

《无机及分析化学》课程标准

一、课程基本信息

执笔人：陈凌 陈一飞 编写日期：2017年4月 审定单位：

课程名称	无机及分析化学						
课程代码	21400410515			课程类型	理论+实践		
总学时数	96	理论教学学时	48	课内实践教学学时	48	课外实践教学学时	0
学 分	6						
开课单位	农业与环境分院						
适用专业	环境保护、食品药品监督管理、畜牧兽医						
教学团队及任职课要求	本课程的主讲教师为学院专任教师，教学团队由学院专任教师和行业企业兼职教师组成，根据专业人才培养需要，学院专任教师和行业企业兼职教师发挥各自优势，分工协作，课程教学设计主要由专任教师完成，涉及到的有关知识点就具有相应高技能水平的行业企业兼职教师完成。						
先修课程							
适用教材	1. 吕述萍, 陶柏秋编,《无机及分析化学实验》, 北京理工大学出版社, 2013. 8 2. 吕述萍编.《无机及分析化学》, 北京理工大学出版社, 2013. 8						
主要教学参考书	1. 贾之慎. 无机及分析化学[M]. 中国农业大学出版社, 2009. 2. 吴小琴, 陈燕清, 周韦, 等. 无机及分析化学[M]. 化学工业出版社, 2013. 3. 严新, 徐茂蓉. 无机及分析化学[M]. 北京大学出版社, 2011. 4. 张立庆, 李菊清, 俞远志, 等. 无机及分析化学实验[M]. 浙江大学出版社, 2011. 5. 杜志坚, 吴瑛. 无机及分析化学[M]. 华东理工大学出版社, 2011. 6. 吕述萍. 无机及分析化学[M]. 北京理工大学出版社, 2013.						
考核方式	理论+技能						
课程简介 (课程内容, 课程在专业课程体系中的地位及作用等)	《无机及分析化学》根据无机化学与分析化学两门课程联系紧密的特点, 将无机体系和分析体系进行有机融合, 既继承了《无机化学》理论知识的系统性, 又突出了《分析化学》实际操作的应用性, 减少了教学中的重复和脱节现象, 有利于教与学。本课程涵盖了目前高等院校无机化学与分析化学的主要内容: 用热力学、动力学的知识揭示无机反应的方向和历程; 把最新的量子力学成就作为阐述元素和化合物性质的理论基础, 从而拓展到重要元素及其化合物的组成、结构、性质和变化规律; 运用溶液中四大平衡(酸碱平衡、沉淀-溶解平衡、配位离解平衡和氧化还原平衡)原理进行滴定分析确定物质中各组分的含量。无机化学与化学分析为农业与环境分院的专业基础课, 面向畜牧、动检、食品、环境等专业的学生, 其任务是为后续 4 门专业基础课(有机化学、仪器分析、环境化学、生物化学)奠定基础。						

课程负责人简介	课程负责人：陈一飞、陈凌，都是资深副教授，主讲课程过《无机及分析化学》、《有机化学》、《食品生物化学》等相关课程。
---------	---

二、课程性质

无机及分析化学是高职食品专业、环境保护专业等有关专业必修的第一门化学基础课。它是培养上述几类专业应用型人才的整体知识结构及能力结构的重要组成部分，同时也是后继化学课程的基础。

本课程的教学目标是通过课堂讲授，并与无机及分析化学实验课程密切结合，使学生掌握物质结构的基础理论，化学反应的基本原理及其应用，掌握结构、平衡、性质与应用的知识与联系，培养学生运用无机及分析化学的理论去解决一般无机及分析化学问题的能力，具有选择正确的分析化学测试方法、正确判断表达分析测试结果的能力，为解决生产与科学研究的实际问题打下基础，并通过本课程的教学逐步建立严格的“量”的概念，培养学生良好的学习习惯、严谨的治学态度、实事求是的科学作风和分析解决问题的能力，使其逐步具备科技人员应有的科学素质。

三、课程设计思路

根据高职教育的特点，将课程的知识体系进行了优化组合，构建无机及分析化学教学新体系。第一，突破了以往传统的讲授顺序，在保持知识相对完整的基础上，对部分内容进行了优化组合。例如以无机的四大平衡理论为切入点，以分析化学实验为主线，系统介绍无机及分析化学的基本知识和相关理论（如酸碱平衡理论、沉淀反应、配位反应、氧化还原反应和四大滴定法等）。这种对教学内容的处理方法，符合学生的学习规律，有利于刚刚进入大学阶段学习的学生在思维习惯、分析与归纳能力上有较大提升。第二，将无机化学理论和分析实验有机地融为一体。对分析化学实验基本知识、基本操作进行了优化组合，精选了十四个实验，可以比较系统、全面地训练学生的基本操作技能。

四、课程目标

1 知识目标

本课程的教学目标是通过课堂讲授，并与无机及分析化学实验课程密切结合，使学生掌握物质结构的基础理论，化学反应的基本原理及其应用，掌握结构、平衡、性质与应用的知识与联系，培养学生运用无机及分析化学的理论去解决一般无机及分析化学问题的能力，具有选择正确的分析化学测试方法、正确判断表达分析测试结果的能力，为解决生产与科学研究的实际问题打下基础，并通过本课程的教学逐步建立严格的“量”的概念，培养学生良好的学习习惯、严谨的治学态度、实事求是的科学作风和分析解决问题的能力，使其逐步具备科技人员应有的科学素质。

2 能力目标

通过该课程的学习，使学生获得无机化学重要的有关无机化合物的感性认识，从而更加深刻地理解和应用无机及分析化学的基本理论和基础知识；学习并熟练掌握无机及分析化学实验的基本操作技能和方法，正确使用分析化学实验中的各种常见仪器；学习并掌握有效数字的读取、运算、作图、列表、误差分析等数据处理方法，培养学生一丝不苟、实事求是的科学态度，良好的实验素养以及对问题的观察、分析、判断和解决问题的能力。

五、课程内容与要求

1 课程内容与学时分配

序号	教学内容	相关知识点	能力目标	教学活动设计	建议学时
1	物质及其变化	热力学基本概念，热力学第一定律，热化学，化学反应的方向。	1) 掌握体系、环境、状态、状态函数、过程和途径的概念； 2) 熟悉热力学第一定律； 3) 熟悉化学反应的热效应。	(1) 课前。教师课前通过资源库平台创建课程、协	4

2	化学 反应 速率 和 化学 平衡	反应速率、碰撞理论、活化能、质量作用定律、影响化学反应速率的因素。可逆反应、平衡常数 K_p 与 K_c ，有关平衡的计算。多重平衡规则，化学平衡的移动。	<ol style="list-style-type: none"> 1) 掌握平有关衡常数的计算； 2) 应用 Le Chatelirt 原理判断化学平衡移动的方向； 3) 学会在水浴中进行恒温操作； 4) 掌握平有关衡常数的计算。 	作备课、重组课程；发布课前预习任务、测验、互动交流，可以即时掌握学生的学习情况，实时	4
3	原子 结构 与 元素 周期 律	原子结构理论发展的背景。玻尔氢原子模型，氢原子光谱与能级的概念。微观粒子的波粒二象性、电子云的概念。核外电子的运动状态，四个量子数，波函数， $ \psi ^2$ 的物理意义，s、p、d 轨道电子云的分布形状。多电子原子结构。屏蔽效应、钻穿效应的概念。核外电子排布，能量最低原理、保里原理、洪特规则。核外电子层结构与周期表的关系。电离能、电子亲合能、电负性、原子半径等的周期性变化规律。	<ol style="list-style-type: none"> 1) 能用四个量子数对核外电子运动状态的描述 2) 掌握原子核外电子排布的一般规律及主族元素、过渡元素价电子结构的特征。 3) 知道 s、p、d 原子轨道的形状和方向。 4) 能用杂化轨道理论 (sp、sp^2、sp^3) 解释分子构型。 	调整授课内容。学生登录资源库平台领取任务，进行线上自主学习、并完成线上测验。教师针对学生	4
4	化学 键 与 物质 结构	化学键的概念及类型。离子键理论。共价键理论及类型。价键理论要点、杂化轨道理论要点、分子轨道理论要点。键参数（包括键级、键能、键长、键角、键的极性）。分子的磁性、分子的极性的概念。偶极矩。分子间力与氢键。离子极化理论。	<ol style="list-style-type: none"> 1) 能区别离子键与共价键，分子的极性与键的极性； 2) 理解分子间力对物质性质的影响； 3) 了解晶胞、晶系的基本概念和晶体的基本类型； 4) 掌握金属晶体和离子晶体的堆积模型；质点间的相互作用即金属键、离子键、晶格能。 5) 了解分子晶体和原子晶体。 	课前预习情况对每个学生进行评价，实现个性化指导。	6
5	分析 化学 概	分析化学的定义、分类、任务和作用，分析化学的发展、现状和展望，定量分析过程和分析方法，滴定分析概述：滴定分析对化学反应的要求和滴定方	<ol style="list-style-type: none"> 1) 具有配制标准溶液的能力：直接法，间接法； 2) 能进行滴定分析法的有关计算； 	(2) 课中。教师发布考勤二维码，学生通过扫描二维码进行课程签到。课上学生交流探讨	6

	述	式；基准物质和标准溶液；基本计算。 测量误差的表征，误差的来源和分类，系统误差和随机误差频率分布、正态分布、随机误差的区间概率，测量精密度的表征：极差、平均偏差、标准差(s和 σ)；平均值的标准差($s_{\bar{x}}$ 和 $\sigma_{\bar{x}}$)；总体均值的置信区间：已知 σ 求 μ 的置信区间；从s求 μ 的置信区间；显著性检验，异常值的检验；减小分析误差的方法；有效数字的定义；有效数字的修约和运算规则。	3) 正确的应用有效数字及其计算。 4) 能进行异常值的检验； 5) 会应用减小分析误差的方法：减小测量误差，消除系统误差，增加平行测定次数； 6) 能进行有效数字的修约和运算； 7) 在分析操作中能正确地应用有效数字。	课前预习情况，提出问题，教师根据讨论总结问题，针对学生课前预习存在的问题、重点难点内容进行讲授或组织讨论，补充学习。	
6	酸碱平衡和酸碱滴定法	酸碱理论及酸碱共轭关系；一元酸碱和多元酸碱各形式的摩尔分数及分布图；一元弱酸（碱）溶液；两性物质及弱酸弱碱混合溶液；多元酸（碱）溶液；弱酸及其共轭碱混合溶液；强酸(碱)溶液；缓冲容量及缓冲范围；酸碱滴定法；酸碱指示剂：指示剂的作用原理、变色区间；影响指示剂变色区的因素；常用酸碱指示剂；混合酸碱指示剂强酸（碱）和一元弱酸（碱）滴定曲线；酸碱标准溶液的配制及标定。	1) 掌握酸、碱溶液的PH值计算，酸碱滴定法的应用。 2) 能进行酸碱标准溶液的配制及标定； 3) 在分析滴定中能消除CO ₂ 在酸碱滴定中的影响； 4) 具有选择正确的滴定方法的能力。	学生参与讨论，通过平台与教师互动，提出问题，完成在线测验；通过标注、拍照、录音、录像等方式记录笔记，并上传笔记；	8
7	重量沉淀法和沉淀滴定法	溶度积原理，溶度积常数 K_{SP} ，溶度积常数与溶解度(s)的换算。溶度积规则，沉淀的生成、溶解与转化。沉淀反应的应用。	1) 应用溶度积规则判断沉淀的生成与溶解。 2) 会进行 K_{SP} 与S的换算。 3)	扫描交互式数字教材的二维码反复观看资源，通过平台与教师交流	4
8	配位平	掌握配位化合物的定义、组成、命名和分类。掌握配位化合物的价键理论，掌握配位平衡和配位平衡常数的意义及	1) 了解配合物的基本概念和配合物的价键理论； 2) 会计算配位平衡的	互动。教师针对学生	6

	衡和平衡滴定法	其有关计算，理解配位平衡的移动及与其它平衡的关系。了解螯合物形成的条件和特殊稳定性。了解EDTA与金属离子形成的螯合物的特征。了解酸度对配位反应的影响和酸效应系数的含义；掌握条件稳定常数的概念及其计算。掌握金属离子能被准确滴定的条件；会使用酸效应曲线选择滴定的酸度条件。了解金属指示剂的应用，了解提高配位滴定的选择性方法。掌握配位滴定的应用。	组成和酸度的选择及提高滴定选择性的方法； 3) 掌握配位滴定分析方法的原理、滴定曲线、滴定的可行性； 4) 掌握配位滴定分析方法的应用和滴定结果的计算方法。	操作进行分析，实现个性化指导。 (3) 课后。教师课后推送任务、发布成绩及进行教学反思。	
9	氧化还原反应和氧化还原滴定法	氧化还原反应的特点；条件电位及决定条件电位的因素(盐效应，酸效应，络合效应，生成沉淀的影响)；氧化还原反应平衡常数及进行的程度。氧化还原滴定：氧化还原滴定曲线；氧化还原滴定中的指示剂；氧化还原滴定前的预处理。氧化还原滴定结果的计算。常用氧化还原滴定法的原理、特点及应用：高锰酸钾法；重铬酸钾法；碘量法；溴酸钾法；铈量法。	1) 会进行氧化还原平衡、电极电势等有关计算； 2) 熟练进行高锰酸钾法、重铬酸钾法和碘量法滴定； 3) 能正确选择氧化还原滴定分析方法； 4) 会氧化还原滴定结果的计算。	学生进行在线讨论、反思等。教师进行讨论、点评、归纳，并对学生观点、创新大力支持。	4
10	吸光度法	物质对光的选择性吸收；光吸收的基本定律；比色法和吸光光度法及其仪器；显色反应；影响显色反应的因素；测量波长和吸光度范围的选择；参比溶液的选择；标准曲线的绘制	掌握物质对光的选择性吸收；光吸收的基本定律； 会操作比色法和吸光光度法及其仪器；能进行测定物质的浓度，会绘制标准曲线。		2
合计					48

2 单项能力项目设计表

序号	能力训练项目名称	拟实现的目标	相关知识要求	可展示的结果	教学活动设计
1	分析天平基本操作及称	1、掌握半自动电光分析天平的构造和使用方法。	熟悉分析天平的构造、性能及使用方法；通过练习	分析天平的正确使用	(1) 课前教师通过平台创建课程、重

动物检疫检验技术专业教学资源库

	量练习	2、学会零点调节、直接法、差减法、指定重量称量法等操作方法。 3、掌握电子天平的使用方法	熟练掌握直接称量法、固定质量法和递减法的称量操作技术；培养准确、整齐、简明地记录实验原始数据的习惯。		组课程，发布预习测验、分组任务、互动交流、消息推送等活动。教师备课时，可以将实训设备关键点、实训设备关键点安全操作规范、使用方法、操作步骤、任务领取、任务提交等生成二维码，贴在实训设备附近。学生登录教学平台领取实训任务、完成在线测、资源下载、任务提交、交流互动等活动。 (2) 课中学生在实训现场按照分组二维码领取小组实训任务，明确实训目标并按照实训步骤开始实训，学生在实训过程中，如遇不明之处，可通过手机扫码调出有针对性的数字资源与实操视频、动画等，边做边学，完成后通过手机提
2	滴定分析基本操作及基本操作练习	1、掌握常见容量仪器的使用与操作。 2、了解并掌握滴定管、移液管、容量瓶的校准方法。	器皿的洗涤、酸式滴定管的反扣法、滴定的基本操作、半滴溶液的加入。	滴定管、移液管、容量瓶的正确使用。	
3	氢氧化钠溶液的标定	1. 掌握 NaOH 标准溶液的配制和标定方法。 2. 了解酸碱指示剂的变色原理，会正确地判断终点和处理分析结果。	1. 碱式滴定管的使用方法。 2. 酚酞指示剂的使用和终点变化。 3. 用基准物质标定标准溶液浓度。	酚酞指示剂的使用和终点的判断。	
4	盐酸标准溶液的标定	1. 掌握 HCl 标准溶液的配制和标定方法。 2. 了解酸碱指示剂的变色原理，会正确地判断终点和处理分析结果。	1. 酸式滴定管的使用方法。 2. 溴甲酚绿-甲基红指示剂的使用和终点变化。 3. 用基准物质标定标准溶液浓度。	溴甲酚绿-甲基红指示剂的使用和终点的判断。	
5	食用白醋中 HAC 浓度的测定	掌握白醋中 HAC 浓度的测定原理和方法及指示剂的选择。	指示剂的选择。	食品中酸度的测定。	
6	工业纯碱总碱度的测定	1. 了解双指示剂的使用及其优点； 2. 理解双指示剂法测定碱液中 NaOH 和 Na ₂ CO ₃ 含量的原理； 3. 掌握用移液管移取定量溶液的正确操作方法。	用强碱滴定二元弱碱的滴定过程、突跃范围及指示剂的选择。	双指示剂法测定混合碱液的原理及应用。	
7	氯化物中 Cl ⁻ 的测定（莫尔法）	1. 掌握沉淀滴定法中莫尔法的原理及方法。 2. 准确判断 K ₂ CrO ₄ 作指示剂	1. 0.1mol L ⁻¹ AgNO ₃ 标准溶液的配制 2. 试样分析。	学会莫尔法测定食品中氯的含量。	

		的滴定终点。			交实训成果及报告。学生通过平台可以下载讲义及扩展资源、进行笔记标注、随堂测验、互动问答以及课题评价等活动。教师通过平台追踪学生的学习行为，使教师即时掌握学生个体学习进程、效果与反馈。 (3) 课后教师课后推送任务、发布成绩及进行教学反思。学生进行在线讨论、反思、提交实训报告等。教师进行讨论、点评、归纳，并对学生观点、
8	EDTA 标准溶液的配制和标定	1. 掌握 EDTA 标准溶液的配制与标定方法，掌握标定原理。 2. 了解缓冲溶液的作用。 3. 了解容量瓶和移液管的使用方法。 4. 了解 K-B 指示基的使用条件和终点变化情况。	配位滴定的特点；pH 值对配位滴定的影响。	会配制和标定 EDTA 标准溶液。	
9	自来水总硬度的测定	1. 学习络合滴定法的原理和应用 2 进一步学习和掌握配位滴定的方法和操作	水的硬度的测定原理；铬黑 T 和钙指示剂的使用及特点。	会测定水的硬度。	
10	高锰酸钾标准溶液的配制和标定	1. 掌握用 $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 基准试剂标定高锰酸钾的原理、方法和滴定条件。 2. 了解高锰酸钾标准溶液的配制和标定方法。	1. KMnO_4 标准溶液的配制（约 $0.02\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ） 2. KMnO_4 溶液浓度的标定。	掌握高锰酸钾标准溶液的配制、保存和标定方法。	
11	过氧化氢含量的测定	1. 掌握 $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ KMnO_4 溶液的配制方法； 2. 掌握用 $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 基准物质标定 KMnO_4 的条件； 3. 注意用 KMnO_4 标准溶液滴定 H_2O_2 溶液时，滴定速度控制。	1. 配制 0.02mol/L KMnO_4 溶液。 2. 用 $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 标定 KMnO_4 溶液。 3. H_2O_2 含量的测定。	会测定 H_2O_2 含量。	
12	$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 标准溶液的配制和标定	1. 掌握 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液的配制方法。 2. 掌握标定 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液浓度的原理和方法。	间接碘量法的原理；氧化还原滴定的特点；吸附指示剂的使用和特点。	会配制和标定 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 标准溶液。	

动物检疫检验技术专业教学资源库

13	维生素 B ₂ 的含量测定	掌握 VB ₂ 的最大吸收波长进行测定 掌握分光光度计的使用，并会对数据进行处理	溶液配制、稀释、定容；曲线的绘制，计算	分光光度计的使用	
----	--------------------------	--	---------------------	----------	--

3. 综合项目设计表

序号	综合项目名称	学时	教学要求	备注
1	食品中铜含量的测定	4	1. 了解吸附指示剂的特点及使用； 2. 理解氧化还原滴定的特点； 3. 掌握碘量法测定铜含量的原理和方法。	间接碘量法的原理；氧化还原滴定的特点；吸附指示剂和 KSCN 的加入时间和加入量以及终点的判断。

六、课程考核与成绩评定

考核方式：理论+技能

计分制：百分制。

总评成绩构成：平时考核（40）%；中期考核（10）%；期末考核（50）%。

平时成绩构成：考勤（5）%；作业（15）%；预习与项目（20）%。

总评成绩	组成部分		评分项目	权重（%）		备注
	平时成绩	课堂教学	1. 考勤	20	5	
2. 作业			15			
	单项与综合项目	1. 预习	20	5		
		2. 项目		15		
	考试成绩	期中	60	10		
		期末		50		

七、教学实施建议

1 教学方法建议

本课程为大一学生的第一门专业基础课。课程的基本理论部分采用进行系统讲授。讲课的内容要注意内容的系统性和逻辑的严密性。讲课时要求做到概念准确，重点突出，板书清楚，层次清晰，条理分明，并能承前启后，适当介绍实际

应用的科研与工程实例。

本课程的教学形式采用 CAI 课件与黑板讲授相结合的教学方式，合理运用问题教学或项目教学的教学方法。每次课都确定一个或几个需要解决的问题，然后围绕“问题”展开教学。每一章都进行复习与总结。

课内研讨内容由教师结合教学内容糅合在教学过程中进行（可以分散在教学过程中进行）

具体研讨式教学的主题：

- (1) 误差理论、实验数据处理在科研中的应用；
- (2) 利用项目实验数据计算化学反应速率，建立速率方程；
- (3) 酸碱平衡应用实例讨论（混合碱的分析与计算）；
- (4) 沉淀理论的应用实例讨论（结合硫酸亚铁铵的制备进行沉淀技术分析）；
- (5) 氧化还原滴定法的应用实例讨论（结合实验课程对 Cu^{2+} 的分析测定进行讨论）；
- (6) 物质结构理论的应用实例讨论（分子空间构型的讨论）；
- (7) 配位滴定条件的分析与总结。

八、课程资源开发与利用

本课程专任教师具有高等学校教师资格、中级以上专业技术职称、6 个月以上行业企业工作的经历和中级以上职业资格证书。兼职教师在行业企业相应工作岗位工作 5 年以上、具有工程师以上专业技术职称或技师以上职业资格。校内有无机及分析化学实训室，实验设施和设备能满足分析化学的教学要求。本课程为校级精品课，有课程网站，根据学科和技术的发展不断完善信息化教学资源。