



中国石油高技能人才培养丛书

化工分析技师培训教程

(实验分册)

中国石油天然气集团公司人事部 © 编

石油工业出版社

中国石油高技能人才培养丛书

化工分析技师培训教程

(实验分册)

中国石油天然气集团公司人事部 编

石油工业出版社

内 容 提 要

本书是《中国石油高技能人才培养丛书》中的一本,主要介绍化工分析技师应掌握的几种化工分析方法,包括化学滴定法、色谱分析法、分光光度计法、电化学法以及原子吸收法等,通过这些化工分析方法,可以分析原油及其产品中某些组分的含量。

本书是化工分析技师培训教材,也可供化工分析从业人员学习提高使用。

图书在版编目(CIP)数据

化工分析技师培训教程. 实验分册/中国石油天然气集团公司
人事部编. —北京:石油工业出版社,2011. 11

中国石油高技能人才培养丛书

ISBN 978 - 7 - 5021 - 8526 - 8

I. 化…

II. 中…

III. ①化学工业 - 分析方法 - 技术培训 - 教材

②实验室 - 化学分析 - 技术培训 - 教材

IV. ①TQ014 ②0652

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 128372 号

出版发行:石油工业出版社

(北京安定门外安华里 2 区 1 号 100011)

网 址:www. petropub. com. cn

编辑部:(010)64523582 发行部:(010)64523620

经 销:全国新华书店

印 刷:石油工业出版社印刷厂

2011 年 11 月第 1 版 2011 年 11 月第 1 次印刷

787 × 1092 毫米 开本:1/16 印张:8. 75

字数:200 千字

定价:20. 00 元

(如出现印装质量问题,我社发行部负责调换)

版权所有,翻印必究

《中国石油高技能人才培训丛书》

编 委 会

主 任：单昆基

副 主 任：任一村

执行主任：丁传峰

委 员：(按姓氏笔画排序)

王子云 左洪波 吕凤军 刘 勇 刘德如

杨 锋 杨静芬 李世效 李建军 李孟洲

李钟磬 李保民 李超英 李禄松 何 波

张建国 陈宝全 尚全民 周宝银 徐进学

高 强 高丽丽 职丽枫 崔贵维 韩贵金

傅敬强 霍 良

前 言

为加快高技能人才知识更新,提升高技能人才职业素养、专业知识水平和解决生产实际问题的能力,进一步发挥高端带动作用,在总结“十一五”技师、高级技师跨企业、跨区域开展脱产集中培训的基础上,中国石油天然气集团公司人事部依托承担集团公司技师培训项目的培训机构,组织专家力量,历时一年多时间,将教学讲义、专家讲座、现场经验及学员技术交流成果资料加以系统整理、归纳、提炼,开发出首批 15 个职业(工种)高技能人才培训系列教材,由石油工业出版社陆续出版。

本套教材在内容选择上,突出新知识、新技术、新材料、新工艺等“四新”技术介绍,重视工艺原理、操作规程、核心技术、关键技能、故障处理、典型案例、系统集成技术、相关专业联系等方面的知识和技能,以及综合技能与创新能力的知识介绍,力求体现“特、深、专、实”的特点,追求理论知识体系的通俗易懂和工作实践经验的总结提炼。

本套教材是集团公司加快适用于高技能人才现代培训技术和特色教材开发的有益尝试,适合于已取得技师、高级技师职业资格的人员自学提高、研修培训、传承技艺使用,也适合后备高技能人才超前储备知识使用,同时,也为现场技术人员和培训机构提供了一套实践参考用书。

《化工分析技师培训教程(实验分册)》由中国石油辽阳石化机电仪培训中心组织编写,朱景利、刘殿丽任主编,参加编写的人员有张以夫、孙颖、郑立梅、赵莹、徐艳敏、荣小晶,参加审定的人员有中国石油炼油与化工分公司林炯、兰州石化公司薛珍、抚顺石化公司戴红艳等。

由于编者水平有限,书中错误、疏漏之处在所难免,请广大读者提出宝贵意见。

编者

2011 年 10 月

目 录

第一章 化学滴定法	(1)
第一节 盐酸标准滴定溶液配制和标定	(1)
第二节 氢氧化钠标准滴定溶液配制和标定	(3)
第三节 氢氧化钠和碳酸钠混合碱含量的测定	(4)
第四节 水的硬度测定	(8)
第五节 硫代硫酸钠标准滴定溶液配制和标定(碘量法)	(11)
第六节 石油产品溴值的测定(化学滴定法)	(13)
第七节 化学耗氧量(COD)的测定(高锰酸钾法)	(16)
第八节 硝酸银标准滴定溶液的标定及水中氯离子的测定	(18)
第九节 化学滴定操作技术要点	(20)
第二章 色谱分析法	(23)
第一节 水中乙醇含量的测定(外标标准曲线法)	(23)
第二节 气相色谱法测定气体中氧气含量(外标法)	(24)
第三节 正己烷纯度及烃类杂质含量的测定(归一化法)	(26)
第四节 工业用乙烯、丙烯中微量 CO、CO ₂ 和乙炔的测定(气相色谱法)	(27)
第五节 乙醇溶液中二甘醇含量测定(内标法)	(31)
第六节 车用汽油中苯含量的测定(气相色谱法)	(34)
第七节 工业用精对苯二甲酸(PTA)中对羧基苯甲醛和对甲基苯甲酸 含量的测定(高效液相色谱法)	(37)
第八节 色谱分析操作技术要点	(40)
第三章 分光光度计法	(42)
第一节 最大吸收波长的选择及未知样品含量的测定(单点校正法)	(42)
第二节 1,10-菲啰啉分光光度法测定水样中铁含量	(45)
第三节 分光光度计法操作技术要点	(50)
第四章 电化学法	(53)
第一节 石油产品中的硫含量的测定(微库仑法)	(53)
第二节 石油产品中的氯含量的测定(微库仑法)	(56)
第三节 卡尔·费休法测定乙醇中微量水含量(微库仑法)	(59)
第四节 卡尔·费休法测定己二酸产品中微量水含量(容量法)	(60)
第五节 石油产品溴指数的测定(电量滴定法)	(63)

第六节 石油产品溴指数的测定(电位滴定法) (64)

第五章 原子吸收法 (67)

第一节 石油产品砷含量的测定(石墨炉原子吸收法) (67)

第二节 汽油中金属(锰)含量的测定(原子吸收法) (70)

第六章 物理常数的测定 (72)

第一节 洗涤油运动粘度的测定(毛细管法) (72)

第二节 石油产品馏程测定 (76)

第三节 石油产品闪点的测定(克利夫兰开口杯法) (81)

第四节 石油产品中总氮含量测定(化学发光法) (83)

附录一 不同温度下标准滴定溶液的体积的补正值 (88)

附录二 GC2010 仪器操作说明 (90)

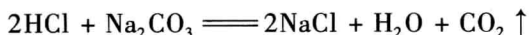
附录三 Agilent7890 气相色谱仪的操作说明 (107)

第一章 化学滴定法

第一节 盐酸标准滴定溶液配制和标定^①

一、方法概述

先将浓盐酸加入蒸馏水进行稀释,配制近似浓度的盐酸标准滴定溶液稀溶液,然后以无水碳酸钠作为基准试剂,以溴甲酚绿-甲基红作为指示剂,对其进行标定,得出准确浓度。反应方程式如下:



二、仪器及试剂材料

- (1)电子天平:精度 0.0001g;
- (2)滴定管:酸式蓝白线 50mL;
- (3)量筒:50mL 1 个;
- (4)容量瓶:1000mL 1 个、100mL 2 个;
- (5)三角瓶:250mL 3 个;
- (6)高温炉:适合 270 ~ 300℃;
- (7)电炉:红外线加热炉;
- (8)称量瓶;
- (9)浓盐酸:分析纯;
- (10)无水碳酸钠:基准试剂;
- (11)溴甲酚绿-甲基红指示剂:

溶液 1:称取 0.1g 溴甲酚绿,溶于乙醇(95%),用乙醇(95%)稀释至 100mL;

溶液 2:称取 0.2g 甲基红,溶于乙醇(95%),用乙醇(95%)稀释至 100mL;

取 30mL 溶液 1 和 10mL 溶液 2 混匀,即得溴甲酚绿-甲基红指示剂。

三、操作步骤

(1)盐酸溶液的配制(0.1mol/L)。

量取 9mL 浓盐酸,注入 1000mL 容量瓶中,加水稀释至刻度,摇匀。

(2)盐酸标准滴定溶液的标定。

^① 参考 GB/T 601《化学试剂标准滴定溶液的制备》。

将无水碳酸钠盛于瓷坩埚中,放入高温炉,在 270 ~ 300℃ 下灼烧至恒重,冷却后放置在硅胶干燥器中,并分装于称量瓶中。用减量法称取 0.16 ~ 0.18g 无水碳酸钠(精确至 0.0001g)溶于 50mL 水中。加入 10 滴溴甲酚绿 - 甲基红指示剂。用配制好的盐酸溶液滴定至溶液由绿色变为暗红色,煮沸 2min,冷却后继续滴定至溶液再呈暗红色。同时做平行实验和空白实验。

四、结果及计算

盐酸标准滴定溶液的浓度 $c_{(\text{HCl})}$,单位为 mol/L,按下面公式计算:

$$c_{(\text{HCl})} = 2m \times 1000 / [(V_1 - V_0)M]$$

式中 m ——无水碳酸钠的质量,g;

V_1 ——滴定 Na_2CO_3 消耗的盐酸标准滴定溶液的体积,mL;

V_0 ——空白实验消耗的盐酸标准滴定溶液的体积,mL;

M ——无水碳酸钠的摩尔质量,g/mol($M = 105.99$)。

盐酸标准滴定溶液标定原始记录

分析项目		温度,℃		操作台号	
分析天平使用状况					
序号		1	2	3	
样品	碳酸钠质量 m ,g				
滴定	滴定管编号				
	空白实验用盐酸溶液体积 V_0 ,mL				
	滴定用盐酸溶液体积 V ,mL				
	滴定管校正值,mL				
	温度修正体积值,mL				
	校正后滴定用盐酸溶液体积 V_1 ,mL				
盐酸标准滴定溶液的浓度, mol/L					
平均值, mol/L					
计算公式					
c_1 计算过程:		c_2 计算过程:			

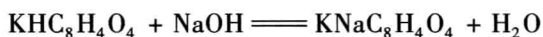
分析日期: 年 月 日

姓名:

第二节 氢氧化钠标准滴定溶液配制和标定^①

一、方法概述

称取一定量的氢氧化钠,加入蒸馏水溶解、稀释,配制成近似浓度的氢氧化钠标准滴定溶液稀溶液。然后以邻苯二甲酸氢钾为基准试剂,以酚酞为指示剂,对该溶液进行标定,得出准确的浓度。化学反应方程式如下:



二、仪器及试剂材料

- (1) 电子天平:精度 0.0001g;
- (2) 滴定管:碱式滴定管 50mL;
- (3) 聚乙烯容器;
- (4) 塑料管;
- (5) 容量瓶:1000mL 和 100mL 各 1 个;
- (6) 电烘箱:适合 105 ~ 110℃;
- (7) 三角瓶:250mL 3 个;
- (8) 称量瓶;
- (9) 氢氧化钠:分析纯;
- (10) 邻苯二甲酸氢钾:基准试剂;
- (11) 酚酞(10g/L):称取 1g 酚酞,溶于乙醇(95%),用乙醇(95%)稀释至 100mL 即可。

三、操作步骤

- (1) 氢氧化钠溶液的配制(0.1mol/L)。

称取 110g 氢氧化钠,溶于 100mL 无二氧化碳的水中,摇匀,注入聚乙烯容器中,密闭放置至溶液清亮。用塑料管量取上层清液 5.4mL,用无二氧化碳的水稀释至 1000mL,摇匀。

- (2) 氢氧化钠溶液的标定。

称取 0.68 ~ 0.72g(精确至 0.1mg)于 105 ~ 110℃ 电烘箱中干燥至恒重的邻苯二甲酸氢钾,加无二氧化碳的水 80mL 溶解,加 2 滴酚酞指示剂,用配制好的氢氧化钠溶液滴定至溶液呈粉红色,并保持 30s。同时做平行实验和空白实验。

四、结果及计算

氢氧化钠标准滴定溶液的浓度 $c_{(\text{NaOH})}$,单位为 mol/L,按下面公式计算:

$$c_{(\text{NaOH})} = m \times 1000 / [(V_1 - V_0)M]$$

① 参考 GB 601《化学试剂标准滴定溶液的制备》。

式中 m ——邻苯二甲酸氢钾的质量, g;
 V_1 ——滴定所消耗的氢氧化钠标准滴定溶液的体积, mL;
 V_0 ——空白实验所消耗的氢氧化钠标准滴定溶液的体积, mL;
 M ——邻苯二甲酸氢钾的摩尔质量, g/mol [$M_{(\text{KHC}_8\text{H}_4\text{O}_4)} = 204.22$]。

氢氧化钠标准滴定溶液标定原始记录

分析项目		温度, °C		操作台号	
分析天平使用状况					
序号		1	2	3	
样品	邻苯二甲酸氢钾质量 m , g				
滴定	滴定管编号				
	空白实验用氢氧化钠溶液体积 V_0 , mL				
	滴定用氢氧化钠溶液体积 V , mL				
	滴定管校正值, mL				
	温度修正体积值, mL				
	校正后滴定用氢氧化钠溶液体积 V_1 , mL				
氢氧化钠标准滴定溶液的浓度, mol/L					
平均值, mol/L					
计算公式					
c_1 计算过程:		c_2 计算过程:			

分析日期: 年 月 日

姓名:

第三节 氢氧化钠和碳酸钠混合碱含量的测定

一、方法概述

氢氧化钠和碳酸钠均为碱,用酸碱滴定法,以盐酸为标准滴定溶液测定各自的含量。先加入酚酞指示剂,指示第一化学计量点,然后加入甲基橙指示剂,指示第二化学计量点。根据两个过程所消耗盐酸的体积,分别计算出氢氧化钠和碳酸钠的含量。

二、仪器及试剂材料

(1) 电子天平:精度 0.0001g;

- (2) 滴定管: 酸式蓝白线 50mL;
- (3) 移液管或吸量管: 10mL 1 个;
- (4) 三角瓶: 250mL 3 个;
- (5) 滴瓶;
- (6) 量筒: 100mL;
- (7) 氢氧化钠: 分析纯;
- (8) 无水碳酸钠: 分析纯;
- (9) 盐酸溶液: 0.5mol/L;
- (10) 酚酞 (10g/L): 称取 1g 酚酞, 溶于乙醇 (95%), 用乙醇 (95%) 稀释至 100mL。
- (11) 甲基橙 (1g/L): 称取 0.1g 甲基橙, 溶于 70℃ 水中, 冷却, 用水稀释至 100mL。
- (12) 混合碱溶液: 取 200mL 氢氧化钠溶液 (100g/L), 加 300mL 无水碳酸钠溶液 (100g/L), 混匀。

三、操作步骤

方案 1: 准确移取 2mL 混合碱溶液至 250mL 三角瓶中, 加入 50mL 无二氧化碳的水中, 加入 2 滴酚酞指示剂, 用 0.1mol/L 盐酸标准滴定溶液进行滴定。当溶液由粉色变为无色的时候, 保持 30s, 记录消耗体积 V_1 。加入 5 滴甲基橙指示剂, 继续滴定。当溶液由黄色变为橙色的时候, 保持 30s, 记录消耗的盐酸标准滴定溶液体积 V_2 , 同时做平行实验。

方案 2: 称取 2g (精确至 0.0001g) 混合碱至 250mL 三角瓶中, 加入 50mL 无二氧化碳的水中, 加入 2 滴酚酞指示剂, 用 0.5mol/L 盐酸标准滴定溶液进行滴定。当溶液由粉色变为无色的时候, 保持 30s, 记录消耗体积 V_1 。加入 5 滴甲基橙指示剂, 继续滴定。当溶液由黄色变为橙色的时候, 保持 30s, 记录消耗的盐酸标准滴定溶液的总体积 V_2 。

四、结果及计算

方案 1 计算公式:

$$\rho_{(\text{NaOH})} = c_{(\text{HCl})} \times (2V_1 - V_2) \times M_{(\text{NaOH})} / V$$

$$\rho_{(\text{Na}_2\text{CO}_3)} = c_{(\text{HCl})} \times (V_2 - V_1) \times M_{(\text{Na}_2\text{CO}_3)} / V$$

式中 $\rho_{(\text{NaOH})}$ ——混合碱溶液中氢氧化钠的质量浓度, g/L;

$\rho_{(\text{Na}_2\text{CO}_3)}$ ——混合碱溶液中碳酸钠的质量浓度, g/L;

V ——量取的混合碱的体积, mL;

V_1 ——第一化学计量点消耗盐酸标准滴定溶液的体积, mL;

V_2 ——第一和第二化学计量点消耗盐酸标准滴定溶液的总体积, mL;

$M_{(\text{NaOH})}$ ——氢氧化钠的摩尔质量, g/mol [$M_{(\text{NaOH})} = 40.00$];

$M_{(\text{Na}_2\text{CO}_3)}$ ——碳酸钠的摩尔质量, g/mol [$M_{(\text{Na}_2\text{CO}_3)} = 106.00$]。

方案 2 计算公式:

$$w_{(\text{NaOH})} = c_{(\text{HCl})} \times (2V_1 - V_2) \times M_{(\text{NaOH})} \times 10^{-3} \times 100 / m$$

$$w_{(\text{Na}_2\text{CO}_3)} = c_{(\text{HCl})} \times (V_2 - V_1) \times M_{(\text{Na}_2\text{CO}_3)} \times 10^{-3} \times 100 / m$$

式中 $w_{(\text{NaOH})}$ ——混合碱溶液中氢氧化钠的质量分数, %;
 $w_{(\text{Na}_2\text{CO}_3)}$ ——混合碱溶液中碳酸钠的质量分数, %;
 m ——称取的混合碱溶液的质量, g;
 V_1 ——第一化学计量点消耗盐酸标准滴定溶液的体积, mL;
 V_2 ——第一和第二化学计量点消耗盐酸标准滴定溶液的总体积, mL;
 $M_{(\text{NaOH})}$ ——氢氧化钠的摩尔质量, g/mol [$M_{(\text{NaOH})} = 40.00$];
 $M_{(\text{Na}_2\text{CO}_3)}$ ——碳酸钠的摩尔质量, g/mol [$M_{(\text{Na}_2\text{CO}_3)} = 106.00$]。

混合碱(质量浓度)测定原始记录

分析项目		盐酸标准滴定溶液的浓度 mol/L		温度, °C		操作 台号	
分析天平使用状况							
序号		1		2		3	
样品	混合碱体积 V , mL						
滴定	滴定管编号						
	第一化学计量点滴定用盐酸标准滴定溶液体积 V'_1 , mL						
	滴定管校正值, mL						
	温度校正值, mL						
	校正后第一化学计量点滴定用盐酸标准滴定溶液体积 V_1 , mL						
	最终滴定终点消耗盐酸标准滴定溶液的总体积 V'_2 , mL						
	滴定管校正值, mL						
	温度修正体积值, mL						
	校正后滴定用盐酸标准滴定溶液总体积 V_2 , mL						
氢氧化钠质量浓度, g/L							
碳酸钠质量浓度, g/L							
平均值, g/L		$\rho_{(\text{NaOH})}$:		$\rho_{(\text{Na}_2\text{CO}_3)}$:			
计算公式: $\rho_{(\text{NaOH})} =$			计算公式: $\rho_{(\text{Na}_2\text{CO}_3)} =$				
$\rho_{(\text{NaOH})}$ 计算过程:			$\rho_{(\text{Na}_2\text{CO}_3)}$ 计算过程:				

分析日期: 年 月 日

姓名:

混合碱(质量分数)测定原始记录

分析项目		盐酸标准滴定溶液的浓度 mol/L		温度,℃		操作台号	
分析天平使用状况							
序号			1	2	3		
样品	混合碱的质量 m, g						
滴定	滴定管编号						
	第一化学计量点滴定用盐酸标准滴定溶液体积 V'_1, mL						
	滴定管校正值, mL						
	温度校正值, mL						
	校正后第一化学计量点滴定用盐酸标准滴定溶液体积 V_1, mL						
	最终滴定终点消耗盐酸标准滴定溶液的总体积 V'_2, mL						
	滴定管校正值, mL						
	温度修正体积值, mL						
	校正后滴定用盐酸标准滴定溶液总体积 V_2, mL						
氢氧化钠质量分数, %							
碳酸钠质量分数, %							
平均值, %		$w_{(NaOH)} :$		$w_{(Na_2CO_3)} :$			
计算公式: $w_{(NaOH)} =$			计算公式: $w_{(Na_2CO_3)} =$				
$w_{(NaOH)}$ 计算过程:			$w_{(Na_2CO_3)}$ 计算过程:				

分析日期:

年 月 日

姓名:

第四节 水的硬度测定^①

一、方法概述

(1) EDTA 标准滴定溶液的制备和标定。

称取一定量的乙二胺四乙酸二钠,加入蒸馏水,加热溶解、稀释,配制成近似浓度的 EDTA 标准滴定溶液稀溶液。以氧化锌为基准试剂,在 pH 值为 10 的条件下,以铬黑 T 为指示液,对所配制溶液进行标定,得出准确的浓度。反应方程式:



(2) 水样硬度的测定。

准确移取一定体积的被测水样于三角烧瓶中,加入缓冲溶液调节至溶液的 pH 值为 10.0 ± 0.1 ,用铬黑 T 做指示剂,以 EDTA 标准滴定溶液滴定至蓝色为终点,根据消耗 EDTA 标准滴定溶液的体积,即可计算出水中钙硬度的含量。

二、仪器及试剂材料

- (1) 电子天平:精度 0.0001g;
- (2) 滴定管:酸式蓝白线 50mL;
- (3) 量筒:100mL 1 个;
- (4) 容量瓶:1000mL 1 个、100mL 2 个;
- (5) 三角瓶:250mL 3 个;
- (6) 移液管或吸量管:2mL 1 个、10mL 1 个
- (7) 高温炉:适合 $800^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$;
- (8) 称量瓶;
- (9) 乙二胺四乙酸二钠:分析纯;
- (10) 氧化锌:基准物质;
- (11) 盐酸溶液(20%):量取 504mL 盐酸,稀释至 1000mL;
- (12) 氨水溶液(10%):量取 400mL 氨水,稀释至 1000mL;
- (13) 氨-氯化铵缓冲溶液(pH 值约为 10):称取 26.7g 氯化铵,溶于水,加 36mL 氨水,稀释至 1000mL;
- (14) 铬黑 T 指示剂(5g/L):称取 0.5g 铬黑 T 和 2g 盐酸羟胺,用研钵研细后溶于乙醇(95%),用乙醇(95%)稀释至 100mL,临用前制备。

三、操作步骤

- (1) $c_{(\text{EDTA})} = 0.01\text{mol/mL}$ 标准滴定溶液的配制和标定。

① 参考 GB/T 601《化学试剂标准滴定溶液的制备》和 GB/T 6909《锅炉用水和冷却水分析方法硬度的测定》。

① 配制。

称取 4g 乙二胺四乙酸二钠,加 1000mL 水,加热溶解,冷却,摇匀。

② 标定。

称取 0.17 ~ 0.21g (精确至 0.0001g) 于 800℃ ± 50℃ 的高温炉中灼烧至恒重的氧化锌,用少量水湿润,加 3mL 盐酸溶液 (20%) 溶解,移入 250mL 容量瓶中,稀释至刻度,摇匀。取 25.00mL,加 70mL 水,用氨水溶液 (10%) 调节溶液 pH 值至 7 ~ 8,加 10mL 氨 - 氯化铵缓冲溶液 (pH 值约为 10) 及 5 滴铬黑 T 指示剂 (5g/L),用配制好的 EDTA 标准滴定溶液滴定至溶液由紫色变为纯蓝色;同时做平行实验和空白实验。

四、结果及计算

EDTA 标准滴定溶液的浓度 $c_{(\text{EDTA})}$, 单位为 mol/L, 按下面公式计算:

$$c_{(\text{EDTA})} = m \times V_1 \times 1000 / [(V_2 - V_3) \times 250 \times M]$$

式中 m ——氧化锌的质量, g;

V_1 ——氧化锌溶液的体积准确数值为 25.00, mL;

V_2 ——滴定消耗的 EDTA 标准滴定溶液的体积, mL;

V_3 ——空白实验消耗的 EDTA 标准滴定溶液的体积, mL;

M ——氧化锌的摩尔质量, g/mol [$M_{(\text{ZnO})} = 81.39$]。

(2) 水样硬度的测定 (约 3.0mmol/L)。

用容量瓶准确移取 100mL 透明水样 (如水样混浊应过滤后量取), 注入 250mL 三角瓶中, 加入 5mL 氨 - 氯化铵缓冲溶液和 2 滴 0.5% 铬黑 T 指示剂, 在不断摇动下, 用 $c_{(\text{EDTA})} = 0.01\text{mol/L}$ 标准滴定溶液滴定至溶液由酒红色变为蓝色即为终点, 记录 EDTA 标准滴定溶液所消耗的体积 V ; 同时做平行实验。

硬度 YD , 单位为 mmol/L, 按下面公式计算:

$$YD = c_{(\text{EDTA})} \times (V_1 - V_0) \times 10^3 / V_s$$

式中 $c_{(\text{EDTA})}$ ——标准滴定溶液浓度, mol/L;

V_1 ——滴定时所消耗 EDTA 标准滴定溶液的体积, mL;

V_0 ——空白实验所消耗 EDTA 标准滴定溶液的体积, mL;

V_s ——水样体积, mL。

EDTA 标准滴定溶液标定记录

实验台号		温度 ℃		分析天平 使用状况	
序号			1	2	3
样品	氧化锌质量 m , g				
滴定	滴定管编号				

续表

实验 台号		温度 ℃		分析天平 使用状况	
序号			1	2	3
滴定	空白实验消耗 EDTA 标准滴定溶液的体积 V_3 , mL				
	滴定氧化锌消耗的 EDTA 标准滴定溶液的体积 V'_2 , mL				
	滴定管校正值, mL				
	温度修正体积值, mL				
	校正后滴定氧化锌消耗的 EDTA 标准滴定溶液的体积 V_2 , mL				
EDTA 标准滴定溶液浓度, mol/L					
平均值 $\bar{c}_{(\text{EDTA})}$, mol/L					
EDTA 标准滴定溶液浓度计算公式及计算过程:					

分析日期: 年 月 日

姓名:

水硬度测定原始记录

EDTA 标准滴定溶液的浓度, mol/L			
滴定管编号			
移取原水样体积 V_s , mL			
滴定空白消耗 EDTA 标准滴定溶液的体积 V_0 , mL			
滴定水样消耗 EDTA 标准滴定溶液的体积 V'_1 , mL			
滴定管读数校正值, mL			
校正后体积读数 V_1 , mL			
硬度测定结果, mmol/L			
平均值, mmol/L			
计算公式及计算过程:			

分析日期: 年 月 日

姓名: