



中等专业学校教材

工业分析

● 河北化工学校

吉分平

主编

化学工业出版社

TQ014

364

中等专业学校教材

工业分析

河北化工学校 吉分平主编

化学工业出版社

· 北 京 ·

(京)新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

工业分析 / 吉分平主编. —北京: 化学工业出版社, 19

98.10

中等专业学校教材

ISBN 7-5025-2125-9

I. 工… II. 吉… III. 工业分析-专业学校-教材 IV. T

Q014

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (98) 第 19407 号

中等专业学校教材

工 业 分 析

河北化工学校 吉分平主编

责任编辑: 王文峡

责任校对: 蒋 宇

封面设计: 田彦文

*

化学工业出版社出版发行

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

发行电话: (010) 64982530

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

北京市彩桥印刷厂印刷

北京市彩桥印刷厂装订

开本 850 毫米 × 1168 毫米 1/32 印张 8 1/2 字数 235 千字

1998 年 10 月第 1 版 2004 年 3 月北京第 4 次印刷

ISBN 7-5025-2125-9/G·613

定 价: 14.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

前 言

本教材是根据 1996 年 8 月全国化工中等专业学校教学指导委员会审定的“工业分析教学大纲”编写的。

全书共十二章,各章题目中保留了以往工业分析中的水、煤、气体、硅酸盐、肥料、石油、钢铁等分析项目,并对具体内容作了适当调整,采用了最新的国家标准和法定的计量单位与术语。重点讨论和应用生产一线现行的标准分析方法。把试样的采取与制备和环境(水、大气、土壤)污染物的分析各单独列为一章,充实了实用性内容,以便于培养学生实施与设计采样方案的能力和从事环境污染物分析检测的专项能力。

为了强化学生职业能力的培养,在教材编写中,我们突出了实验教学的地位,注意了实验内容的代表性和典型性,增加了不同类型的实验项目。教材内容在专业理论的探讨与专业能力的培养中,较好地体现了职业教育的特点。

河北化工学校吉分平编写了第一、二、四、五、六、七、九、十章,新疆化工学校杨新星编写了第三、八、十一、十二章;全书由吉分平统稿并担任主编,杭州化工学校陶洛彬担任主审。

参加教材审定工作的还有吉林化工学校、徐州化工学校、武汉化工学校、上海化工学校等学校的老师,他们对全书内容的编写提出了许多宝贵的意见,在此一并致谢。

由于编者水平有限,书中欠缺及不妥之处在所难免,恳请批评指正。

编 者

1998. 4. 30

内 容 提 要

本书是根据全国化工中专教学指导委员会审定的“工业分析教学大纲”编写而成的,共有十二章。主要内容包括工业物料试样的采取与制备,水、煤、气体、硅酸盐、肥料、石油产品、钢铁、化工生产的分析,以及环境(水、大气、土壤)污染物的分析检验。各章后附有习题。

教材重点讨论分析化验方法和实际操作技能。

本书可供化工中等专业学校工业分析专业作教材使用,也可作为其他相关行业的分析化验人员的参考书。

目 录

第一章 绪论	1
一、工业分析的任务与作用	1
二、工业分析的特点	1
三、工业分析的方法	2
四、工业分析的实验及其要求	3
习题	4
第二章 试样的采取与制备	6
第一节 化工产品采样总则	6
一、采样的目的与原则	6
二、物料的类型和采样方案的设计	6
三、采样技术	8
四、其他	9
第二节 固体不均匀物料试样的采取与制备	10
一、试样的采取	10
二、试样的制备	13
第三节 液态物料试样的采取	16
一、采样设备	16
二、样品的类型	16
三、采样方法	17
四、采样中应注意的问题	19
第四节 气态物料试样的采取	19
一、采样设备	19
二、样品类型	21
三、采样方法	21
四、采样中应注意的问题	22
习题	22
第三章 水质分析	24

第一节 概述	24
一、天然水及所含杂质	24
二、对工业用水水质的要求	25
第二节 工业用水的分析方法	26
一、悬浮固形物的测定	26
二、钙(Ca^{2+})、镁(Mg^{2+})总量的测定	27
三、pH 值的测定	28
四、碱度的测定	28
五、溶解氧的测定	29
六、含油量的测定	30
第三节 分析实例	30
一、水中溶解氧的测定(碘量法)	30
二、水中溶解氧的测定(双瓶法)	32
习题	33
第四章 煤质分析	34
第一节 概述	34
一、煤的组成与各组分的重要性质	34
二、对工业用煤的要求	34
第二节 煤的工业分析方法	35
一、水分的测定	35
二、灰分的测定	42
三、挥发分的测定	45
四、固定碳含量的计算	48
第三节 煤中总硫的测定方法	48
一、库仑滴定法	49
二、高温燃烧中和法	52
第四节 煤的发热量的测定方法	55
一、定义	56
二、方法概述	56
三、自动量热仪法	57
第五节 不同基分析结果间的换算	58
一、煤样的状态	58
二、换算公式	58

习题	59
第五章 气体分析	61
第一节 气体的化学分析方法	62
一、吸收体积法	62
二、吸收滴定法	63
三、吸收称量法	64
四、燃烧法	64
第二节 气体分析仪器	71
一、气体分析仪各部件的作用	71
二、气体分析仪的组装与调试	74
第三节 分析实例	75
一、水煤气的全分析	75
二、安全动火分析	79
习题	80
第六章 硅酸盐的分析	82
第一节 概述	82
一、硅酸盐的种类与组成	82
二、硅酸盐的分析项目与分析方法	83
第二节 试样的分解	83
一、酸分解法	83
二、熔融或半熔(烧结)分解法	84
第三节 硅酸盐的分析方法	86
一、二氧化硅的测定	86
二、三氧化二铁的测定	90
三、三氧化二铝的测定	92
四、二氧化钛的测定	94
五、氧化钙-氧化镁的测定	95
六、氧化钾-氧化钠的测定	98
第四节 分析实例	98
A. 标准系统分析法(基准法)	98
一、二氧化硅的测定	98
二、三氧化二铁的测定(EDTA 配位滴定法)	101
三、三氧化二铝的测定(直接测定法)	103

四、氧化钙的测定(原子吸收光谱法)	104
五、氧化镁的测定	105
六、二氧化钛的测定	106
B. 快速系统分析法(代用法)	108
一、二氧化硅的测定	108
二、三氧化二铁的测定(原子吸收光谱法)	110
三、三氧化二铝的测定(反滴定法)	111
四、氧化钙的测定	113
五、氧化镁的测定	113
习题	115
第七章 肥料分析	116
第一节 概述	116
一、作物的营养元素	116
二、肥料的种类与品种	116
三、对肥料的技术要求	118
第二节 分析试液的制备	119
一、氮肥分析试液的制备	119
二、磷肥分析试液的制备	119
三、钾肥分析试液的制备	121
第三节 肥料的分析方法	121
一、氮肥中氮的测定	121
二、磷肥中有效磷的测定	124
三、钾肥中钾的测定	127
四、游离酸的测定	128
五、水分的测定	129
第四节 分析实例	130
一、过磷酸钙的质量检验	130
二、农用硫酸钾的质量检验	138
习题	142
第八章 石油产品分析	144
第一节 概述	144
一、石油产品及其分类	144
二、试验方法的特点	144

第二节 馏程的测定方法	145
一、基本概念和术语	145
二、试验方法	146
第三节 粘度的测定方法	151
一、运动粘度的测定	151
二、恩氏粘度的测定	156
第四节 闪点的测定方法	156
一、闭口闪点的测定	157
二、开口闪点的测定	161
第五节 水分的测定方法	162
试验方法	163
习题	165
第九章 钢铁分析	167
第一节 概述	167
一、钢铁的组成及分类	167
二、钢铁中五元素的存在状态及其对钢铁性能的影响	167
三、试样的取制和分解	168
第二节 钢铁中五元素的分析方法	170
一、碳的测定	170
二、硫的测定	171
三、磷的测定	172
四、锰的测定	174
五、硅的测定	175
第三节 分析实例	176
一、钢铁中总碳含量的测定(燃烧-气体容量法)	176
二、钢铁中磷含量的测定	181
习题	183
第十章 环境污染物的分析	184
第一节 水中污染物的分析	184
一、工业废水的采样方法	184
二、工业废水水样的保存方法	185
三、水质污染物的检测实例	187
第二节 大气污染物的分析	198

一、大气样品的采集	199
二、大气污染物的检测实例	201
第三节 土壤污染物的分析	213
一、土壤样品的采集与制备	215
二、土壤污染物的检测实例	217
习题	222
第十一章 化工生产分析	224
第一节 烧碱生产分析	224
一、生产工艺	224
二、工艺流程及控制点分析项目	225
三、控制点分析实例	226
四、离子膜法氢氧化钠技术指标	233
第二节 硫酸生产分析简介	234
一、接触法生产工艺简介	234
二、工艺流程及控制点分析项目	235
三、控制点分析实例	235
四、工业硫酸技术指标	240
第三节 工业碳酸钠品级的鉴定(考核试验)	241
一、技术要求	241
二、试验方法	242
三、品级鉴定	248
习题	248
第十二章 选择分析方法的原则和分析方案的制定	249
一、选择原则和依据	249
二、分析方案的制定	251
附录	253
附录 1 气体容量法测定碳的温度和气压校正系数 f	253
附录 2 部分常见水样保存技术要求	254
附录 3 空气污染物三级标准浓度限值	256
附录 4 常用酸碱的密度和物质的量浓度	256
附录 5 常用缓冲溶液的配制	257
附录 6 化合物的相对分子质量表	258
附录 7 元素相对原子质量表(1989)	260
主要参考资料	261

第一章 绪 论

一、工业分析的任务与作用

工业分析是一门实践性、综合性较强的课程，是分析化学在工业生产中的应用。它的任务是确定工业物料的组成与含量，为工业生产的需要提供有关的多种信息。例如，在化工、环保、石油、冶金、地质、建材等行业的生产中，测定原材料的组成与有关成分的含量，检验产品的质量，工艺流程的控制分析和“三废”的分析检验，都属工业分析的内容。此外，生产工艺的改进与技术的革新，废物的处理与利用，事故分析与安全防范等等，都离不开工业分析。工业生产的实践证明，工业分析在降低生产消耗、提高产品质量、保护环境、确保生产安全等方面都发挥着十分重要的作用，是现代工业生产中不可缺少的一项重要工作。

二、工业分析的特点

由于工业物料往往具有批量大、组成不均匀、成分复杂、溶解性能差等特点，使分析检验工作内容复杂。要使整个分析过程做到科学、合理，就要对分析工作的任务及顺序进行系统的安排。一般工业分析的全过程包括四方面的工作，即样品的采集与制备、测定方法的选择或拟定、样品的分解与测定、结果计算和数据处理。

工业生产的方式和工业物料的性质与特点，直接决定了工业分析的特点。首先，生产中尤其是连续性的生产中，都希望快速获得物料的有关信息，以便及时指导生产。其次，信息的可靠程度，更是生产者十分关注的，因为不正确的分析数据，会导致错误的结论与操作，不仅影响产品质量，还会造成原料的浪费，甚至引发出生产事故。因此，“快速”、“准确”是工业分析提供有关信息时两个首要的条件。为了满足这两个首要的条件，工业分析应遵循以下原则。

(1) 正确采集样品，以获得有代表性的试样。

(2) 选择分析方法或拟定分析方案时,必须考虑物料中杂质的影响。

(3) 选用适当的分解试样的方法,保证样品分解完全,将欲测物质转变成便于测定的形式。

(4) 分析方法要简便、快速,即分析周期短、易重复。

(5) 分析结果的准确度,要以生产实际的需要和要求来决定,不要单纯追求理论上的准确度。

三、工业分析的方法

工业分析的方法有快速分析法和标准分析法。在企业,工业分析的方法是根据生产要求来选择的。例如快速分析法的操作时间短,能在规定的时间内报出分析结果,但方法的准确度较低,因此一般在车间的控制分析中使用;标准分析法是由国务院标准化行政主管部门制定或有备案的方法,它具有法律效力,是从事科研、生产、经营的单位和个人必须严格执行的。在分析方法的选择中,若某检测项目有标准分析方法,则必须选用并执行。在企业里原材料与产品质量的检验一般都要用到此类方法。仲裁分析法属于标准分析法,用于甲乙双方对分析结果有争议时的裁决,该法准确度高。

标准分析法的级别有国家标准、行业标准、地方标准和企业标准。标准中有时既给出基准分析法,又给出在一定条件下被认为能给出同等结果的代用法,只有基准法才能用于仲裁分析。选择分析方法时应注意,在无国家标准时,要执行行业标准。但在相应的国家标准实施后,行业标准自行废止;在无国家标准和行业标准时,则应选用地方标准,但在相应的国家标准或行业标准实施后,地方标准即自行废止;在均无以上标准时,可以选用或制定企业标准。在分析方法的改进和新产品分析方法的制定中,都要符合标准化的要求。同时,国家也鼓励制定严于国家标准或行业标准的企业标准,但只能在企业内部适用。

标准分析法是以科学、技术和实践经验的综合成果为基础产生的,但随着科学、技术的发展和实践经验的不断丰富,标准分析法也在不断的改进和发展。新的标准一旦产生,旧的标准即被废止。因此,新的标准分析方法(即现行的标准分析方法),即是现阶段技术上先进、经济上

合理、又具有广泛的适应性和可行性的方法,也是工业分析课程教学中学习和讲授的重点。

四、工业分析的实验及其要求

工业分析实验教学环节在课程中占有很重要的地位。每项实验都具有一定的代表性,能较好地体现出分析检验技术在其行业上的特点。学生每学习和操作一项实验,都会获得新的知识与技能。为了加强学生动手能力的培养,加重了实验课的分量,增多了学生的动手机会。实验中要求做到以下几点。

(一) 独立完成实验

独立完成实验,是指从实验所需仪器的安装与调试到所用试剂的配制与标定,以及样品测定等均由学生在实验课中独立完成。实验中要有“量”的概念,树立经济观点,具有环境保护意识。

(二) 合理安排和及时调整实验进程

实验进程,是指实验者在实验中的工作顺序。实验前应合理安排实验进程,实验中要结合实验室的现有工作环境及时进行调整,以实现在规定的实验学时内,用规范、熟练的操作,尽快得出正确的实验结果。

(三) 分析结果的计算与数据处理

1. 实验中要依据所用器具或仪器的精度来确定原始数据有效数字的位数,并规范地记录。

2. 在原始记录和实验报告中,数字书写有误时,应用斜线划掉,并将正确数字写在其上面,不准涂抹与擦去。

3. 在有平行试验的测定中,用其平均值表示分析结果。

4. 在规定试验次数的测定中,每次测定结果均应符合允许差(即,绝对偏差)要求。若超出允差范围,应在短时间内增加测定次数,至测定结果与前边几次(或其中几次)测定结果之差值符合允许差规定时,再取其平均值。否则应查找原因,重新按规定进行分析。

5. 在对测定值或计算值进行修约时,其结果的修约位数应与标准规定的极限值位数一致。然后将修约后的数值与标准规定的极限数值进行比较,再判定分析结果是否符合标准要求,如下表。

项 目	标准规定极限数值	分析结果	修约值	判 定
水分/%	≤ 0.5	0.47	0.5	符合
		0.55	0.6	不符合

6. 对计算值或测定值也可以不经修约, 而用其全部数字与标准规定的极限数值作比较, 只要超出规定的极限数值 (不论超出程度大小), 都判定为不符合标准要求。例如, 标准规定产品的质量极限数值为不大于 0.03% , 而测得的数值为 0.032% , 此时即判定产品为不合格。

7. 若标准中各种极限数值未加说明用哪种方法修约时, 均采用全数值比较法。即对最终测定结果数值修约为与标准极限数值一致时, 要用符号表明是经进、舍或未进未舍而得, 然后再报出结果, 如下表。

项 目	标准规定极限数值	测定结果	报 出 值
NaOH/%	≥ 42.0	42.01	42.0(+)
密 度	0.809~0.811	0.8106	0.811(-)

8. 在产品质量检验中, 用标准规定的方法测定其中杂质时, 若没有检测出数据, 只能以“未检出”的字样报出结果。绝不能报“0”或“无”; 若检出杂质含量远离指标界线时 (指小于), 报出结果应保留一位有效数字。例如, 某产品中杂质指标为小于等于 0.02% , 测定结果为 0.0035% , 报出值应为 0.004% 。

实验中, 要养成良好的习惯, 自觉培养严肃认真的工作作风和实事求是的科学态度, 使分析问题、解决问题的能力不断提高。

习 题

1. 工业分析的任务是什么? 它与分析化学是什么关系?
2. 在现行企业中工业分析的方法有哪些? 这些方法的特点是什么?
3. 分析检验方法的现行标准分哪几级? 应如何选用和执行标准?

4. 执行标准分析方法,除了法律上的因素外,还有什么原因?
5. 你对工业分析中提供物料的有关信息要“快速”、“准确”是如何理解的?
6. “独立完成实验时,要有量的概念、树立经济观点和环保意识”这句话的含义是什么? 在实验中如何落实这些要求?
7. 在实验数据的处理中,应注意哪些问题? 举例说明。

第二章 试样的采取与制备

第一节 化工产品采样总则

一、采样的目的与原则

在一定批量的工业物料中抽取少量有代表性的样品叫作采样。采样的目的有以下四个方面。

(1) 技术方面 如确定原材料、半成品及成品的质量;控制生产工艺过程;鉴定未知物;确定污染的性质、程度和来源;验证物料的特性或特性值;测定物料随时间、环境的变化;鉴定物料的来源等。

(2) 商业方面 如确定销售价格;验证是否符合合同的规定;保证产品销售质量,满足用户的要求等。

(3) 法律方面 如检查物料是否符合法令要求;检查生产过程中泄漏的有害物质是否超过允许极限;法庭调查;确定法律责任;进行仲裁等。

(4) 安全方面 如确定物料是否安全或危险程度;分析发生事故的原因;按危险性进行物料的分类等。

虽然采样的具体目的各不相同,但采样的基本目的是一个,即从被检的总体物料中取得有代表性的样品,通过对样品的检测,得到在容许误差内的数据,从而求得被检物料的某一或某些特性的平均值。

在实际工作中,若样品不能很好的代表总体时,以样品的检测数据来估计总体,就会导致作出错误的结论,给生产和使用带来难以估计的后果,也会失去对样品分析检测的意义。因此,使采得的样品具有充分的代表性,是采样的基本原则。

二、物料的类型和采样方案的设计

工业物料按其特性值的变异性类型可以分为两类,即均匀物料和