

铜工业化工分析

主编 汪更明 赖学根



江西高校出版社



图书在版编目(CIP)数据

铜工业化工分析/汪更明,赖学根主编. —南昌:江西
高校出版社,2015.7

ISBN 978-7-5493-3610-4

I. ①铜... II. ①汪... ②赖... III. ①铜-生产工
艺-技工学校-教材 IV. ①TG146.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015) 第 173022 号

出版发行	江西高校出版社
社 址	江西省南昌市洪都北大道 96 号
邮 政 编 码	330046
总编室电话	(0791)88504319
销 售 电 话	(0791)88500223
网 址	www.juacp.com
印 刷	虎彩印艺股份有限公司
照 排	江西太元科技有限公司照排部
经 销	各地新华书店
开 本	787mm×1092mm 1/16
印 张	19.75
字 数	314 千字
版 次	2015 年 7 月第 1 版第 1 次印刷
书 号	ISBN 978-7-5493-3610-4
定 价	35.00 元

赣版权登字-07-2015-590

版权所有 侵权必究

前 言

2013年,江西铜业高级技术学校被列入《国家中等职业教育改革发展示范学校计划建设项目》第三批建设单位。学校在项目建设过程中,充分发挥学校与江西铜业集团公司“校企合一”的优势,以推进“工学一体化”为目标,努力推广任务教学法和情景教学法,以此确定《机械制图与测绘》《电子线路安装与调试》《铜板带箔材生产工艺与设备》《铜工业化工分析》四本教材的编写方向。

学校依据《国家职业标准》的要求,以培养生产第一线所需要的中、高技能人才为目标,兼顾知识点、技能点和能力点,突出实践性、针对性,结合江铜集团所属企业与学校实际,参照人社部《一体化课程开发技术规程》,编写体现“工学一体,学做合一”的教材。本教材的编写得到了江铜集团下属企业和人力资源部门的大力支持,并得到企业实践专家罗智(江铜集团贵溪冶炼厂)、李红军、张利民、徐俊莲(江铜集团德兴铜矿)、唐华全(江铜集团九江铅锌)以及广州工贸技师学院朱东方老师的指导和评审。此外,广州工贸技师学院张利芳、吴洪东先后两次率领专家团队,来我校指导学习工作站建设、学材开发与应用、一体化教案的编写,为我校教材编写的顺利进行打下了良好的基础,在此表示衷心的感谢!

本书内容简明扼要,实用性强,可作为中等职业学校化工专业的学材,也可作为从事分析检验工作人员的技能培训教材和参考书。教材任务二、三、七、八、九、十由汪更明编写,任务一、五由杨定良编写,任务四、六、十一由赖学根编写。

在教材的编写过程中,由于编写人员理论水平和实践能力有限,在时间紧迫的情况下,教材难免存在着缺点和不当之处,恳请读者批评指正!

编 者
2015年7月

目 录

任务一 初识分析实验室	1
学习活动一 分析实验室安全	1
学习活动二 常用器皿及玻璃仪器洗涤干燥	7
任务二 化学分析主要仪器的应用	18
学习活动一 电子天平及其操作	18
学习活动二 移液管、吸量管及其操作	26
学习活动三 容量瓶的使用	36
学习活动四 滴定管及其操作	44
任务三 酸碱滴定法	55
学习活动一 盐碱标准滴定溶液的配制与标定	55
学习活动二 氢氧化钠标准滴定溶液的配制与标定	67
学习活动三 工业硫酸纯度的测定	76
学习活动四 混合碱含量的测定	88
任务四 氧化还原滴定法	98
学习活动一 高锰酸钾标准溶液的配制和标定	98
学习活动二 高锰酸钾法测定水中化学耗氧量 COD	108
学习活动三 重铬酸钾标准溶液的制备	115
学习活动四 重铬酸钾法测定铁矿石中全铁量	124
任务五 配位滴定法	133
学习活动一 EDTA 标准滴定溶液的配制与标定	133

学习活动二 自来水总硬度的测定	143
学习活动三 工业硫酸铝中铝含量的测定	152
任务六 沉淀滴定法	163
学习活动一 AgNO_3 标准溶液的配制与标定	163
学习活动二 莫尔法测定食盐中氧化钠的含量	172
学习活动三 NH_4SCN 标准滴定溶液的配制与标定	182
学习活动四 食盐中氯化钠含量的测定(佛尔哈德法)	192
学习活动五 法扬司法测定 NaI 的纯度	201
任务七 电化学分析法	212
学习活动一 用 pH 计测缓冲溶液的 pH 值	212
学习活动二 电位滴定法测定氯离子	223
任务八 可见分光光度法	235
学习活动一 分光光度法测铁含量	235
任务九 原子吸收光谱分析法	247
学习活动一 原子吸收光谱仪	247
学习活动二 火焰原子吸收光谱测定金属材料中的铜	256
任务十 气相色谱法	268
学习活动一 气相色谱仪	268
学习活动二 气相色谱法测定丁醇中少量甲醇	276
任务十一 高效液相色谱法	285
学习活动一 高效液相色谱仪	285
学习活动二 高效液相色谱仪器常见故障及维护保养知识	293
学习活动三 用反相液相色谱法分离芳香烃	300
参考文献	310

任务一 初识分析实验室

学习活动一 分析实验室安全



工作情境描述

小李对一批样品进行分析实验。在溶解样品时,用烧杯夹起电炉上取下溶至近干的样品,因失手打裂烧杯,割破了手。慌乱之下,左手碰到了放在盐酸瓶边上的硫酸瓶,致使硫酸瓶被打翻。请你帮他解决所面临的问题。



学习目标

- ※ 能够描述分析实验室安全管理规定
- ※ 能知道危险性化学试剂安全管理规定
- ※ 能查阅《危险化学品安全管理条例》(中华人民共和国国务院令第 344 号)
- ※ 能知道分析实验室废弃物的处理程序及注意事项
- ※ 能掌握分析实验室电气及消防安全知识,且能处理一般事故
- ※ 能知道分析实验室各物资设备所放位置
- ※ 能掌握分析实验室订置要求
- ※ 学会中毒、化学灼伤、割伤的处理措施
- ※ 记住防火、防爆、灭火常识
- ※ 学会处理常用有毒化学物质



学习地点

分析实验室



分组

2~6 人/组



● 选择题

1. 以下物质中,()应该在通风橱内操作。
A. 氢气 B. 氮气 C. 氦气 D. 氯化氢
2. 产生温室效应的气体主要是()。
A. 二氧化碳 B. 氢气 C. 二氧化硫 D. 臭氧
3. 用过的废洗液()。
A. 可直接倒入下水道 B. 作为废液交相关部门统一处理
C. 可以用来洗厕所 D. 随意处置
4. 选无磷洗衣粉,可以()。
A. 保护衣物 B. 防止污染 C. 保护双手 D. 洁净效果更好
5. 不慎发生意外,下列操作正确的是()。
A. 如果不慎将化学品弄洒或污染,立即自行回收或者清理现场,以免对他人产生危险
B. 任何时候见到他人洒落的液体应及时用抹布抹去,以免发生危险
C. pH 值中性即意味着液体是水,自行清理即可
D. 不慎将化学试剂弄到衣物和身体上,立即用大量清水冲洗 10 ~ 15 分钟
6. 取用化学药品时,以下事项操作正确的是()。
A. 取用腐蚀和刺激性药品时,尽可能带上橡皮手套和防护眼镜
B. 倾倒时,切勿直对容器口俯视;吸取时,应该使用橡皮球
C. 开启有毒气体容器时应带防毒用具
D. 以上都是
7. 为了安全,须贮存于煤油中的金属是()。
A. 钠 B. 铝 C. 铁 D. 钙
8. 以下几种气体中,有毒的气体为()。
A. 氧气 B. 氮气 C. 氯气 D. 二氧化碳
9. 实验室内()。
A. 使用闸刀开关、木质配电板和花线
B. 自己随意接、拉电线
C. 固定电源插座未经允许不得拆装、改线
10. 实验开始前应()。
A. 必须认真预习,理清实验思路

B. 应仔细检查仪器是否有破损,掌握正确使用仪器的要点,弄清水、电、气的管线开关和标记,保持清醒头脑,避免违规操作

C. 了解实验中使用的药品的性能和有可能引起的危害及相应的注意事项

D. 以上都是

11. 在实验室区域内,可以()。

A. 吸烟、烹饪、用膳

B. 睡觉过夜和进行娱乐活动

C. 做与学习、工作有关的事情

12. 试剂或异物溅入眼内,处理措施正确的是()。

A. 溴:大量水洗,再用 1% NaHCO_3 溶液洗

B. 酸:大量水洗,用 1% ~ 2% NaHCO_3 溶液洗

C. 碱:大量水洗,再以 1% 硼酸溶液洗

D. 以上都对

13. 天气较热时,打开腐蚀性液体,应该()。

A. 直接用手

B. 用毛巾先包住塞子

C. 戴橡胶手套

D. 用纸包住塞子

14. 被火困在室内,正确的逃生方法是()。

A. 跳楼

B. 到窗口或阳台挥动物品求救、用床单或绳子拴在室内牢固处下到下一层逃生

C. 躲到床下,等待救援

D. 打开门,冲出去

15. 简单辨认有味的化学药品的方法是()。

A. 用鼻子对着瓶口去辨认气味

B. 用舌头品尝试剂

C. 将瓶口远离鼻子,用手在瓶口上方扇动,稍闻其味即可

D. 取出一点,用鼻子对着闻

16. 眼睛被化学品灼伤后,首先采取的正确方法是()。

A. 点眼药膏

B. 立即睁大眼睑,用清水冲洗眼睛

C. 马上到医院看急诊

● 判断题

1. 未经指导教师许可,不得搬弄仪器、设备,以及擅自开始实验。实验时,应注意安全,按要求操作,如发现异常立即停止。()

2. 易燃、易爆物品要放在远离实验室的阴凉通风处,在实验室内保存的少量易燃易爆试剂要严格管理。()

3. 可以用烘箱干燥有爆炸危险性的物质。()

4. 强酸灼伤时,必须先用大量流水彻底冲洗,然后在皮肤上擦拭碱性药物,否则会加重皮肤损伤。()

5. 碱灼伤时,必须先用大量流水冲洗至皂样物质消失,然后可用 1% ~ 2% 醋酸或 3% 硼酸溶液进一步冲洗。 ()
6. 火或热水等引起的小面积烧伤、烫伤,必须用冷水冲洗 30 分钟以上,然后用烧伤膏涂抹,切不可用牙膏、酱油、盐等覆盖。 ()
7. 火或热水等引起的大面积烧伤、烫伤,必须用湿毛巾、湿布、湿棉被覆盖,然后送医院进行处理。 ()
8. 触电时,不可人去拉(可用木棒把伤员挑开),应立即切断电源,然后先做人工呼吸,再做心脏按压,同时及时送医院进行处理。 ()
9. 实验中遇到一般割伤,应立即取出伤口内的异物,保持伤口干净,并用酒精棉清除伤口周围的污物,涂上外伤膏或消炎粉。 ()
10. 在实验室允许口尝鉴定试剂和未知物。 ()
11. 110 是匪警,120 是火警,122 是交通事故,119 是急救中心。 ()
12. 使用过的实验服脱下后,不得与日常衣服放在一起,也不得放在洁净区域。 ()
13. 实验中溅入口中而尚未下咽的毒物,应立即吐出,并用大量水冲洗口腔。 ()
14. 因吸入少量氯气、溴蒸气而中毒,可用碳酸氢钠溶液漱口,不可进行人工呼吸。 ()
15. 存有易燃易爆物品的实验室禁止使用明火,如需加热可使用封闭式电炉、加热套或可加热磁力搅拌器。 ()
16. 学生在生物实验室里时,可以吃口香糖。 ()
17. 对于氢氧化钠、氨水等废液可以进行如下处理:用 6mol/L 盐酸水溶液中和,再用大量水冲洗。 ()
18. 实验室灭火的方法要针对起因选用合适的方法。一般小火可用湿布、石棉布或沙子覆盖燃烧物即可灭火。 ()
19. 学生进入实验室首先要了解实验室的安全注意事项。 ()
20. 10086 中国移动客服,10000 中国电信客服,114 区号查询,12333 民工维权电话,12315 消费者申诉举报,999 红十字会急救台。 ()
21. 离心过程中,若听到离心机有异常响声,待离心完成后再停机检查原因。 ()
22. 实验后剩余的金属钠,应用大量的水冲洗。 ()
23. 冰箱内禁止存放危险化学物品,如果确需存放,则必须注意容器绝对密封,严防泄漏。 ()
24. 酒精灯内的酒精量最多可加九分满。 ()
25. 实验室常用的灭火方法:用水灭火、砂土灭火、灭火器。 ()
26. 取用有毒、有恶臭味的试剂时,要在通风橱中操作;使用完毕后,将瓶塞蜡封或用生料带将瓶口封严。 ()

27. 要保持实验室环境整洁,做到地面、桌面、设备三整洁,减少安全隐患。 ()
28. 电气线路着火,要先切断电源,再用干粉灭火器或二氧化碳灭火器灭火,不可直接泼水灭火,以防触电或电气爆炸伤人。 ()
29. 燃烧必须具备可燃物、助燃物和点火源三大条件,缺一不可。因此,可以采取尽量隔离的方式来防止实验室火灾的发生。 ()
30. 大型仪器使用中,应注意仪器设备的接地、电磁辐射、网络等安全事项,避免事故发生。 ()
31. 在稀释浓硫酸时,不能将水往浓硫酸里倒,而应将浓硫酸缓缓倒入水中,不断搅拌均匀。 ()
33. 可以将氢气与氧气混放在一个房间。 ()
34. 玻璃器具在使用前要仔细检查,避免使用有裂痕的仪器。特别用于减压、加压或加热操作的场合,更要认真进行检查。 ()
35. 在进行萃取或洗涤操作时,为了防止物质高度浓缩而导致内部压力过大,产生爆炸,应该注意及时排出产生的气体。 ()
36. 酒精灯不再使用时,应立刻用嘴吹气灭火。 ()
37. 取用强碱性试剂后的小勺应擦净后存放。 ()
38. 干燥箱和恒温箱的使用温度不能超过最高允许温度。 ()
39. 通常有害药品经呼吸器官、消化器官或皮肤吸入体内,引起中毒。因此,我们切忌口尝、鼻嗅及用手触摸药品。 ()
40. 实验中的过量化学品应当返回其原来的试剂瓶中以免浪费。 ()
41. 实验过程中应尽量避免实验仪器在夜间无人看管的情况下连续运转,如果必须在夜间使用,应严格检查实验仪器的漏电保护装置及空气开关等工作正常。 ()
42. 实验过程中长时间使用恒温水浴锅时,应注意及时加水,避免干烧发生危险。 ()
43. 转速较低的离心机可以在工作时打开机盖观察。 ()
44. 对产生有毒气体的实验应在通风橱内进行。通过排风设备将毒气排到室外,以免污染室内空气。 ()
45. 可以在木质或塑料等实验台上直接使用加热电炉。 ()
46. 对固态酸、碱可用手直接操作。 ()
47. 可以穿拖鞋或凉鞋、高跟鞋进入化学实验室。 ()
48. 酸、碱、盐水溶液使用后,经自来水稀释后可直接排入下水道。 ()
49. 进入实验室后穿着要整齐,不可以追逐打闹。 ()
50. 实验完成之后,可以直接离开实验台回宿舍。 ()

● 简答题

1. 分析实验室安全操作守则是什么?
2. 分析实验室仪器试剂现场定置管理内容有哪些?
3. 分析实验室危险物品管理规定有哪些?
4. 简述分析实验室废弃物的处理与排放方法?
5. 分析实验室对学生有哪些要求?
6. 查找录像,学生简述并模拟练习口对口人工呼吸和体外心脏挤压法抢救法。
7. 分析实验室周围有哪些垃圾箱? 学校垃圾中转站在哪?

8. 安全生产有何意义?

● 论述题

谈谈你今后在实验室学习中应如何注意安全。

温馨提示

※ 实验室里所用的药品,很多是易燃、易爆、有腐蚀性或有毒的,因此,不能用手接触药品,不要把鼻孔凑到容器口去闻药品(特别是气体)的气味,不得尝任何药品的味道。注意节约药品,严格按照实验规定的用量取用药品。

※ 如果没有说明用量,一般应按最少量取用液体 1mL ~ 2mL,固体只需要盖满试管底部。

学习活动二 常用器皿及玻璃仪器洗涤干燥



工作情境描述

桌子上摆放了一堆玻璃仪器,你都认识吗?发现这些玻璃仪器里面都很脏,现要洗涤干净,然后进行干燥,你该如何做?



学习目标

- ※ 认识分析实验常用器皿
- ※ 掌握分析化学常用器皿仪器的使用方法及注意事项
- ※ 掌握常用器皿的规格及表示方法
- ※ 掌握试管、烧杯、量筒、称量瓶等玻璃仪器的洗涤方法及干燥
- ※ 掌握玻璃仪器洗涤液的配制
- ※ 掌握试管、烧杯、量筒、称量瓶等玻璃仪器的保管方法



学习地点

分析实验室



分组

2~6 人/组



工作过程

1. 任务分工,根据小组成员特点完成下表。

成员名单	成员特点	小组中的分工

2. 根据你的工作进程,记录工作进度。

序号	开始时间	结束时间	工作内容
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			



● 简答题

1. 同桌新拿来一根试管,看看还算干净,就直接做实验了,这样正确吗?为什么?
2. 列出家中常用的洗涤用品、用具,你用它们洗过哪些玻璃用具?
3. 你在家打扫卫生,父母要你洗一个沾了油的玻璃杯,你会怎么洗涤?怎么样才算洗干净了呢?
4. 查询资料,请说出化学实验室洗涤玻璃器皿是否合格的标准是什么?
5. 请说出新领来的玻璃器皿如何洗涤?
6. 请写出洗涤玻璃仪器或器皿的一般步骤。

7. 请列出四种以上能用来洗涤化学实验室玻璃器皿的洗液及其配方。

8. 玻璃仪器的干燥有哪几种方法?

9. 是不是所有的仪器都能用电烘箱烘干呢? 请举例说明。

温馨提示

※ 针对仪器沾污物的性质,采用不同洗涤液能有效地洗净仪器,切不可盲目地将各种试剂混合作洗涤剂使用,也不可随意使用各种试剂来洗涤玻璃仪器。否则不仅浪费药品,而且容易出现危险。如要用不同洗液时,一定要把上一种洗涤液除去后再用另一种,以免相互作用生成的产物更难洗净。铬酸洗液因毒性较大尽可能不用,近年来多以合成洗涤剂和有机溶剂来除去油污,但有时仍要用到铬酸洗液。

※ 决不允许将毛刷放入铬酸洗液中!

※ 铬酸洗液具有强腐蚀性,使用时切勿将洗液溅到皮肤及衣服上。



知识延伸与拓展

在一般情况下,可选用市售的_____,对玻璃仪器进行清洗。当仪器内壁附有难溶物质,用合成洗涤剂无法清洗干净时,应根据附着物的性质,选用合适的洗涤剂。如附着物为碱性物质,可选用_____或_____,使附着物发生反应而溶解。如附着物为酸性物质,可选用_____溶液,使附着物发生反应而溶解。若附着物为不易溶于酸或碱的物质,但易溶于某些有机溶剂,则选用这类有机溶剂作洗涤剂,使附着物溶解。

举例说明,久盛石灰水的容器内壁有白色附着物,选用_____作洗涤剂;做碘

升华实验,盛放碘的容器底部附结了紫黑色的碘,用碘化钾溶液或酒精浸洗;久盛高锰酸钾溶液的容器壁上有黑褐色附着物,可选用浓盐酸作洗涤剂;仪器的内壁附有银镜,选用硝酸作洗涤剂;仪器的内壁沾有油垢,选用热的_____溶液进行清洗。

对于不使用毛刷清洗就清洗不干净的器皿,可配制铬酸洗液进行化学清洗。对分析某些痕量金属所使用的器皿,洗涤后还需要在一定浓度的盐酸、硝酸溶液或含络合剂的溶液中浸泡相当时间,除去表面吸附的金属离子,然后再用蒸馏水淋洗干净。

聚乙烯、聚氯乙烯、聚四氟乙烯器皿也可用同样方式清洗,但要注意塑料制品受_____易变形,易被硬物_____及对许多_____溶剂敏感的特点。



注意事项

1. 铬酸洗液注意事项

(1) 洗涤液中的硫酸具有_____作用,玻璃器皿浸泡时间太长,会使玻璃_____,因此切忌到时忘记将器皿取出_____。其次,洗涤液若沾污衣服或皮肤时,应立即用水洗,再用_____或_____洗。如果溅在桌椅上,应立即用_____洗去或_____抹去。

(2) 玻璃器皿使用前,应尽量_____,避免_____液稀释。

(3) 此液的使用仅限_____和_____器皿,不适用于金属和塑料器皿。

(4) 有大量有机质的器皿应先行_____,然后再用_____液,这是因为有机质过多,会加快洗涤液失效,此外,洗涤液虽为很强的去污剂,但也不是所有的污迹都可清除。

(5) 盛洗涤液的容器应始终加盖,以防_____变质。

(6) 洗涤液可反复使用,但当其变为_____色时即已失效,不能再用。

2. 洗涤注意事项

(1) 肥皂或去污粉不能与_____洗液混合使用,因为会生成硬脂酸。

(2) 用毛刷刷洗仪器时用力不要太大,防止将_____、_____捣烂。

(3) 用洗液洗涤器皿时,玻璃仪器中的水要尽量_____;洗毕将洗液倒回原瓶,并随手将瓶盖好,以免吸水,降低去污能力。如有洗液流出瓶外,只能用_____冲洗或_____擦拭,千万不要用_____,以免腐蚀。

3. 干燥注意事项

(1) 带有刻度的计量仪器不能使用加热的方法进行干燥,因为这会影响仪器的_____。

(2) 对于厚壁瓷质仪器不能烤干,但可_____。



1. 小组讨论记录。

2. 小组确定最佳工作方案,并写出最佳方案的工作步骤。

3. 根据最佳工作方案,请列出达到目的所需要的仪器。

序号	名 称	规 格	在实验中的作用	数 量
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				