

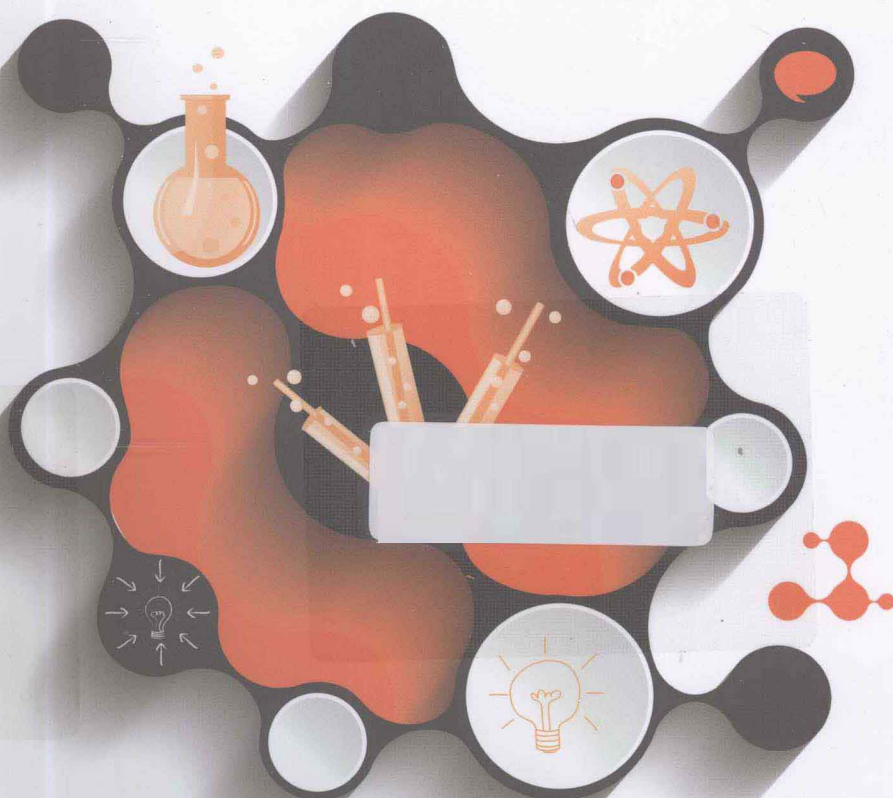


国家中等职业教育改革发展示范学校
系列建设成果

化学分析工 (四级) 实训

HUAXUEFENXIGONG SIJI SHIXUN

范学超 编
张永清 主审



化学工业出版社

国家中等职业教育改革发展示范学校系列建设成果

化学分析工(四级)实训

范学超 编

张永清 主审



化学工业出版社

· 北 京 ·

《化学分析工（四级）实训》是《化学分析工》（四级）技能鉴定的配套教材。《化学分析工（四级）实训》共分为五个项目：项目一介绍了化学分析、仪器分析基本知识，包括分析实训的基本要求、数据记录和处理、实训过程中产生的废弃物处理等内容；项目二是采样和安全，介绍了均匀样品的采样知识、化学试剂和实验室钢瓶等安全常识；项目三是物理常数测定，内容包括熔点、沸点、密度、比旋光度、黏度、折射率等的基本概念、测定原理及有关计算；项目四是化学分析，内容包括配位滴定法、氧化还原滴定法、沉淀滴定法；项目五是仪器分析，内容包括电化学分析法、光谱分析法和色谱分析法。

本教材可以作为化学分析工（国家职业资格四级）职业技能培训与鉴定考核教材，也可供相关从业人员参加职业培训、岗位培训、就业培训使用。

图书在版编目（CIP）数据

化学分析工（四级）实训/范学超编. —北京：化学工业出版社，2013.8

国家中等职业教育改革发展示范学校系列建设成果
ISBN 978-7-122-17784-1

I. ①化… II. ①范… III. ①化学分析-中等专业学校-教学参考资料 IV. ①065

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2013）第 137802 号

责任编辑：陈有华 旷英姿
责任校对：陶燕华

文字编辑：颜克俭
装帧设计：王晓宇

出版发行：化学工业出版社（北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011）
印 装：三河市延风印装厂
710mm×1000mm 1/16 印张 9 $\frac{3}{4}$ 字数 182 千字
2013 年 7 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询：010-64518888（传真：010-64519686） 售后服务：010-64518899

网 址：<http://www.cip.com.cn>

凡购买本书，如有缺损质量问题，本社销售中心负责调换。

定 价：25.00 元

版权所有 违者必究

发现每个学生的天赋，并有能力将其与当今社会的需求有机结合，把学生培养成为行业的天才，这是每个职业教育工作者的梦想。

上海信息技术学校的教师在多年实践中发现，每个学生都具有他们各自的特质，有的擅长抽象思维，有的擅长形象思维，前者可以成为学术型专家，后者可以成为技术技能型专家。我们的学生多半是后者。

怎样让我们的学生获得行业最新的知识、技能等工作要求；怎样让学生更快、更好地掌握这些要求；怎样让学生在学习中既感到责任又感到快乐，正是我们全校教师的孜孜追求。

基于这样的梦想和追求，在国家中等职业教育改革发展示范校的创建过程中，上海信息技术学校组织编写了20本校本教材。为让教材能提供“怎么做”和“怎么做更好”这样的经验性和策略性问题，教材内容全部由行业、企业专家提供，保证准确定位；由教师按学生的学习心理特征转化为教材，保障方法科学可行。

“知识的总量不变，知识的先进性和排序方式发生变革。”针对这种新的职业教育课程开发模式所蕴含的要求，我们择选了其中10本出版，以期能在“三个示范”（改革创新示范、提高质量的示范、办出特色的示范）方面作出一些探索，供同行相互交流。

邵光伟





前言

《化学分析工(四级)实训》是《化学分析工》(四级)技能鉴定的配套教材,严格按照“化学分析工(四级)”国家职业标准理论知识要求和技能鉴定要求编写。

《化学分析工(四级)实训》符合中等职业教育和职业培训的特点,理论与技能并重。理论知识以必需和够用为度,内容简明扼要,通俗易懂。详尽介绍“化学分析工(四级)”技能鉴定要求,力求结合生产实际,注重实际应用。教材实践性强,充分体现了以能力为本的教学特点。

教材编写过程中尝试“任务引领型”教学模式,将所要学习的知识和实践技能蕴含在一个或几个具体的任务中,让学生循序渐进地完成一系列任务,并通过任务的完成而实现对所学知识的深度理解和合理运用,使学习者深入思考、积极动手、认真观察、认真记录和分析等实践能力得到全方位的锻炼和培养。

本书由范学超编,上海化工研究院副总工程师张永清主审。

在教材的编写过程中,得到了上海信息技术学校领导、老师以及相关专家的大力支持,编者在此表示衷心感谢。

限于编者对职业教育教学改革的理解和教学经验,书中难免存在不妥之处,恳请专家和读者批评和指正。

编者

2013年4月



实验室规则	1
实验室安全守则	2
 项目一	Page
相关知识	4
 项目二	Page
采样和安全	11
任务一 采样	11
任务二 安全	22
 项目三	Page
物理常数测定	32
任务一 物质熔点的测定	32
任务二 溶液密度的测定	41
任务三 有机产品沸点的测定	48
任务四 物质折射率的测定	56
任务五 试样比旋光度的测定	64
任务六 物质黏度的测定	74
 项目四	Page
化学分析	83
任务一 配位滴定法测定物质含量	83
任务二 碘量法测定物质含量	92
任务三 沉淀滴定法测定物质含量	102
 项目五	Page
仪器分析	112
任务一 分光光度法测定未知样中铁含量	112
任务二 用气相色谱法测定未知样 含量——归一化法定量	122
任务三 离子选择性电极测定离子活度	132
 附录	Page
随机表	143
 参考文献	Page
	145

实验室规则

1. 进入实验室前应认真预习，明确实验目的，了解实验的基本原理、方法、步骤以及有关的基本操作和注意事项。

2. 遵守纪律，不迟到、早退，不在实验室大声喧哗，保持室内安静。

3. 实验前，先清点所用仪器，如发现破损，立即向指导教师声明补领。如在实验过程中损坏仪器，应及时报告，并填写仪器破损报告单，经指导教师签字后交实验室工作人员处理。

4. 实验时听从教师的指导，严格按操作规程正确操作，仔细观察，积极思考，并随时将实验现象和数据如实记录在专用的记录本上。

5. 公用仪器和试剂瓶等用毕立即放回原处，不得随意乱拿乱放。试剂瓶中试剂不足时，应报告指导教师，及时补充。

6. 实验时要保持桌面和实验室清洁整齐。废液倒入废液缸，用后的滤纸和废物投入废物篓内，严禁投放在水槽中，以免腐蚀和堵塞水槽及下水道。

7. 实验中严格遵守水、电、煤气、易燃、易爆以及有毒药品等的安全规则。注意节约水、电和试剂。

8. 实验完毕将实验桌面、仪器和试剂架整理干净。值日生负责做好整个实验室的清洁工作，并关闭水、电开关及门窗等。实验室内一切物品不得带离实验室。

9. 实验后根据原始记录，处理数据，按要求格式写出实验报告，及时交给指导教师批阅。



实验室安全守则

进行化学实验经常要使用水、电、煤气，各种仪器和易燃、易爆、腐蚀性以及有毒的药品等，实验室安全极为重要。如不遵守安全规则会发生事故，不仅导致实验失败，而且还会伤害人的健康，并给国家财产造成损失。因此，必须做到认真预习，熟悉各种仪器、药品的性能，掌握实验中的安全注意事项，集中精力进行实验，严格遵守操作规程。此外，还必须了解实验室一般事故的处理等安全知识。

1. 化学实验室安全守则

(1) 实验开始前，检查仪器是否完整无损，装置是否正确。了解实验室安全用具放置的位置，熟悉使用各种安全用具（如灭火器、砂桶、急救箱等）的方法。

(2) 实验进行时，不得擅自离开岗位。水用完毕立即关闭。实验结束后，值日生和最后离开实验室的人员应再一次检查它们是否被关好。

(3) 绝不允许任意混合各种化学药品，以免发生事故。

(4) 浓酸、浓碱等具有强腐蚀性的药品，切勿溅在皮肤或衣服上，尤其不可溅入眼中。

(5) 极易挥发和引燃的有机溶剂（如乙醚、乙醇、乙酮、苯等），使用时室内必须严禁明火，用后要立即塞紧瓶塞，放在阴凉处。

(6) 加热时，要严格遵守操作规程。实验具有刺激性、恶臭和有毒的气体时，必须在通风橱内进行。

(7) 实验室内任何药品不得进入口中或接触伤口，有毒药品更应特别注意。有毒废液不得倒入水槽，以防与水槽中的残酸作用而产生有毒气体。防止污染环境，增强自身的环境保护意识。

(8) 实验室电器设备的功率不得超过电源负载能力。电器设备使用前应检查是否漏电，常用仪器外壳应接地。使用电器时，人体与电器导电部分不能直接接触，也不能用湿手接触电器插头及电源开关。

(9) 进行危险性实验时，应使用防护眼镜、面罩、手套等防护用具。

(10) 实验室内，禁止食用食品和饮料。

2. 实验室意外事故的一般处理

(1) 割伤可先取出伤口内的异物，然后在伤口抹上红汞药水或撒上消炎粉后用纱布包扎。



(2) 烫伤可先用稀 KMnO_4 或苦味酸溶液冲洗灼伤处。再在伤口处抹上黄色的苦味酸溶液、烫伤膏或万花油，切勿用水冲洗。

(3) 酸蚀伤先用大量水冲洗，然后用饱和 NaHCO_3 溶液或稀氨水洗，最后再用水冲洗。

(4) 碱蚀伤先用大量水冲洗，再用约 0.3mol/L HAc 溶液洗，最后再用水冲洗。如果碱溅入眼中，则先用硼酸溶液洗，再用水洗。

(5) 吸入刺激性、有毒气体（如 Cl_2 、 HCl 、溴蒸气）时，可吸入少量酒精和乙醚的混合蒸气以解毒。吸入 H_2S 气体而感到不适时，立即到室外呼吸新鲜空气。

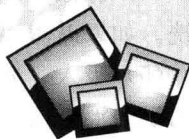
(6) 毒物进入口中若毒物尚未咽下，应立即吐出来，并用水冲洗口腔；如已咽下，应设法促使呕吐，并根据毒物的性质服解毒剂。

(7) 若因酒精、苯、乙醚等引起火，立即用湿抹布、石棉布或砂子覆盖燃烧物。火势大时可用泡沫灭火器。若遇电器设备引起的火灾，应先切断电源，用二氧化碳灭火器或四氯化碳灭火器灭火，不能用泡沫灭火器，以免触电。

(8) 触电，首先切断电源，必要时进行人工呼吸。

(9) 实验人员若伤势较重，则应立即送医院。若火势较大，则应立即报警。

项目一 相关知识



任务目标

1. 学习化学实验室规则及安全知识。
2. 认识化学实验室常用仪器设备。
3. 熟悉规范操作的意义和重要性。
4. 掌握并能熟练进行常用仪器设备的规范操作。
5. 熟悉实验数据处理与表达。

知识准备

一、规范操作的重要性

化学实验室中具有腐蚀性、毒性甚至是剧毒及易燃烧和易爆的试剂是相当多的,若操作不当很容易发生危险。保证实验室安全是维持正常实验工作的先决条件。

目前世界上已知有化学物品 600 万种,经常生产使用的约 6 万~7 万种,我国约有 3 万多种。这些化学物品中约有 70% 以上易燃、易爆、有毒和腐蚀性强。如果由于人为的处理使用不当,就极易造成火灾、爆炸、中毒和烧伤等事故。

据统计,化工行业每年都要发生几百起重大事故,造成人员伤亡,给国家财产造成重大经济损失。事故原因分析中,约有 70% 是因为违章操作(不规范操作)造成的。这就要求我们从一开始就要加强规范操作的意识,思想上高度重视,操作中严格按照要求进行,不明白的不盲目操作。确保操作规范,安全无误。

根据以上情况,特提出以下几项分析实验室制度。

- ① 严格遵守实验室的规章制度。
- ② 注意创造良好的工作环境。分析实验室所用仪器、试剂要放置有序,实



验台面及时整理，固体废弃物及有毒、有腐蚀性的废液要分别倒在废物缸中并及时妥善处理。及时清理洒出的化学药品等，保持一个良好的实验环境。

③ 严格按照规范操作要求进行操作。

二、常用玻璃仪器的规范操作

1. 一般玻璃仪器的洗涤

分析操作中使用的玻璃仪器常沾附有化学试剂、反应产物、灰尘及油污等，这些物质有的易溶于水，有的难溶于水，有的与仪器沾附得紧密，有的与仪器沾附得不太紧密，这就要求在进行化学分析实验前后都应应对所用玻璃仪器进行认真洗涤，以保证所进行的分析实验不受污染，否则将影响分析结果的准确性。

(1) 玻璃仪器洗涤干净的标准

在定量分析中，玻璃仪器一般要求洗涤到将容器里的水放出后，其内壁只有一薄层均匀的水膜而无水的条纹且不挂水珠。

(2) 一般玻璃仪器的洗涤方法

洗涤的一般方法是用自来水、去污粉或洗衣粉刷洗，若还不能洗净，则可根据沾污的性质选配适当的洗涤液进行洗涤。

① 用水洗涤。将玻璃仪器用水淋湿后，用毛刷刷拭仪器，促使可溶物质溶解、不溶物质脱落，再用水冲洗干净即可。

② 用去污粉或合成洗涤剂洗涤。若用水洗刷仍达不到目的时，可用毛刷蘸上去污粉或合成洗涤剂刷洗，再用自来水冲洗干净。

③ 蒸馏水（或去离子水）清洗。按上法洗净后，需再用蒸馏水（或去离子水）洗涤，以除去沾附在器壁上的普通水。洗涤的方法一般是从洗瓶向玻璃仪器内壁挤入少量水，同时转动玻璃仪器或变换洗瓶水流的方向，使水能充分淋湿内壁，每次用水量不需太多，如此洗涤 3 次后，即可使用。

④ 用洗涤液洗涤。如果玻璃仪器沾污得厉害，可先用洗涤液处理。洗涤液的选择根据污垢的性质而定，如酸性（或碱性）污垢用碱性（或酸性）洗涤液洗，氧化性（或还原性）污垢用还原性（或氧化性）洗涤液洗；有机污垢用碱液或有机溶剂洗。

(3) 常用洗涤液的配制及使用方法（表 1-1）

表 1-1 常用洗涤液的配制及使用方法

名称	配制方法	适用范围及使用方法
合成洗涤剂或去污粉	将合成洗涤剂或去污粉用热水搅拌配成溶液	用于洗涤油脂或某些有机物沾污的容器
铬酸洗液	取 10g 重铬酸钾溶于 30mL 的热水中，慢慢加入 170mL 浓硫酸	用于除去器壁残留油污，用少量洗液刷洗或浸泡，洗液可重复使用
碱性高锰酸钾	取 4g 高锰酸钾溶于少量水中，加入 10g 氢氧化钠，用水稀释至 100mL	清洗油污及其他有机物质，洗后容器沾污处有褐色二氧化锰析出，再用浓盐酸或草酸洗液等还原剂溶液洗涤

续表

名称	配制方法	适用范围及使用方法
工业盐酸	浓或者 1+1	用于洗去碱性物质及大多数无机物残渣
碱性溶液	氢氧化钠水溶液或乙醇 (10g/100mL)	水溶液加热(可煮沸)使用,其去油效果较好,注意煮的时间太长会腐蚀玻璃,碱乙醇洗液不要加热
草酸洗液	5~10g 草酸溶于 100mL 水,加入少量浓盐酸	洗涤高锰酸钾洗液洗后产生的二氧化锰,必要时加热使用
碘-碘化钾溶液	1g 碘和 2g 碘化钾溶于水,用水稀释到 100mL	洗涤用过硝酸银滴定液后留下的黑褐色污垢物,也可用于擦洗沾过硝酸银的白瓷水槽
盐酸-乙醇洗液	按 1+2 体积比配成	洗涤染有颜色的有机物质的比色皿

重铬酸钾的硫酸溶液是实验室中较常用的一种洗涤液,其洗涤方法如下。

① 洗涤前,必须先将玻璃仪器用自来水和毛刷刷刷,倾尽水,以免洗液稀释后降低洗涤能力。

② 将洗涤液倒入欲洗涤的器皿中,慢慢摇动或转动仪器,使仪器内壁都沾上铬酸洗液,稍等片刻,使铬酸洗液与污物充分作用,也可将需要洗涤的仪器浸泡在热的(70℃左右)洗液中约十几分钟。

③ 用洗液洗涤后的玻璃仪器,先用自来水冲净,再用蒸馏水润洗内壁 3 次。

④ 用过的洗液倒回原瓶,以备下次再用。

⑤ 使用铬酸洗液洗涤玻璃仪器时应特别小心,因为铬酸洗液为强氧化剂,腐蚀性很强,易烫伤皮肤,烧坏衣服,铬有毒,使用时应注意安全,绝对不能吸,只能用洗耳球吸取。

⑥ 铬酸洗液使用后,应倒回原来容器内以反复使用,如果洗涤颜色变绿,表示洗液失效,必须重新配制,但失效的洗液绝不能倒入下水道,只能倒入废液缸内另行处理。

注意事项:洗涤时应按少量多次的原则用水冲洗,每次充分振荡后倾倒干净。凡能用刷洗的玻璃仪器,都要尽量用刷子蘸取肥皂液进行洗涤。但不能用硬质刷子猛力擦洗容器内壁,因为易使容器内壁表面毛糙。易吸附离子或其他杂质,影响测定结果或者难以清洗而造成污染。

2. 常用计量玻璃器皿的洗涤

(1) 滴定管的洗涤

根据滴定管沾污的程度选用洗涤方法,一般有以下几种清洗方法。

① 用自来水冲洗。

② 可用铬酸洗液洗涤:向滴定管中倒入铬酸洗液 10mL (碱式滴定管应卸下管下端的橡皮管,套上旧橡皮乳头,再倒入洗液),将滴定管逐渐向管口倾斜,两手转动滴定管,使洗液布满全管内壁,然后打开活塞将洗液放回原洗液瓶中,如果内壁沾污严重时,则需要将洗液充满滴定管,浸泡 10min 至数小时或用温

热洗液浸泡 20~30min。

③ 可根据具体情况采用针对性洗液进行清洗。如 MnO_2 可采用亚铁盐溶液或草酸洗液进行清洗。

无论选用以上哪种方法清洗后的滴定管，都必须用自来水冲洗干净，再用蒸馏水洗 3 次，每次 10~15mL。

检查滴定管是否洗净，将管外壁水擦干，观察管内壁，其内壁应完全被水均匀润湿而不挂水珠。若内壁不是均匀润湿而挂了水珠，则应重新洗涤。

(2) 容量瓶的洗涤

① 用自来水洗几次，倒出水后，内壁不挂水珠，即可用蒸馏水荡洗 3 次。

② 用去污粉或合成洗涤剂浸泡：将去污粉或合成洗涤剂配成 0.1~0.5g/100mL 的溶液，倒入少量该洗涤液于容器中，摇动几分钟后，倒回原瓶，然后用自来水冲洗干净，再用蒸馏水或去离子水润洗不少于 3 次。

③ 用前面方法洗不净时，就必须用铬酸洗液洗涤：先尽量倒出瓶内残留的水（以免稀释洗液），再加入 10~20mL 洗液，倾斜转动容量瓶，使洗液布满内壁，可放置一段时间，然后将洗液倒回原瓶中，再用自来水充分冲洗容量瓶和瓶塞，洗净后用蒸馏水荡洗 3 次，用蒸馏水荡洗时，一般每次用量为 15~20mL，不可浪费。

(3) 吸量管的洗涤

先用自来水洗净，再用铬酸洗液洗涤，应洗至吸量管整个内壁和其下部的内壁不挂水珠。方法是：用左手持洗耳球，将食指或拇指放在洗耳球的上方，其余手指自然地握住洗耳球，用右手的拇指和中指拿住吸量管标线以上的部分，无名指和小指辅助拿住吸量管，将洗耳球对准吸量管口，管尖贴在吸水纸上，用洗耳球压气，吹去其中残留的水，然后排除洗耳球中的空气，将管尖伸入洗液瓶中，吸取洗液至吸量管全管的 1/4 处。移开洗耳球，与此同时，用右手的食指堵住管口，把管横过来，左手扶住管的下端，松开右手食指，一边转动吸量管，一边使管口降低，让洗液布满全管内壁，然后，从管的上口将洗液放回原瓶，用自来水充分冲洗，再通过洗耳球，如上操作，吸取蒸馏水将整个管的内壁润洗 3 次，荡洗的水应从管尖放出，亦可用洗瓶从管的上口吹洗，并用洗瓶吹洗管尖口的外壁。

三、实验准备与实验数据记录

在进行化学实验或分析检验时，分析结果是否准确可靠是至关重要的问题，不准确的分析结果或者错误的分析结果往往会造成严重后果，可以导致生产上的损失、资源的浪费、科学上的错误结论，给生产、科研和生活造成巨大的浪费，甚至会造成安全事故的发生（在进行安全分析中）。如农业上土壤中养分的测定，酸碱性的测定、工业上试样中组分含量的测定、日常生活中饮用水质的检测等都要求分析结果准确可靠，因此在分析测定时一定要实事求是地记录原始数据。在

测定工作结束后还要对测得的各项数据进行处理,如发现分析结论与实际情况不符,要以原始数据为依据仔细检查,找出错误的原因,而绝不允许通过改动数据的方法达到所谓的一致。所以在进行分析检测时,一定要高度重视实验或分析数据的记录与处理,切实做到数据的记录与处理达到科学、准确、无误,确保实验结果的准确性和可靠性。

1. 必须学会正确的进行原始数据的记录

原始记录是检验工作中最重要的资料之一。所谓原始记录,也就是未经过任何处理的第一手的记录。认真做好原始记录是保证有关数据可靠的重要条件,实验结束后,必须对照原始记录认真核对以判断实验结果的准确性和可靠性。一旦出现实验或分析结论与实际情况不符或偏差较大时,就必须以原始数据为依据,仔细检查,查找产生错误的原因,从而来判断分析结果的可靠性和准确性,因此原始记录具有追溯性的特征。

对原始记录有以下要求。

- ① 首先要养成良好的原始记录习惯。
- ② 一定要实事求是,以事实为依据进行记录。
- ③ 原始数据必须整洁地记录在专用的原始记录纸上,原始记录可以是单页,也可以是多页的记录本。在原始记录上必须标明页码或唯一性编号,不得缺页或断编号。
- ④ 原始记录应妥为保存一段时间。
- ⑤ 原始记录内容必须真实、齐全、清楚。
- ⑥ 原始记录内容方式应该简单、明了,便于查核,可以根据不同的实验要求,自行设计一些简单合适的记录表格供实验时填写,表格项目内容应满足检验分析要求。
- ⑦ 原始记录中有关单位、符号,应符合法定计量单位规定,项目名称应规范。
- ⑧ 记录一定要注明实验日期和时间及记录人。

2. 正确书写实验预习报告和实验报告

实验报告是总结实验情况,分析实验中出现的問題,归纳总结实验结果必不可少的环节。因此,实验完毕后,应及时如实的写出实验报告。实验报告应包括实验的目的要求、反应式、主要试剂的规格、用量、实验步骤和现象,获得数据计算、讨论,以及实验室环境情况(如实验温度、湿度、大气压力)等。要如实记录填写报告,做到简明扼要、字迹整洁、实事求是、文字精练、绘图准确、讨论认真。关于实验步骤的描述不能照抄书上的实验步骤,应用规范的语言对所做的内容,做概要的描述。

四、实验数据处理与表达

1. 可疑数据的取舍

分析测定中常常有个别数据与其他数据相差较大,成为可疑数据(或称离群值、异常值)。对于有明显原因造成的可疑数据,应予舍去,但是对于找不出充分理由的可疑数据,则应慎重处理,应借助数理统计方法进行数据评价后再行取舍。

在进行平行测定中为3~10次的测定数据中,有一个可疑数据时,可采用Q检验法决定取舍;若有两个或两个以上可疑数据时,宜采用Grubbs检验法。

2. 有效数字及其运算规则

由于误差的存在,任何测量的结果与真实之间有偏差,因此在记录数据时既不可随意多写数字的位数,夸大测量的精度;也不可轻率少写数字的位数,降低测量的精度。在小数点后的“0”也不能任意增加或删除。在进行运算和数字修约时,还应遵守下列规则。

① 有效数字的修约按国家标准GB 8170—2008进行:在拟舍弃的数字中,若左边的第一个数字 ≤ 4 ,则舍去;在拟舍弃的数字中,若左边的第一个数字 ≥ 6 ,则进一;在拟舍弃的数字中,若左边的第一个数字为5,其右边的数字并非全部为0,则进一;在拟舍弃的数字中,若左边的第一个数字为5,其右边的数字皆为0或无数字时,所拟保留的末位数字为奇数时,则进一,若为偶数(包括“0”)时,则不进;有效数字的修约应一次完成,不得连续进行多次修约。

② 加减运算结果中,保留有效数字的位数应与绝对误差最大的相同。

③ 乘除运算结果中,保留有效数字的位数应以相对误差最大的数据为准。

④ 对数计算中,对数小数点后的位数应与真数的有效数字位数相同。

⑤ 计算式中用到的常数如 π 、 e 以及乘除因子等,可以认为其有效数字的位数是无限的,不影响其他数据的修约。

3. 分析结果的表达

取得实验数据后,应以简明的方法表达出来,通常有列表法、图解法、数学方程表示法等3种方法,可根据具体情况选择一种表达方法。

列表法是将一组实验数据中的自变量和因变量的数值按一定形式和顺序一一对应列成表格,比较简明、直观,是最常用的方法。列表时应有完全而又简明的表名,在表名不足以说明表中数据含义时,则在表名或表格下面再附加说明,如获得数据的有关实验条件、数据来源等;表中数据有效数字位数应取舍适当,小数点应上下对齐,以便比较分析。

图解法是将实验数据按自变量与因变量的对应关系标绘成图形,直观反映变量间的各种关系,便于进行分析研究。每图应有简明的标题,并注明取得数据的主要实验条件、作者姓名(包括合作者姓名)以及实验日期。注意坐标名称、单位、分度的选择,其精度应与测量的精度一致。

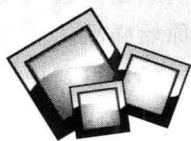
图解法是整理实验数据的重要方法,通常借助标准工作曲线法、曲线外推法图解微分法和图解积分法直接或间接获得样品的有关信息。

数学方程表示法是对数据进行回归分析，以数学方程式描述变量之间关系的方法。仪器分析实验数据的自变量与因变量之间多成直线关系，或是经过适当变换后，使之呈现直线关系，因此仪器分析中比较常用的是一元线性回归分析，多采用平均值法和最小二乘法完成。在实验报告或论文中，往往还需算出相关系数 r ，以说明变量之间的相关程度；注意， $|r|=0$ 时，表明 x 与 y 毫无线性关系，但并不否定 x 与 y 之间可能存在其他的非线性关系。

仪器分析实验和化学分析实验相比，实验数据和信息量大得多，要注意利用先进的计算机技术进行分析数据处理，例如，大家熟悉的 Microsoft Excel、Origin 等系列软件就可以根据一套原始数据，在数据库、公式、函数、图表之间进行数据传递、链接和编辑等操作，从而对原始数据进行汇总列表、数据处理、统计计算、绘制图表、回归分析及验证等。



项目二 采样和安全



任务一 采样

任务要求

熟悉有关采样术语、采样的目的和原则及采样的基本程序；掌握固体、液体及气体采样工具的用途及正确的使用方法。

任务目标

1. 熟悉采样术语，知晓采样的目的和原则及采样的基本程序。
2. 掌握固体、液体及气体采样工具的用途及正确的使用方法。
3. 掌握各种物料的采样方法，正确填写采样记录。

知识准备

一个分析过程一般经过采样、样品的预处理、测定和结果的计算等几个步骤。工业物料的数量，往往以千、万吨计，其组成有的比较均匀，有的很不均匀。而我们对物料进行分析时所需的试样量是很少的，也不过数克，甚至更少，对这些少量试样的分析结果必须能代表全部物料的平均组成。因此，掌握试样采集和制备的正确方法，是分析工作中至关重要的第一步。如果采得的样品由于某种原因不具备充分的代表性，那么，即使分析方法好、测定准确、计算无差错，也是毫无意义的，有时甚至会给生产和科研带来严重的后果。因此正确采集和制备具有代表性的样品具有非常重要的意义。

采集样品的原则：具有充分的代表性。

1. 采样步骤

样品通常可分为检样、原始样品和平均样品。采集样品的步骤一般分 5 步，依次如下。

