

2024 年河北省中等职业学校学生技能大赛

化学实验技术赛项技术规程

一、赛项名称

赛项名称：化学实验技术

赛项组别：中等职业教育

归属专业大类：生物与化工大类、食品药品与粮食大类、资源环境与安全大类

二、竞赛目的

化学实验技术赛项以检验教学成果、贯彻世界职业院校技能大赛理念，促进职业教育高质量发展为指导思想，检验选手独立进行样品采集、预处理、质量评价、撰写报告的技术技能水平与职业素养。通过竞赛，营造崇尚技能氛围，推动专业教学改革与发展，实现课程内容与职业标准对接；通过竞赛，规范化学实验室管理，强化选手的健康安全环保意识；通过竞赛，进一步深化产教融合，促进行业、企业和院校资源的多元融合，利于校企协同育人；通过竞赛，培养学生探索创新的职业素养和精益求精的工匠精神，引导化学实验技术高素质劳动者和技术技能人才的培养更加符合社会需要。

三、竞赛内容

（一）职业典型工作任务

化学实验技术人员的工作是许多行业产品质量的基础，主要包括原材料分析、技术工艺过程的中间控制分析。依据《中华人民共和国职业分类大典（2022年版）》设定，化学实验技

术人员主要的职业面向为质检员、试验员、化学检验员、农产品食品检验员、计量员等。

职业典型工作任务涵盖化学实验技术人员特定职能和整体角色的执行，涉及定量分析、质量控制等，典型工作任务具体可包括：样品采集与预处理、定性与定量分析、数据记录与分析、质量控制、工作管理以及健康、安全、环保及废弃物处置等。

（二）职业综合能力要求

通过技能竞赛考查选手质量控制及现场分析与处理样品的能力；考查学生工作效率、职业健康、安全生产、环境保护的职业素养；考查学生执行国家质量标准规范的能力；考查选手实事求是的科学态度，严谨细致的工作作风，清洁整齐的良好工作习惯。

（三）竞赛考核项目及内容

（1）模块一 水样中金属镍含量的测定

本模块考察选手，利用化学分析方法对水样中金属镍含量进行分析的能力及实验室管理等方面的职业素养，包括试剂配制、标准滴定溶液的标定、物质含量测定、数据处理和报告撰写。该模块竞赛时间240分钟，成绩占比50%。

（2）模块二 样品铁溶液浓度测定

本模块考察选手，利用物质的理化性质进行定性、定量分析的能力及健康、安全、环保等方面的职业素养，包括溶液配制、分光光度计使用、标准曲线制作、物质含量测定、数据处理和报告撰写。竞赛时间为210分钟。成绩占比50%。

表1 竞赛内容的时长、分值（根据实际内容填写）

模块	主要内容	时长	分值
模块一 水样中金属 镍含量的测定	乙二胺四乙酸二钠盐标准滴定溶液的标 定、水样中金属镍含量的测定	240min	50
模块二 样品铁溶液 浓度测定	样品铁溶液纯度分析	180min	50

四、竞赛方式

（一）比赛形式

比赛形式为线下比赛。要求每个选手在规定时间内独立完成项目任务。

（二）参赛队组成

以学校为单位组织报名参赛，每队限报2名学生，不得跨校组队，同一学校可报1-2队，每队限报2名指导教师。参赛队伍数量以正式比赛报名通知为准。

五、竞赛流程

（一）竞赛操作流程

1. 赛场赛位统一编制。参赛队凭参赛证、身份证到指定地点检录，经加密抽签决定实操任务和赛位号，抽签结束后，随即按照抽取的赛位号进场，然后在对应的赛位上完成竞赛规定的工作任务。

2. 赛位号不对外公布，抽签结果密封后统一保管。实操结束后，选手的现场试卷进行密封，在评分结束后开封解密并统计成绩。

（二）竞赛日程安排

表 2 日程安排表

日期	时间	工作内容
第一天	14:00-15:00	参赛队报到、发放参赛证
	15:00	领队会议、选手熟悉比赛赛场
第二天	7:30-7:45	模块一比赛检录加密
	8:00-12:00	模块一考核
	13:00-13:15	模块一比赛检录加密
	13:30-16:30	模块二考核

六、竞赛试题

本赛项公开竞赛内容，提供竞赛样题。竞赛试题采用公开题库方式，试题库包括4套题，以竞赛当日组委会抽取的数据为准。本竞赛侧重技能考核，不单独设置理论考核模块，在技能考核中将涉及到理论知识应用能力的考核。

竞赛样题样卷（详见附件1）。

七、竞赛规则

（一）参赛资格：参赛选手应为全日制正式学籍的中职在校学生（含技工学校）或五年制高职一、二、三年级学生。

（二）报名要求：参赛队员在报名获得审核确认后，原则上不再更换，如筹备过程中，队员因故不能参赛，所在学校出具书面说明并按相关规定补充人员并接受审核；竞赛开始后，参赛队不得更换参赛队员，允许队员缺席比赛。

（三）检录：由检录工作人员依照检录表进行点名核对，并检查确定无误后向评委递交检录单。

（四）引导：参赛选手凭证件进入赛场，不得携带其他显示个人身份信息的物品，不得携带与竞赛无关的电子设备、通讯设备及其他相关资料与用品。现场评委负责引导参赛队伍至赛位前等待竞赛指令。比赛开始前，在没有评委允许的情况下，严禁随意触碰竞赛设施和阅读赛卷内容。比赛中途不得离开赛场。

（五）竞赛开始：由首席评委宣布比赛开始，各参赛队开始比赛。

（六）竞赛过程：竞赛过程中，如遇设备或软件等故障，参赛选手应及时举手示意。现场评委、技术人员等应及时予以解决。确因仪器设备故障，致使操作无法继续的，经现场工作人员同意，予以启用备用仪器设备。如遇身体不适，参赛选手应及时示意，现场医务人员按应急预案救治。如有其它问题，参赛选手应举手示意评委，评委应按照有关要求及时予以答疑。

（七）比赛结果：最终成绩单，经评委组各评委签字、大赛组委会审核后进行公布。

（八）申诉与仲裁：本赛项在比赛过程中若出现有失公正或有关人员违规等现象，参赛队领队可在成绩公布后1小时之内向大赛组委会提出书面申诉。口头报告或其他人员要求解释处理，组委会不予受理。

书面申诉应对申诉事件的现象、发生时间、涉及人员、申诉依据等进行充分、实事求是的叙述，并由领队亲笔签名。非书面申诉不予受理。

大赛组委会在接到申诉报告后的1小时内组织评委团队复议，并及时将复议结果告知申诉方。申诉方可随时提出放弃申诉。

八、竞赛环境

（一）竞赛场地及其环境设施

1. 比赛场地：比赛设实践考核赛场，赛场同时能够容纳16支参赛队进行比赛，确保每个选手有单独的实验工位，每个工位具有独立的实验装置、设备及试剂、水、电及通风设备。

2. 检录及阅卷：赛场设置检录隔离区、独立阅卷室等场所。

3. 医疗保障：赛场应设医疗服务区，比赛时安排专业救护人员现场服务，并提供必要的能量补给。

4. 安全防护：赛场设有实训室安全管理规定、应急处理规定、化学药品使用规定，洗眼器、消防沙、消防毯、医护用品等消防和个人防护用品。赛位配有安全警示标语、安全操作规程、安全提示、护目镜、口罩等安全保护用品。校园内实训楼设有紧急疏散指示、设有专职人员进行紧急状况下人员疏散。

（二）仪器设备及实验设施

根据赛项考核内容要求，比赛设备包括实验室常规使用玻璃器皿与工具、常规检测仪器与设备等内容。

玻璃器皿和防护用品：实验中所需常规防护用品（口罩、护目镜、头帽、手套）、计量器具（滴定管、移液管、吸量管、

容量瓶、比色皿) 和使用数量较多的玻璃器具(锥形瓶、烧杯、量筒) 由选手自带, 不得携带移液枪; 其它仪器、设备均由赛场提供, 选手不得自带。

检测仪器和设备: 可联机操作的紫外-可见分光光度计。

九、技术平台

技术平台

序号	品名	规格要求说明
1	玻璃量器	按照国家规范和行业标准进行采购, 玻璃器皿符合 JJG196-2006 常用玻璃量器检定规程
2	紫外-可见分光光度计 (配套操作软件)	每位选手 1 台
3	分析天平	精度 0.0001g, 每位选手 1 台

十一、成绩评定

(一) 评分标准

本赛项各模块按实验准备、实施操作、结果报告三个部分和项目考核内容设置评分项, 并结合相应地权重, 给出待评分的各项和分数分配。

评判采用客观评判(测量M)和主观评判(J)相结合的方式进行。主观评判采用以下方法进行, 分值范围以0~3档表示:

- 0: 表现低于能力标准;
- 1: 表现符合能力标准;
- 2: 表现达到并且在特定方面超过能力标准;
- 3: 表现完全超过能力标准, 并表现优秀。

各项目的评分项与分数分配

项目名称	评分内容	评分项	评分指标	分数分配
模块一： 水中金、镍含量的测定	实验准备	安全健康环保	实验室HSE、防护用品穿戴等	3~6
		知识储备	与本项目相关的基础理论和知识	
		仪器设备准备	方案设计、器皿标识、规范操作等	
		溶液配制	所需配制物质的计算及量取	
	实验操作	标准滴定溶液的标定	基准试剂称量或移取，标准滴定溶液的基本操作	11~14
		样品制备及含量测定	样品的制备、样品分析的基本操作等	
		文明操作	工位管理、器具管理、废物处理等	
	结果报告	镍含量计算	精密度、准确度等	25~30
		完成报告	完成各项要点、工作描述清楚、数据完整、结果评价合理等	
模块二： 样品铁溶液浓度测定	实验准备	安全健康环保	实验室HSE、防护用品穿戴等	3~6
		知识储备	与本项目相关的基础理论和知识	
		溶液配制	方案设计、器皿标识、规范操作等	
	实验操作	标准工作曲线制作	移液体积、样品溶液和空白液配制、线性关系等	11~14
		样品浓度分析	仪器准备、波长选择、吸光度范围等	
		数据记录	记录及时、修改规范	
		文明操作	工位管理、器具管理、废物处理等	

	结果 报告	数据处理： 产 品 纯 度 分析	标准曲线、产品溶液的测试和计算、精密度和纯度平均值等	25~30
		完成报告	完成各项要点、工作描述清楚、数据完整、结果评价合理等	

（二）评分阅卷

本赛项各模块的评分由过程性考核评分和结果性考核评分组成。

过程评分：由现场裁判根据选手现场实际操作表现，依据评分表进行主观评判（J）和客观评价（M）。由1名现场裁判评判2名选手。对每个考核项目客观评分项的得分点，现场裁判只能给出一个分值，即最高分或者零分，否则必须另有说明。

结果评分：现场考核结束后，密封试卷。每位选手的试卷由2名阅卷裁判对选手的数值型结果（工作曲线相关性、精密度、准确度）和工作报告撰写质量进行评阅打分，并经分项裁判组长、赛项裁判长的复核签字确定。上述所有行为须在监督仲裁人员监督下完成。

十二、奖项设定

本赛项设一、二、三等奖，一等奖占比10%，二等奖占比20%，三等奖占比30%，具体数量按照四舍五入原则保留整数。

附件 1：竞赛样题

模块一：水样中金属镍含量的测定

➤ 健康和安全

请描述本模块涉及的健康和安全问题及预防措施。

➤ 环保

请描述本模块可能产生的环保隐患和所需采取的预防措施。

➤ 基本原理

在碱性条件下，以紫脲酸铵为指示剂，用乙二胺四乙酸二钠标准滴定溶液对样品中的镍进行定量测定。

➤ 目标

1. 配制指定的实验试剂溶液
2. 标定乙二胺四乙酸二钠标准滴定溶液
3. 测定样品中的镍含量
4. 完成实验报告

完成工作的总时间是 240 分钟。

➤ 仪器设备、试剂和解决方案

1. 仪器设备、试剂清单

主要设备	电子天平（精度 0.0001g）
玻璃器皿	容量瓶（250mL）
	滴定管（50mL）
	单标线吸量管（5mL、10mL、25mL）
	锥形瓶（250mL）
	量筒（5mL、10mL、25mL、100mL）
	烧杯（100mL）

	实验室常见其他玻璃仪器
试剂和溶液	基准试剂氧化锌
	盐酸
	氨水溶液
	乙二胺四乙酸二钠标准滴定溶液
	氨-氯化铵缓冲溶液 (pH≈10)
	铬黑 T 指示剂 (5g/L)
	镍样品溶液
	紫脲酸铵指示剂
	去离子水

2. 溶液准备

根据现场提供的试剂完成溶液配制。

3. 实验

(1) 用锌标准溶液标定乙二胺四乙酸二钠溶液

减量法称取所需质量的基准试剂氧化锌，并用少量蒸馏水润湿，加入一定体积的盐酸溶液，搅拌，直到氧化锌完全溶解，然后定量转移至容量瓶中，用水稀释至刻度，摇匀。

移取一定体积的锌标准溶液于锥形瓶中，加入一定体积的去离子水，用氨水溶液将溶液 pH 值调至 7~8，加入适量的氨-氯化铵缓冲溶液及铬黑 T 指示剂 (5g/L)，用待标定的乙二胺四乙酸二钠溶液滴定至溶液由紫色变为纯蓝色。

平行测定 3 次，同时做空白试验。

使用以下公式计算乙二胺四乙酸二钠标准滴定溶液的浓度 $c(\text{EDTA})$ ，单位 mol/L。取 3 次测定结果的算术平均值作为

最终结果，结果保留 4 位有效数字。

$$c(EDTA) = \frac{m \times (\frac{V_1}{V}) \times 1000}{(V_2 - V_3) \times M}$$

式中：

m——氧化锌质量，单位为克（g）；

V——氧化锌定容后的体积，单位为毫升（mL）；

V₁——移取的氧化锌溶液体积，单位为毫升（mL）；

V₂——氧化锌消耗的乙二胺四乙酸二钠溶液体积，单位为毫升（mL）；

V₃——空白试验消耗的乙二胺四乙酸二钠溶液体积，单位为毫升（mL）；

M——氧化锌的摩尔质量，单位为克每摩尔（g/mol）
[M(ZnO)=81.408]。

（2）样品分析

根据提供的浓度范围，准确移取一定体积镍溶液样品，加入适量蒸馏水，加一定体积氨-氯化铵缓冲溶液及 0.2g 紫脲酸铵指示剂，用乙二胺四乙酸二钠标准滴定溶液滴定至溶液呈蓝紫色，平行测定 3 次。

4. 结果处理、分析和报告

（1）镍含量计算

按下式计算出溶液样品中金属组分的含量，计为浓度 ρ，数值以 g/L 表示。取 3 次测定结果的算术平均值作为最终结果，结果保留 4 位有效数字。

$$\rho = \frac{c \times V \times M}{S \times 1000} \times 1000$$

式中：

c ——乙二胺四乙酸二钠标准滴定溶液浓度的准确数值，单位为摩尔/升（mol/L）；

V ——乙二胺四乙酸二钠标准滴定溶液浓度体积的数值，单位为毫升（mL）；

S ——移取的样品体积，单位为毫升（mL）

M ——镍的原子质量，单位为克/摩尔（g/mol）
[$M(\text{Ni})=58.69 \text{ g/mol}$]。

（2）误差分析

对结果的精密度进行分析，以相对极差 A （%）表示，计算公式如下：

$$A = \frac{(X_1 - X_2)}{\bar{X}} \times 100$$

式中：

X_1 ——平行测定的最大值；

X_2 ——平行测定的最小值；

\bar{X} ——平行测定的平均值。

（3）完成报告

①请完成一份报告，应包括：实验过程中必须做好的健康、安全、环保措施；实验中的物料计算和过程记录、数据处理、结果的评价和问题分析。

②思考题：EDTA 是一种酸，在配制其标准溶液时通常使用其二钠盐，为什么？

模块二：样品铁溶液浓度测定

➤ 健康和安全

请分析本模块是否涉及健康和安全问题，如有，请写出相应预防措施。

➤ 环境保护

请描述本模块可能产生的环保隐患，并写出所需采取的预防措施。

➤ 基本原理

样品铁溶液浓度测定可采用 1,10-菲啰啉分光光度法，该方法基于特定 pH 条件下，二价铁离子可以与 1,10-菲啰啉生成有色配合物。依据朗伯-比尔定律（Lambert-Beer law），可以通过测定该配合物最大吸收波长处的吸光度，计算样品溶液中二价铁离子的浓度。

➤ 目标

1. 准备实验方案所需的溶液
2. 测定样品溶液中铁的浓度
3. 完成报告

完成工作的总时间是 210 分钟

➤ 实验操作的仪器设备、试剂

1. 仪器设备、试剂清单

主要设备	紫外-可见分光光度计
玻璃器皿	烧杯（100mL、500mL）
	量筒（10mL、25mL、100mL）
	分刻度吸量管（2mL、5mL、10mL）

	容量瓶（100mL 15 只、250mL）
	实验室常见其他玻璃仪器
药品试剂	硫酸
	氨基乙酸溶液
	氨三乙酸溶液
	1,10-菲啰啉盐酸盐（盐酸邻菲啰啉）溶液
	铁（II）离子储备溶液
	样品铁（II）溶液
	去离子水

2. 溶液准备

（1）铁（II）离子标准溶液准备

准确移取一定体积的铁（II）离子储备溶液注入容量瓶中，加入一定体积浓硫酸，用去离子水稀释至刻度，摇匀。

（2）缓冲试剂混合溶液的准备方法

缓冲试剂混合液：盐酸邻菲啰啉溶液、氨基乙酸溶液、氨三乙酸溶液按体积比 5:5:1 混合。

3. 样品浓度分析

（1）工作曲线绘制

①配制标准溶液系列：用吸量管准确移取不同体积的铁（II）离子标准溶液至一组 7 个容量瓶中，然后加入一定体积的缓冲试剂混合溶液，用去离子水稀释至刻度，摇匀、静置。

②测定最大吸收波长：以相同方式制备不含铁（II）离子的溶液为空白溶液，任取一份已显色的铁（II）离子标准系列溶液转移到比色皿中，选择一定的波长范围进行测量，确定最

大吸收波长。

③绘制标准曲线：在最大吸收波长处，测定各铁（II）离子标准系列溶液的吸光度。以浓度为横坐标，以相应的吸光度为纵坐标绘制标准曲线。

（2）样品浓度分析

确定样品溶液的稀释倍数，配制待测溶液于所选用的容量瓶中，按照工作曲线绘制时的溶液显色方法和测定方法，在最大吸收波长处进行吸光度测定。

样品浓度分析平行测定 3 次。

由测得吸光度从工作曲线查出待测溶液中铁（II）离子的浓度，计算得出样品浓度。

4. 结果处理、分析和报告

（1）样品浓度

根据未知样品溶液的稀释倍数，求出其原始浓度。

计算公式： $\rho_0 = \rho_x \times n$

式中：

ρ_0 ——原始未知溶液浓度， $\mu\text{g/mL}$ ；

ρ_x ——查出的未知溶液浓度， $\mu\text{g/mL}$ ；

n ——未知溶液的稀释倍数。

（2）误差分析

对样品浓度测定结果的精密度进行分析，以相对极差 A 表示，结果精确至小数点后 2 位。

计算公式如下：

$$A = \frac{(X_1 - X_2)}{\bar{X}} \times 100\%$$

式中：

X_1 ——平行测定的最大值；

X_2 ——平行测定的最小值；

\bar{X} ——平行测定的平均值。

(3) 完成报告

①请完成一份工作报告。内容应包括：实验过程中必须做好的健康、安全、环保措施，实验原理，关键物料计算，数据记录和处理，结果评价和问题分析等。

②思考题（样例）：计算配制 100mL 3mol/L 的稀硫酸需要 18mol/L 浓硫酸的体积，并阐述配制过程；请阐述分光光度法定量分析时为什么选择最大吸收波长做为测定波长？