分析化学实验(第2版) | 主 编 张加玲
副主编 邵丽华
副主编 高 红
副主编 曾红燕 | 11. 临床检验基础(第2版) | 主 编 赵建宏
主 编 贾天军
副主编 江新泉
副主编 胥文春
副主编 曹颖平 |
| 3. 仪器分析 | 主 编 李 磊
主 编 高希宝
副主编 许 茜
副主编 杨冰仪
副主编 贺志安 | 12. 实验室安全与管理(第2版) | 主 编 和彦苓
副主编 许 欣
副主编 刘晓莉
副主编 李士军 |
| 4. 仪器分析实验 | 主 编 黄沛力
副主编 张海燕
副主编 茅 力 | 13. 生物材料检验(第2版) | 主 编 孙成均
副主编 张 凯
副主编 黄丽玫
副主编 闫慧芳 |
| 5. 食品理化检验(第2版) | 主 编 黎源倩
主 编 叶蔚云
副主编 吴少雄
副主编 石红梅
副主编 代兴碧 | 14. 卫生检疫学(第2版) | 主 编 吕 斌
主 编 张际文
副主编 石长华
副主编 殷建忠 |
| 6. 水质理化检验(第2版) | 主 编 康维钧
主 编 张翼翔
副主编 潘洪志
副主编 陈云生 | 15. 卫生检验检疫实验教程:
卫生理化检验分册 | 主 编 高 蓉
副主编 徐向东
副主编 邹晓莉 |
| 7. 空气理化检验(第2版) | 主 编 吕昌银
副主编 李 珊
副主编 刘 萍
副主编 王素华 | 16. 卫生检验检疫实验教程:
卫生微生物检验分册 | 主 编 张玉妥
副主编 汪 川
副主编 程东庆
副主编 陈丽丽 |
| 8. 病毒学检验(第2版) | 主 编 裴晓方
主 编 于学杰
副主编 陆家海
副主编 陈 廷
副主编 曲章义 | 17. 化妆品检验与安全性
评价 | 主 编 李 娟
副主编 李发胜
副主编 何秋星
副主编 张宏伟 |
| 9. 细菌学检验(第2版) | 主 编 唐 非
主 编 黄升海
副主编 宋艳艳
副主编 罗 红 | 18. 分析化学学习指导与习
题集 | 主 编 赵云斌
副主编 白 研 |

前 言

《分析化学》是高等院校化学、化工、环境科学、生物科学、药学、预防医学、医学检验等众多专业的重要基础课。课程内容涉及基本概念、基本原理、各种分析方法的分析条件及应用等,具有知识系统性强、知识点多、计算公式多、计算量大等特点,同学们在学习过程中普遍感到有一定的难度。

为配合同学们学习好《分析化学》这门课程,由人民卫生出版社组织全国高等医药院校长期从事《分析化学》教学的一线教师,融合多年的教学经验与心得体会,精心编写了这本《分析化学学习指导与习题集》,作为卫生检验与检疫专业规划教材《分析化学》(第2版)的配套用书。

全书共十一章,每章内容包括:

学习目标 按照“掌握”“熟悉”“了解”三个层次,对学习目标进行提纲式的概述。

内容提要 对各章的基本概念、基本公式、基本原理、分析条件等内容进行梳理、归纳总结,力求简洁,并突出重点和难点。

例题解析 结合各章的重点和难点,对典型例题进行剖析,明确解题思路,引导和培养

学生分析问题、解决问题的能力。

自测题及参考答案 用于学生对各章的学习效果进行自我测评。

例题解析及自测题的题目类型有选择题、判断题、填空题、简答题和计算题等题型。综合性或难度较大的测试题以*号标注。

为便于同学们对《分析化学》的学习效果进行全面测试,根据部分院校的试题汇编了两套测试题。

本书可作为高等医药院校预防医学、卫生检验、医学检验、药学等专业《分析化学》的学习参考书,也可供理工科院校相关专业的同学学习《分析化学》课程时参考。

由于编者水平有限,本书难免出现错误及不妥之处,恳请专家与广大读者批评指正。

编 者

2014年11月

目 录

第一章 绪论	1
一、学习目标	1
二、内容提要	1
第二章 分析化学中的误差与数据处理	3
一、学习目标	3
二、内容提要	3
三、例题解析	7
四、自测题	10
五、参考答案	14
第三章 分析化学实验室质量管理	18
一、学习目标	18
二、内容提要	18
三、例题解析	20
四、自测题	23
五、参考答案	25
第四章 滴定分析法概论	27
一、学习目标	27
二、内容提要	27
三、例题解析	29
四、自测题	32
五、参考答案	35
第五章 酸碱滴定法	40
一、学习目标	40
二、内容提要	40
三、例题解析	45
四、自测题	51
五、参考答案	57
第六章 配位滴定法	65
一、学习目标	65



二、内容提要	65
三、例题解析	68
四、自测题	72
五、参考答案	77
第七章 氧化还原滴定法	84
一、学习目标	84
二、内容提要	84
三、例题解析	86
四、自测题	92
五、参考答案	94
第八章 沉淀滴定法	98
一、学习目标	98
二、内容提要	98
三、例题解析	100
四、自测题	102
五、参考答案	104
第九章 重量分析法	107
一、学习目标	107
二、内容提要	107
三、例题解析	110
四、自测题	112
五、参考答案	114
第十章 分析试样的采集与制备	118
一、学习目标	118
二、内容提要	118
三、例题解析	119
四、自测题	120
五、参考答案	122
第十一章 分析化学中常用的分离和富集方法	124
一、学习目标	124
二、内容提要	124
三、例题解析	127
四、自测题	130



五、参考答案	133
综合测试卷（一）	137
参考答案	140
综合测试卷（二）	143
参考答案	146

第一章 绪 论

一、学习目标

掌握 分析化学的任务,分析方法的分类。

熟悉 分析化学的定义,定量分析过程以及分析结果的表示。

了解 分析化学的作用和发展趋势。

二、内容提要

(一) 分析化学的定义、任务和作用

1. 分析化学的定义 分析化学是研究测定物质组成、含量和结构的分析方法及其相关理论的科学,是一门发展并运用各种理论、方法、仪器及技术,以在时间与空间的维度里获得物质组成及性质的信息的一门科学。

2. 分析化学的任务

(1) 定性分析:确定物质的组成(化合物、元素、离子和基团)。

(2) 定量分析:测量各组分的含量。

(3) 结构分析:表征物质的化学结构(价态、晶体结构、平面与立体结构)。

3. 分析化学的作用 分析化学是化学学科的一个重要分支,是一门实验性、应用性很强的学科,是科学研究的眼睛。它不仅对化学各学科的发展起着重要作用,而且在医药卫生、工业、农业、国防、能源科学等众多领域都有广泛的应用。

(二) 分析方法的分类

根据分析任务、方法原理、分析对象、试样用量或组分的含量、以及分析工作的性质不同,可以进行不同的分类。

1. 按照分析任务分类,可分为定性分析、定量分析和结构分析。

2. 按照测定原理分类,可分为化学分析和仪器分析。

化学分析:以物质的化学反应及其计量关系为基础的分析方法,又称经典分析法,主要有重量分析法和滴定分析法。滴定分析法又称为容量分析法,可分为酸碱滴定、配位滴定、氧化还原滴定和沉淀滴定。

仪器分析:以物质的物理和物理化学性质为基础的分析方法,这类方法通常需要较特殊的仪器。仪器分析法可分为光学分析、电化学分析、色谱分析、质谱分析、放射化学分析和热分析等。

化学分析法的特点:仪器简单、结果准确、灵敏度较低、分析速度较慢,适用于常量组分分析。

仪器分析法的特点:灵敏度高、快速、易于自动化,适用于微量、痕量组分的测定。



3. 按照分析对象分类,可分为无机分析、有机分析和生物分析。

4. 按照试样用量分类

分类方法见表 1-1。

表 1-1 分析方法按照试样用量分类

分析方法	试样质量 mg	试液体积 ml
常量分析	>100	>10
半微量分析	10 ~ 100	1 ~ 10
微量分析	0.1 ~ 10	0.01 ~ 1
超微量分析	<0.1	<0.01

5. 按照试样中被测组分含量分类

分类方法见表 1-2。

表 1-2 分析方法按照试样中被测组分含量分类

分析方法	被测组分在试样中的含量 (%)
常量组分分析	>1
微量组分分析	0.01 ~ 1
痕量组分分析	0.0001 ~ 0.01
超痕量组分分析	<0.0001

6. 按照分析工作的性质不同,可分为例行分析(常规分析)和仲裁分析。

(三) 分析过程及分析结果的表示

1. 分析过程 包括以下几个基本步骤:取样、试样的预处理、分析测定、分析结果的计算和评价。

2. 分析结果的表示

(1) 被测组分的化学表示形式 包括以元素形式表示、以氧化物形式表示、以化合物的形式表示和以实际存在的型体表示。

(2) 被测组分含量的表示方法 ①固体试样:对于常量组分,通常以质量分数 w ,百分率 (%)表示;如果被测组分含量很低,可用不等的两个单位之比($\mu\text{g/g}$ 、 ng/g)表示。②液体试样:通常以物质的量浓度(mol/L 、 mmol/L)、体积分数(ml/L 、 ml/m^3)、质量分数(mg/g 、 $\mu\text{g/g}$)和质量浓度(g/L 、 mg/L 、(g/L 或 $\mu\text{g/ml}$)表示。③气体试样:通常以体积分数(ml/L 、 ml/m^3)表示。

(四) 分析化学的发展

分析化学的发展经历了三个阶段:经典分析化学(19世纪末—20世纪30年代)、近代分析化学(20世纪30年代—70年代)和现代分析化学(20世纪70年代—现代)。

现代分析化学已经不再局限于物质的组成和含量,其发展也远远超出化学学科的范围,它正在把化学与数学、物理学、计算机科学、生物学结合起来,随着生命科学、物理科学和材料科学等学科的发展,分析化学将进入一个崭新的阶段。

(白 研)

第二章 分析化学中的误差与数据处理

一、学习目标

掌握 ①误差的分类及表示方法;②精密度、准确度的概念及相互关系;③平均值的置信区间;④有效数字的概念及运算规则;⑤可疑数据的取舍(Q 检验法、 G 检验法);⑥分析数据的显著性检验(t 检验、 F 检验)。

熟悉 ①误差的传递;②随机误差的正态分布规律;③有限测定数据的 t 分布规律;④提高分析结果准确度的方法。

了解 ①不确定度的概念及计算;②相关与回归的概念。

二、内容提要

本章包括误差的分类及表示方法、误差的传递、随机误差的正态分布规律、有限测定数据的 t 分布、有效数字及其运算规则、测定数据的评价、提高分析结果准确度的方法等内容。

(一) 误差的分类

1. 系统误差 包括方法误差、仪器误差、试剂误差、操作误差。
2. 随机误差 系统误差与随机误差的比较见表 2-1。

表 2-1 系统误差与随机误差的比较

	系统误差	随机误差
产生原因	固定因素	不定因素
性质	重现性、单向性、可测性	不确定性、双向性、服从概率统计规律
影响	准确度	准确度、精密度
消除或减小误差的方法	校正	增加平行测定的次数

3. 过失误差

(二) 误差的表示方法

1. 准确度与误差

准确度:测量值(x)与真值(μ)之间的符合程度,用误差来表示。

绝对误差 E : $E = x - \mu$

相对误差 RE : $RE(\%) = \frac{E}{\mu} \times 100\%$

2. 精密度与偏差 精密度:是对同一均匀试样多次平行测定结果的相互符合程度,表达了测定结果的重复性和再现性,用偏差表示。



(1) 绝对偏差: $d = x_i - \bar{x}$

(2) 平均偏差: $\bar{d} = \frac{\sum_{i=1}^n |x_i - \bar{x}|}{n}$

(3) 相对平均偏差: $R\bar{d} = \frac{\bar{d}}{\bar{x}} \times 100\%$

(4) 总体标准偏差: $\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \mu)^2}{n}}$

(5) 样本标准偏差: $s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$

(6) 样本相对标准偏差(也称变异系数): $RSD = \frac{s}{\bar{x}} \times 100\%$

(7) 样本平均值的标准偏差: $s_{\bar{x}} = \frac{s}{\sqrt{n}}$

(8) 极差: $R = x_{\max} - x_{\min}$

3. 准确度与精密度的关系 精密度高,不一定准确度高;准确度高,一定要求精密度高。精密度是保证准确度的先决条件,精密密度高的分析结果才有可能获得高准确度;只有在消除了系统误差的情况下,精密度好,才可能有好的准确度。

4. 测量不确定度 不确定度表征的是测量结果的分散性,误差是测量结果与被测量的真值之差。前者恒为正,后者可正可负。由于真值不可知,测量误差不可能准确知道,而测量不确定度则可定量评定。

根据表示方式的不同,测量不确定度又分为三类:标准不确定度、扩展不确定度、合成不确定度。

标准不确定度以标准偏差表示。

合成不确定度: $u_c = \sqrt{s^2 + \sigma_B^2}$

扩展不确定度: $U = ku_c$

测量结果通常用 $\bar{x} \pm U$ 表示。

(三) 误差的传递

1. 系统误差的传递

加减法:若 $R = A + B - C$, 则 $E_R = E_A + E_B - E_C$

乘除法:若 $R = \frac{A \cdot B}{C}$, 则 $\frac{E_R}{R} = \frac{E_A}{A} + \frac{E_B}{B} - \frac{E_C}{C}$

指数关系:若 $R = mA^n$, 则 $\frac{E_R}{R} = n \times \frac{E_A}{A}$

对数关系:若 $R = m \lg A$, 则 $E_R = 0.434m \times \frac{E_A}{A}$

2. 随机误差的传递

加减运算:若 $R = A + B - C$, 则 $s_R^2 = s_A^2 + s_B^2 + s_C^2$



乘除运算:若 $R = A \times B/C$, 则 $\left(\frac{S_R}{R}\right)^2 = \left(\frac{S_A}{A}\right)^2 + \left(\frac{S_B}{B}\right)^2 + \left(\frac{S_C}{C}\right)^2$

指数运算:若 $R = A^n$, 则 $\frac{S_R}{R} = n \times \frac{S_A}{A}$

对数运算:若 $R = m \lg A$, 则 $S_R = 0.434m \times \frac{S_A}{A}$

(四) 随机误差的正态分布

1. 数据的集中趋势和离散程度的表示方法

(1) 数据的集中趋势:数据的集中趋势可以用平均值 \bar{x} 和中位数表示。

(2) 数据的离散程度:数据的离散程度可以用极差、偏差、平均偏差、相对标准偏差等来表示。

2. 随机误差的正态分布 标准正态分布曲线反映了随机误差的分布性质:

(1) 单峰性:当 $x = \mu$ 时 ($u = 0$), y 最大,说明测定值 x 集中在 μ 附近,测量值有集中趋势的特征。

(2) 对称性:曲线以 $x = \mu$ 为对称轴,表明正负误差出现的概率相等。大误差出现的概率小,小误差出现的概率大。

(3) 有界性:曲线与横坐标从 $-\infty$ 到 $+\infty$ 之间所包围的面积代表具有各种大小误差的测定值出现的概率的总和,其值为 1(100%)。

用数理统计方法可以并求出测定值 x 出现在不同 u 区间的概率,即 x 落在 $\mu \pm u\sigma$ 区间的概率。

(五) 有限测定数据的 t 分布

在实际测定中,测定次数是有限的,此时用 t 分布来描述随机误差的分布。

1. t 分布曲线 实际测定中,用 \bar{x}, s 代替 μ, σ ,绘制 t 分布曲线。 t 分布曲线与标准正态分布曲线相似。

$$t = \frac{\bar{x} - \mu}{\frac{s}{\sqrt{n}}} = \frac{\bar{x} - \mu}{s/\sqrt{n}} = \frac{\bar{x} - \mu}{s} \sqrt{n}$$

t 分布具有以下特征:(1) 对称性;(2) 峰形略“胖”。自由度 ν ($\nu = n - 1$) 越小, t 分布曲线越低平;自由度 ν 越大, t 分布曲线越接近标准正态分布曲线。

表 2-2 正态分布(u 分布)与 t 分布的区别

	u 分布	t 分布
描述对象	无限次测量数据	有限次测量数据
横坐标	$u = \frac{x - \mu}{\sigma}$	$t = \frac{\bar{x} - \mu}{s} \sqrt{n}$
曲线下面积(概率 P)	P 随 u 变化	P 随 t 和 ν 变化

2. 平均值的置信区间 应用 t 分布估计真值范围:

$$\mu = \bar{x} \pm t_{\alpha, \nu} \frac{s}{\sqrt{n}}$$

$t_{\alpha, \nu}$ 为检验水准为 α 、自由度为 ν 时的 t 临界值。

此式表示在一定概率下,以样本平均值为中心的包括真值在内的取值范围。



(六) 有效数字及其运算规则

(1) 有效数字: 所有准确数字和一位可疑数字(实际能测到的数字)。

(2) 有效数字位数确定原则: π 、 e 、 F 等常数及 $\sqrt{2}$ 、 $2/3$ 等数字取任意位数; pH、pM、 $\log K$ 等对数值取决于小数部分的位数; 首位大于或等于 8 的数有效数字可以多计一位。

(3) 有效数字的修约规则: 四舍六入五考虑; 五后非零则进一; 五后皆零视奇偶; 五前为奇则进一; 五前为偶则舍弃; 不允许连续修约。

(4) 有效数字运算规则

1) 加减法: 以小数点后位数最少的数据的为准, 即取决于绝对误差最大的数据位数;

2) 乘除法: 以有效数字位数最少者为准, 即取决于相对误差最大的数据位数;

3) 对数和反对数运算、乘方和开方运算: 计算结果的有效数字位数应与原数据的有效数字位数相同;

4) 在计算过程中, 可暂时多保留一位有效数字;

5) 误差或偏差取 1~2 位有效数字即可。

(七) 测定数据的评价

1. 可疑数据的取舍

(1) Q 检验法

适用于 3~10 次测定, 且只有一个可疑数据。检验步骤如下:

各数据从小到大排列: $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$;

计算极差, 即 $x_n - x_1$;

计算可疑值与其邻近值之差, 即 $x_{\text{可疑}} - x_{\text{邻近}}$;

计算舍弃商, $Q = \frac{|x_{\text{可疑}} - x_{\text{邻近}}|}{x_n - x_1}$;

根据 n 和 P 查 Q 值表, $Q_{\text{表}}$;

比较 $Q_{\text{表}}$ 与 $Q_{\text{计}}$, $Q_{\text{计}} \geq Q_{\text{表}}$, 可疑值应舍去, $Q_{\text{计}} < Q_{\text{表}}$, 可疑值应保留。

(2) G 检验法 (Grubbs 法)

用于 10 个以上测量值中存在一个或多个可疑值的检验。检验步骤如下:

计算 \bar{x} (包括可疑值在内) 及 s ;

计算 G 值: $G = \frac{|x_{\text{可疑}} - \bar{x}|}{s}$;

查 G 值表;

比较 $G_{\text{计}}$ 与 $G_{\text{表}}$, $G_{\text{计}} \geq G_{\text{表}}$, 则舍去可疑值, $G_{\text{计}} < G_{\text{表}}$, 则保留可疑值。

2. 相关与回归 相关分析研究变量之间关系的紧密程度, 并用相关系数来表示。回归分析是对具有相关关系的两个或两个以上变量之间的数量变化的一般关系进行测定, 确立一个相应的数学方程式, 描述变量变动的相互关系, 以便从一个已知量来推测另一个未知量, 为估计预测值提供一个重要的方法。

3. 显著性检验

(1) 平均值 (\bar{x}) 与标准值 (μ) 之间的显著性检验

$$t_{\text{计}} = \frac{\bar{x} - \mu}{s} \sqrt{n}$$



$t_{\text{计}} \geq t_{\text{表}}$, 则 \bar{x} 与 μ 有显著性差异;

$t_{\text{计}} < t_{\text{表}}$, 则 \bar{x} 与 μ 无显著性差异。

(2) 两组平均值的比较

1) 先用 F 检验法检验两组数据精密度 s_1 、 s_2 有无显著性差异

$$F = \frac{s_1^2}{s_2^2}$$

若此 $F_{\text{计}}$ 值小于查表值 $F_{0.95}$, 说明两组数据精密度 s_1 、 s_2 无显著性差异。

2) 再用 t 检验法检验两组平均值之间有无显著性差异

$$t = \frac{|\bar{x}_1 - \bar{x}_2|}{s_c} \sqrt{\frac{n_1 \cdot n_2}{n_1 + n_2}}$$

式中 s_c 为合并标准偏差。

$$s_c = \sqrt{\frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2}}$$

查表, $t_{\text{计}} \geq t_{\text{表}}$, 说明两平均值有显著性差异;

$t_{\text{计}} < t_{\text{表}}$, 说明两平均值无显著性差异。

(八) 提高分析结果准确度的方法

1. 选择合适的分析方法 根据试样的组成、性质及相关条件, 结合对准确度的要求选择合适的、有相应准确度的方法。

2. 减少测量误差 尽量减少实验各环节的测量误差。

3. 消除测量中的系统误差可采用的方法有:

- (1) 与标准品或标准参考物质进行对照分析;
- (2) 与经典的分析方法或标准分析方法进行比较;
- (3) 加标回收实验;
- (4) 空白试验;
- (5) 校准仪器;
- (6) 校正分析结果。

4. 减小随机误差 在消除或校正系统误差后, 增加平行测定次数, 可以减少平均值的随机误差。

三、例题解析

【例 2-1】A、B、C、D 四个分析工作者对同一铁标样 ($w_{\text{Fe}} = 37.40\%$) 中的铁含量进行测量, 得结果如图示, 评价其准确度与精密度。

