



晋中学院

Jinzhong University

应用化学专业
课程教学大纲（2023版）

化学化工系
二〇二三年八月

目 录

一、学科专业基础课程

《应用化学专业导论》课程大纲.....	2
《无机化学》课程大纲	9
《有机化学》课程大纲	28
《分析化学》课程大纲	49
《仪器分析》课程大纲	61
《物理化学》课程大纲	74
《无机化学实验》课程大纲	88
《分析化学实验》课程大纲	109
《仪器分析实验》课程大纲	131
《有机化学实验》课程大纲	151
《物理化学实验》课程大纲	172

二、专业核心课程

《化工制图基础》课程大纲	193
《化工原理》课程大纲	205
《化工热力学》课程大纲	222
《化学反应动力学》课程大纲	236
《化学反应工程》课程大纲	244
《化工基础实验与实训》课程大纲.....	256
《实验室安全教育》课程大纲	274

三、职业能力教育课程

《高等分析化学》课程大纲	285
--------------------	-----

《应用波谱分析》课程大纲	298
《工业分析化学》课程大纲	315
《精细化工工艺学》课程大纲	332
《工业催化》课程大纲	341
《精细化学品合成》课程大纲	352
《药物化学》课程大纲	361
《药物分析》课程大纲	377
《药物合成与技术》课程大纲	394

四、专业实践

《专业实习》课程大纲	407
《化工工艺流程设计》教学大纲	413
《毕业实习》课程大纲	419
《毕业论文（设计）》课程大纲	427

五、专业选修课程

《化学化工信息及网络资源的检索与利用》课程大纲	437
《应用化学专业英语》课程大纲	447
《生物化学》课程大纲	458
《化学史》课程大纲	471
《化工分离工程》课程大纲	482
《化工仪表及自动化》课程大纲	491
《化工安全与环保》课程大纲	504
《有机合成化学》课程大纲	519
《煤化学》课程大纲	531



应用化学专业

《应用化学专业导论》

课程大纲

晋中学院化学化工系

2023年8月

《应用化学专业导论》课程大纲

一、课程信息

课程名称	应用化学专业导论 / Introduction to Applied Chemistry Major		
课程编码	230910901B	适用专业	应用化学
先修课程	无	修读学期	第一学期
课程类别	学科专业基础课程	课程性质	<input checked="" type="checkbox"/> 必修 <input type="checkbox"/> 选修
课程学分	0.5	考核方式	<input type="checkbox"/> 考试 <input checked="" type="checkbox"/> 考查
课程学时	8学时（理论8学时，实践0学时）		
执笔人	张保柱	审核人	张保柱

二、课程简介

本课程是应用化学本科专业的专业基础课，旨在让学生了解应用化学专业的基本概况，熟悉本专业的人才培养方案，理解本专业的培养目标、培养规格，课程体系与教学计划，课程实施，核心课程简介，技能要求等相关内容，对四年的大学学习、生活、培养目标和毕业去向及要求有基本的认识。通过本课程的学习，可以了解应用化学专业的基本概况，正确认识化学在人类文明中的作用；熟悉本专业的人才培养方案，特别是专业的培养目标、培养规格，课程体系与教学计划；高度重视动手能力的培养，理论联系实际，培养学生的创新思维和工匠精神；明确应用化学的三个专业方向，发展现状与发展前景，以及所面临的挑战，对毕业去向及要求有基本的认识，做好个人发展规划。

三、课程目标

（一）课程目标

通过本课程的学习，学生可以达到以下目标：

课程目标1：了解应用化学专业的基本概况，正确认识化学在人类文明中的作用。高度重视动手能力的培养，理论联系实际，培养学生的创新思维和工匠精神。

【毕业要求8：职业规范】

课程目标2：了解应用化学专业的基本概况,熟悉本专业的人才培养方案，明确应用化学的四个专业方向，发展现状与发展前景，以及所面临的挑战，对毕业去向及要求有基本的认识，做好个人发展规划。【毕业要求8：职业规范】

(二) 课程目标与毕业要求的关系

课程目标	支撑的毕业要求	支撑的毕业要求指标点
课程目标 1	毕业要求 8： 【职业规范】	8.2：树立正确的世界观、人生观和价值观，理解诚实公正、诚信守则的工程职业道德和规范，尊重相关国家和国际通行的法律法规，理解多样性和包容性的必要性，并能在工程实践中自觉遵守。
课程目标2	毕业要求 8： 【职业规范】	8.2：树立正确的世界观、人生观和价值观，理解诚实公正、诚信守则的工程职业道德和规范，尊重相关国家和国际通行的法律法规，理解多样性和包容性的必要性，并能在工程实践中自觉遵守。

四、课程内容

(一) 课程内容与课程目标的关系

课程内容	支撑的课程目标	教学方法	学时安排
化学发展简史	课程目标3	讲授、讨论	2
应用化学发展现状和前景	课程目标1、2	讲授、讨论	2
应用化学专业培养方案解读	课程目标2、3	讲授、讨论	2
专业方向解读	课程目标1、2	讲授、案例法	2
合计			8

(二) 课程内容

模块一 化学发展简史

【学习目标】

1. 了解化学发展简史；
2. 理解化学对人类文明的作用。

【课程内容】

1. 化学发展简史；
2. 化学对人类文明的作用。

【重点、难点】

1. 重点：化学在对人类文明中的作用。
2. 难点：化学在对人类文明中的作用。

【教学方法】

1. 讲授法
2. 讨论法：学生根据所学内容发表自己的感悟---化学对人类文明的作用。

【学习要求】

认真听讲，记好笔记。积极思考，发表自己的感悟。

【复习与思考】

1. 根据所学内容，简述化学发展简史；
2. 根据所学内容和自己的生活经验，简述化学在对人类文明中的作用。

【学习资源】

模块二 应用化学发展现状和前景

【学习目标】

1. 了解应用化学发展现状；
2. 理解应用化学发展前景。

【课程内容】

1. 应用化学发展现状；
2. 应用化学发展前景。

【重点、难点】

1. 重点：应用化学发展现状和发展前景。
2. 难点：应用化学发展前景。

【教学方法】

1. 讲授法
2. 讨论法：学生根据所学内容发表自己的感悟---应用化学发展对就业的影响。

【学习要求】

认真听讲，记好笔记。积极思考，发表自己的感悟。

【复习与思考】

1. 根据所学内容，简述应用化学发展现状；
2. 根据所学内容和自己的生活经验，简述应用化学发展对社会、生活及就业工作的影响。

【学习资源】

模块三 应用化学专业人才培养方案解读

【学习目标】

了解应用化学专业的培养目标、规格要求、主要课程、校园文化与主要的实践性环节、学制、学分、学位授予类型等。

【课程内容】

应用化学专业人才培养方案的培养目标、规格要求、主要课程、校园文化与主要的实践性环节、学制、学分、学位授予类型等。

【重点、难点】

1. 重点：应用化学专业的规格要求和课程体系。
2. 难点：应用化学专业的课程体系。

【教学方法】

1. 讲授法
2. 讨论法：学生根据所学内容发表自己的感悟---应用化学专业人才培养方案需要改进的地方。

【学习要求】认真听讲，记好笔记。积极思考，发表自己的感悟。

【复习与思考】

1. 根据所学内容，简述应用化学专业人才培养方案的体系；
2. 根据所学内容、自己的学习经验及需求，提供对应用化学专业人才培养方案改进的合理化建议。

【学习资源】

模块四 专业方向解读

【学习目标】

了解本专业的工业分析、药物合成和精细化工三个专业方向，做好个人发展规划。

【课程内容】

工业分析、药物合成和精细化工三个专业方向所学内容及课程体系。

【重点、难点】

1. 重点：工业分析、药物合成和精细化工三个专业方向解读。
2. 难点：工业分析、药物合成和精细化工三个专业方向解读。

【教学方法】

1. 讲授法
2. 讨论法：学生根据所学内容发表自己的感悟---我对三个专业方向的理解以及选择。

【学习要求】

认真听讲，记好笔记。积极思考，发表自己的感悟。

【复习与思考】

1. 根据所学内容，简述工业分析、药物合成和精细化工三个专业方向的重要性；
2. 根据所学内容、自己的学习经验及需求，发表对所设三个专业的认识以及合理化建议。

【学习资源】

五、实践教学安排

无

六、考核方式

（一）考核方式

课程考核方式分为过程性考核与期末考核。

过程性考核方式包括学风养成、课堂表现、平时作业。

期末考核采用开卷考试。

（二）考核方式与课程目标的关系

课程目标	考核内容及所占比例（%）	考核方式
课程目标1 (50%)	化学发展简史：40% 应用化学发展现状和前景：60%	课堂表现、平时作业、期末考试
课程目标2 (50%)	应用化学专业培养方案解读：50% 专业方向解读：50%	学风养成、平时作业、期末考试

七、成绩评定

（一）评定方式

总成绩 = 过程性考核成绩（50%）+ 期末考核成绩（50%）。

过程性考核成绩 = 课堂表现（30%）+ 平时作业（40%）+ 学风养成（30%）。

（二）评分标准

序号	课程目标	评价项目	评分标准				
			90-100	80-89	70-79	60-69	0-59
			优	良	中	及格	不及格
1	课程目标1	课堂表现	认真听课，积极互动，主动讨论，发言积极。	上课较认真，互动较积极，发言次数较多。	上课能作一点笔记，互动有一定自主性，能够发言。	上课不太认真，有互动但不多，很少发言。	听课很不认真，不互动也不发言。
2	课程目标1/2	平时作业	按时完成作业，书写整齐，内容完整，没有少题、漏题，过程合理，结果正确。	按时完成作业，书写较为整齐，内容基本完整，没有故意的少题、漏题，少数结果有误。	按时完成作业，书写不太整齐，过程模糊，部分结果有误。	催交，或书写不太整齐，过程模糊，大部分结果有误。	作业内容不完整，没有达到作业要求。
3	课程目标2	学风养成	主动学习，积极参与，按时完成任务，不缺勤、不迟到早退，展现高度自律。	表现积极，按时提交作业，课堂参与度高，学习态度认真。	基本遵守纪律，按时完成部分任务，课堂参与一般。	偶尔拖延，参与度和作业完成情况一般，需加强自律。	缺勤较多，作业提交不及时，学习态度消极，缺乏参与。
4	课程目标1/2	期末考核	详见期末试题评分标准				

八、选用教材

无

九、主要参考书目

[1] 应用化学类教学质量国家标准, 普通高等学校本科专业类教学质量国家标准(下). 北京: 高等教育出版社, 2018, 488-494.

[2] 应用化学专业人才培养方案(2023版). 晋中学院.

十、课程学习建议

关注行业动态，了解国内外环境保护领域的发展趋势及最新动向，培养自主学习的能力。



应用化学专业

《无机化学》课程大纲

晋中学院化学化工系

2023年8月

《无机化学》课程大纲

一、课程信息

课程名称	无机化学 / Inorganic Chemistry		
课程编码	230910102B、230910103B	适用专业	应用化学
先修课程	无	修读学期	第一、二学期
课程类别	学科专业基础课程	课程性质	<input checked="" type="checkbox"/> 必修 <input type="checkbox"/> 选修
课程学分	6	考核方式	<input checked="" type="checkbox"/> 考试 <input type="checkbox"/> 考查
课程学时	100 学时（理论学时 100，实践学时 0）		
执笔人	李敏	审核人	张保柱

二、课程简介

无机化学是应用化学专业的第一门专业基础必修课，本课程内容分为化学原理与元素化学两部分内容，使学生在学完本门课程后能掌握结构理论、化学热力学、化学反应动力学、化学平衡及四大平衡的基本理论并能够在理论指导下掌握重要元素的基本形式及其变化规律。此外，无机化学课程的学习可为本专业后续的分析化学、有机化学、物理化学等课程提供基本理论知识支持。作为相关专业的第一门化学技术基础课，是培养专业工程技术人才的整体知识结构及能力结构的重要起点，同时也应在科学思维能力方面获得应有的训练和培养。

三、课程目标

（一）课程目标

通过本课程的学习，学生具有以下能力：

课程目标 1：掌握化学热力学，动力学、化学平衡以及配位化学、基础电化学等基本原理，近代物质原子、分子结构，元素周期律，物质性质变化规律，具有基本的理论分析讨论、筛选能力。【毕业要求 1：工程知识】

课程目标 2：掌握有关无机化学中元素和化合物的基本知识，具有运用无机化学原理对一般无机化学问题进行理论分析和计算，以获得有效结论的能力。【毕业要求 2：问题分析】

课程目标 3：具备基于基本化学原理对化工、环境等领域复杂问题进行解析及设计实验的初步能力。【毕业要求 3：设计开发解决方案】

(二) 课程目标与毕业要求的关系

课程目标	支撑的毕业要求	支撑的毕业要求指标点
课程目标 1	毕业要求 1 【工程知识】	1.3 能判别复杂工程问题的多种解决方案的优劣和优化途径。
课程目标 2	毕业要求 2 【问题分析】	2.3 能应用基本工程原理来筛选备选方案。
课程目标 3	毕业要求 3 【设计开发解决方案】	3.1 能在法律、安全、环境等外部约束条件下设计解决方案。

四、课程内容

(一) 课程内容与课程目标的关系

课程内容	支撑的课程目标	教学方法	学时安排
模块一 基础化学原理	课程目标 1, 2, 3	课堂讲授、案例分析、自主学习	19
模块二 原子、分子与晶体结构	课程目标 1, 2, 3	课堂讲授、小组讨论、案例分析、自主学习	19
模块三 溶液化学	课程目标 1, 2, 3	课堂讲授、案例分析、小组讨论	8
模块四 化学反应类型	课程目标 1, 2, 3	课堂讲授、案例分析、小组讨论、自主学习	15
模块五 元素化学	课程目标 1, 2, 3	课堂讲授、小组讨论、案例分析、自主学习	39
模块六 无机化学前沿	课程目标 3	自主学习	0
合计			100

(二) 课程内容

模块一 基础化学原理

【学习目标】

1. 了解化学发展史及其与人类社会发展的关系；明确无机化学的发展历程及发展方向；熟知无机化学课程学习在化学专业课程学习中的地位。

2. 掌握理想气体状态方程式、混合气体分压定律、气体扩散定律并能够应用它们进行计算；熟悉溶液浓度的各种表示方法，浓度的计算和各种浓度之间的换算；理解稀溶液的依数性。

3. 了解状态函数等热力学的基本概念；理解热力学能、焓和焓变、熵和熵变、吉布斯自由能等的定义和物理意义；学会运用盖斯定律进行反应热的计算；掌握热力学第一、第二、第三定律；熟练计算标准状态下反应的焓变、熵变和自由能变，并能够运用自由能变化判断化学反应的方向。

4. 理解化学反应速率的基本概念；掌握阿仑尼乌斯公式和质量作用定律，会应用阿仑尼乌斯公式求算活化能及某温度下的反应速率；掌握浓度、温度及催化剂对反应速率的影响；熟练掌握反应速率常数和平衡常数的意义和应用。

5. 掌握化学平衡的概念；理解经验平衡常数(K_c 、 K_p)及标准平衡常数(K^\ominus)的物理意义及其与 $\Delta_r G^\ominus$ 的关系；掌握有关化学平衡的计算；掌握浓度、温度、压力等外界因素对化学平衡的影响。

【课程内容】

1. 化学发展简史、化学与人类社会发展的关系及无机化学的发展历程及发展方向。

2. 理想气体状态方程式、道尔顿分压定律、分体机定律、气体扩散定律，溶液浓度的表示方法及稀溶液的依数性。

3. 化学反应热力学相关术语、反应热效应的计算、热力学第一、第二及第三定律的内容及相关应用。

4. 化学反应速率的定义及影响因素、化学反应的机理及反应速率理论简介、催化剂对化学反应的影响。

5. 化学平衡的状态、影响化学平衡的因素及化学平衡及化学反应等温方程式。

【重点、难点】

1. 重点：无机化学的研究方法、理想气体状态方程式，气体分压定律，非电解质稀溶液的通性—依数性；理想气体状态方程式、混合的气体分压定律、气体扩散定律的理解和应用；热力学能、焓、熵、自由能等热力学函数；计算化学反应反应热；判断化学反应的方向，反应速率理论简介；影响化学反应速率的因素，标准平衡常数；标准平衡常数与 ΔG^\ominus 的关系；化学平衡的移动。

2. 难点：化学学科的主要分支；非电解质稀溶液的通性—依数性；四个重要的状态函数，反应速率理论，标准平衡常数与 ΔG^\ominus 的关系。

【教学方法】

1. 课堂讲授：按时间顺序讲解化学从古代炼金术到现代科学的发展历程，重点介绍关键人物和里程碑事件，分析化学在农业、工业、医疗、环保等领域的应用及其对人类社会的推动作用，详细介绍无机化学的起源、重要发现、当前研究热点及未来发展方向；推导并讲解 $pV=nRT$ 公式的含义、适用条件及应用，分别介绍道尔顿分压定律与阿玛加分体积定律的内容、公式及在混合气体中的应用，简述菲克定律及其在气体扩散中的应用，讲解物质的量浓度、质量摩尔浓度、质量分数、摩尔分数等概念及计算方法，介绍稀溶液的蒸汽压下降、沸点升高、凝固点降低等现象及其原理并指出这些数值的升高或降低只与稀溶液中溶质的数量有关，而与种类无关，总结为稀溶液的依数性。通过介绍焓、熵、吉布斯自由能等基本概念，使学生理解热力学的基本术语；讲解盖斯定律、标准摩尔生成焓、标准摩尔燃烧焓等，通过例题演示如何计算化学反应的热效应。通过讲解热力学第一定律（能量守恒定律）、第二定律（热力学不可逆定律）、第三定律（绝对零度定律）的内容、意义及应用，带领学生结合实例利用热力学讨论反应的自发性与方向性；介绍反应速率的定义、度量单位及表示方法，从浓度、温度、压力、催化剂等角度分析它们对反应速率的影响，简要介绍碰撞理论、过渡态理论等反应速率理论，详细讲解催化剂的定义、分类、作用机制及其对反应速率的具体影响。介绍化学平衡的概念、特征及判断标准，从浓度、温度、压力等角度分析它们对化学平衡的影响，讲解等温方程式的书写方法及在化学平衡计算中的应用，介绍该原理的内容及其在分析平衡移动中的应用。

2. 案例分析：举例浓氨水与浓盐酸产生白烟的现象，提问“白烟”的位置距离哪种溶液更近，分析白烟产生的未知及原因，用气体扩散定律讨论这一现象；结合工业生产中高炉废气的处理，讨论反应温度对反应方向的影响，及讨论在特定条件下反应方向是否会发生逆转，及产物分解对环境产生二次污染的可能性。

3. 小组讨论：将学生分成五人/小组，每组围绕影响化学反应速率及化学平衡的因素有哪些，这些因素如何对化学反应速率及化学平衡产生影响进行讨论。讨论过程中鼓励学生积极发表观点、提出疑问，培养学生的合作精神和独立思考能力。讨论结束后，每组选出一名代表汇报讨论成果，进行互动交流。

4. 自主学习：以掌握固体物理的基本概念、理解晶体的结构和性质、掌握晶体学的分析方法为目标，通过阅读教材、通过 MOOC 学习及查阅相关知识自主学习固体与晶体相关的内容。

【学习要求】

1. 掌握学习目标中的基本知识与内容。
2. 能够利用化学基础知识解释生活中的现象如融雪剂的融雪原理、防冻液的工作原理等。
3. 学习爱课程、MOOC 等网站的相关内容，独立完成课后作业与思考。

【复习与思考】

1. 化学与人类社会的关系，如何利用化学造福人类？
2. 如何用道尔顿分压定律解释生活中洗澡需要开窗，否则有可能缺氧？
3. 如何用稀溶液的依数性解释融雪剂、防冻剂等作用原理？
4. 热力学函数的物理意义及相关计算。
5. 状态函数与非状态函数。
6. 热力学第一、第二及第三定律的内容。
7. 化学反应速率的意义、概念、计算。
8. 用化学反应速率理论解释温度、反应物浓度及催化剂对反应速率的影响。
9. 分别定性与定量讨论温度、反应物浓度及催化剂对反应速率的影响。
10. 化学平衡的前提、条件、标志及特点。
11. 经验平衡常数、浓度平衡常数及标准平衡常数的意义及计算。
12. 反应物及产物浓度、温度对化学平衡的影响。

【学习资源】

1. <https://www.icourse163.org/course/CSU-1206635811?from=study> 中国大学 MOOC(慕课) 无机化学课程学习资源-第二到四讲；
2. https://www.icourses.cn/sCourse/course_3396.html 爱课程 无机化学-第一到三章。

模块二 原子、分子与晶体结构

【学习目标】

1. 了解人类认识原子结构的简单历史；了解原子能级、波粒二象性、不确定原理、微观粒子运动的统计规律及薛定谔方程及其解的意义。理解四个量子数、波函数和波函数的角度分布和径向分布的概念和意义；熟悉 s、p、d 原子轨道的形状和方向；理解原子结构近似能级图，掌握原子核外电子排的三个原理和 s、p、d、f 区元素的原子结构特点；会从原子的电子层结构了解元素性质，熟悉原子半径、电离能、电子亲和能和电负性的周期性变化，讨论元素的某些性质与结构的关系；熟练掌握原子结构与元素周期律间的关系；熟悉 109 号以前元素的符号、中文名称（正确书写与读音）及 89 号以前元素

的价电子排布式。

2. 掌握价键理论的内容；会用价键理论解释共价键的特征，会用价电子对互斥理论和杂化轨道理论解释简单的分子结构；初步认识分子轨道，掌握第二周期元素的分子轨道特点。

3. 了解分子间作用力及氢键的性质和特点；掌握离子键的基本特征；掌握离子极化产生的原因及对离子化合物结构与性质的影响。

【课程内容】

1. 近代原子结构理论确立、微观粒子运动的特殊性、核外电子运动状态描述、核外电子的排布、元素周期表及元素基本性质的周期性。

2. 路易斯共价键理论、现代价键理论(VB 法)、杂化轨道理论、价层电子对互斥理论(VSEPR)及分子轨道理论。

3. 分子间作用力的类型、形成条件及对分子熔沸点的影响；离子极化学说简介；离子键的本质、离子化合物的特征；金属的共价键理论、金属密堆积结构。

【重点、难点】

1. 重点：四个量子数及原子核外电子排布式，元素性质的周期性变化规律；杂化轨道理论；价层电子对互斥模型；共轭大 π 键；等电子体原理；分子轨道理论。范德华力和氢键；离子键、金属键特征；离子极化。

2. 难点：四个量子数的物理意义及取值，波函数图形，杂化轨道理论；分子轨道理论；共轭大 π 键。离子极化的大小及对物质性质的影响。

【教学方法】

1. 课堂讲授：介绍原子结构模型的确立，利用四个量子数对原子核外电子运动状态进行描述，原子核外电子排布规则及元素的周期性变化规律；介绍路易斯价键理论，介绍原子如何形成共价分子，讲解路易斯理论的优缺点，引入现代价键理论介绍共价键的本质；为解释化合物的空间构型引入杂化轨道理论与价层电子对互斥理论，讲解分子轨道理论解释双原子分子的稳定性；通过介绍分子间作用力使学生理解共价分子如何形成物质以及分子间作用力对分子晶体熔沸点的影响；介绍离子键理论，离子晶体的特征及离子极化的影响因素与作用结果；讲解金属键理论及金属的密堆积结构。

2. 案例分析：选取甲烷、氨及水分子为例，引导学生分析讨论三种分子在形成过程中中心原子所采取的杂化方式、杂化轨道的数目、配位体的数目及化合物的空间构型并分别用杂化轨道理论、价层电子对互斥理论解释相应现象，以氧气分子为例解释化合物的磁性从分子轨道理论角度入手解释为何具有偶数个电子的双原子分子具有顺磁性以及双原子分子稳定性的问题。

3. 小组讨论：组织学生讨论 H_2O 、 I_3^- 、 SF_6 、 ICl_3 的空间构型进行小组讨论，利用价层电子对互斥理论计算孤电子对数并讨论孤电子对在不同杂化类型的杂化轨道中的排布，从而学会利用价层电子对互斥理论判断化合物的价层电子对空间构型及化合物的空间构型，组织学生讨论卤化氢的熔沸点变化规律及原因从而引出分子间作用力对分子晶体熔沸点的影响；组织学生讨论从离子的特征入手讨论极化作用与变形性的影响因素，通过讨论卤化银的颜色、溶解度的变化规律讨论离子极化对化合物性质的影响。

4. 自主学习：以理解金属晶体的基本结构、物理性质、力学性质为目标，通过自主阅读教材内容，大学生 MOOC 及课外资料查询对金属晶体部分内容进行进一步掌握与了解。

【学习要求】

1. 掌握学习目标中的基本知识与内容。
2. 能够利用化学基础知识判断共价化合物的空间构型、化合物熔沸点的递变规律等。
3. 学习爱课程、MOOC 等网站的相关内容，独立完成课后作业与思考。

【复习与思考】

1. 微观粒子运动的特点及描述。
2. 四个量子数的物理意义、取值。
3. 元素周期表与元素周期性变化规律。
4. 现代价键理论的内容与作用。
5. 杂化轨道理论与价层电子对互斥理论解释 H_2O 、 NH_3 、 CH_4 的空间构型。
6. 分子轨道理论解释 O_2 分子的磁性、 He_2 能否存在、部分双原子分子的稳定性。
7. 分子间相互作用及作用力变化规律。
8. 离子键理论、离子化合物的特征、影响离子化合物稳定的因素。
9. 离子极化的内容、影响因素及作用结果。

【学习资源】

1. [无机化学 中国大学 MOOC\(慕课\) \(icourse163.org\)](http://www.icourse163.org)-第八、九、十讲；
2. https://www.icourses.cn/sCourse/course_3396.html 爱课程 无机化学-第四、五、六章。

模块三 溶液化学

【学习目标】

1. 熟练掌握酸碱质子理论，以及一元弱酸、弱碱在水溶液中的质子转移平衡和近似计算；熟悉多元酸、多元碱、两性物质的质子转移平衡和近似计

算。

2. 熟练掌握溶度积规则的内容、意义和应用；学会判断反应体系有无沉淀生成、是否沉淀完全、能否通过分步沉淀实现离子分离；了解沉淀溶解的一般方法，分析沉淀转化的可能性。

【课程内容】

1. 酸碱质子理论：酸碱的定义，共轭酸碱间的基本关系，酸碱反应的本质，酸碱强弱的相对性，酸度平衡常数和碱度平衡常数。一元弱酸、弱碱在水溶液中的质子转移平衡和近似计算；酸度、碱度、分析浓度概念；多元酸、多元碱、两性物质的质子转移平衡和近似计算。

2. 同离子效应和盐效应的概念；pH 对溶质存在状态的影响。缓冲溶液的作用和组成、缓冲作用机制、缓冲溶液 pH 值的计算；缓冲溶液的缓冲作用能力的影响因素及缓冲作用范围；缓冲溶液的配制原则、方法及计算。

3. 溶度积常数： $K_{sp} = [c(A^{b+})]^a \cdot [c(B^{a-})]^b$ 与溶度积规则；沉淀生成的计算与应用，判断溶液中的沉淀生成或溶解情况；沉淀的溶解和转化，加入另外一种沉淀剂后沉淀的转化。

【教学方法】

1. 课堂讲授：讲解酸碱的定义、共轭酸碱间的基本关系、酸碱反应的本质和酸碱强弱的相对性，引入酸度平衡常数和碱度平衡常数的概念，并解释其意义。讲解一元弱酸、弱碱在水溶液中的质子转移平衡，介绍近似计算方法，拓展至多元酸、多元碱和两性物质的质子转移平衡和近似计算。介绍缓冲溶液的作用、组成和缓冲作用机制，讲解缓冲溶液 pH 值的计算方法，以及缓冲作用能力的影响因素和缓冲作用范围；解释溶度积常数 K_{sp} 的概念和溶度积规则，介绍沉淀生成、溶解、分步沉淀和沉淀转化的基本原理。

2. 小组讨论：将学生分成若干小组，针对酸碱质子理论的内容应用、缓冲溶液在实际生活中的实例、沉淀溶解平衡的影响因素等。

3. 案例分析：人体血液的正常 pH 值维持在 7.35~7.45 之间，这是通过复杂的酸碱缓冲系统来实现的。当体内产生酸性或碱性物质时，这些缓冲系统能够迅速中和这些物质，从而维持血液的酸碱平衡。人体通过呼吸作用会产生大量 CO_2 ，在体液中会生成 HCO_3^- ，从而形成 $H_2CO_3-HCO_3^-$ 的缓冲体系，从而保持机体的 pH 稳定；水垢主要是由水中的钙、镁离子与碳酸根或氢氧根离子结合形成的难溶化合物，如碳酸钙、氢氧化镁等。这些化合物在锅炉、热水器等设备内部沉积，会影响设备的热效率和使用寿命。当水中的钙、镁离子浓度较高时，它们容易与碳酸根或氢氧根离子结合生成沉淀。这些沉淀在设备内部逐渐积累，形成水垢。那么如何处理容器中的水垢？为了去除和

预防水垢，可以利用沉淀溶解平衡的原理。例如，可以加入适量的酸性物质（如醋酸）来降低水的 pH 值，从而促进碳酸钙等沉淀的溶解。此外，还可以通过软化水处理来降低水中钙、镁离子的浓度，从而减少沉淀的生成。

【学习要求】

1. 掌握学习目标中的基本知识与内容。
2. 结合醋酸解离平衡常数的测定与水溶液中的解离平衡实验进一步加深对本模块内容的了解。
3. 学习爱课程、MOOC 等网站的相关内容，独立完成课后作业与思考。

【复习与思考】

1. 酸碱电离理论、酸碱质子理论及路易斯酸碱理论的内容。
2. 一元、多元弱酸与弱碱的解离平衡。
3. 缓冲溶液的缓冲原理、溶液的配制及相关计算。
4. 思考为什么温度升高时，难溶电解质的溶解度通常会增大？
5. 思考在废水处理中，如何选择合适的沉淀剂去除废水中的重金属离子？
6. 举例说明沉淀溶解平衡在无机物制备中的应用，并讨论其优缺点。

【学习资源】

1. [无机化学 中国大学 MOOC\(慕课\) \(icourse163.org\)](http://www.icourses.cn/sCourse/course_3396.html)-第五、六讲；
2. https://www.icourses.cn/sCourse/course_3396.html 爱课程 无机化学-第八、九章。

模块四 化学反应类型

【学习目标】

1. 用氧化数的概念判断反应是否为氧化还原反应，了解原电池的组成及符号表示，理解电极电势产生的原因；掌握配合物的组成，命名规则，理解异构现象。
2. 掌握标准电极电势的应用、能斯特方程及沉淀生成与弱电解质生成对电极电势的影响；掌握配位化合物价键理论和晶体场理论；掌握配位化合物的晶体场理论及其应用，掌握八面体场的能级分裂。
3. 熟练掌握能斯特方程及浓度的变化、酸度的变化、沉淀的生成、弱电解质的生成、配合物的生成对电极电势的影响；熟悉配位平衡，熟悉配位化合物的稳定常数及其应用。掌握影响配合物稳定性的主要因素。
4. 进一步理解影响电极电势的元素，掌握电势-pH 图、元素电势图；了解配合物的组成，掌握命名规则，理解异构现象；思考配位键的本质，配合物的稳定性及配位化学的未来发展方向。

【课程内容】

1. 氧化数的计算及判断，氧化还原反应与原电池，电池反应的热力学，影响电极电势的因素即能斯特方程，图解法讨论电极电势，化学电源与电解。

2. 配位化合物的组成、结构及稳定性，配位化合物的价键理论。配位化合物的杂化轨道理论及晶体场理论，配位化合物的稳定性。

【重点、难点】

1. 重点：标准电极电势，能斯特方程，电池反应的热力学，元素电势图；配位化合物的组成及命名，配位化合物价键理论和晶体场理论的主要论点，形成配合物时体系的性质变化；影响溶液中配离子稳定性的因素。

2. 难点：电极电势及有关计算，电池反应的热力学；配位化合物价键理论和晶体场理论；配位平衡的有关计算。

【教学方法】

1. 课堂讲授：介绍氧化还原反应的基本概念，强调元素化合价的变化是氧化还原反应的特征；通过动画或图示展示氧化还原反应中电子的转移过程，帮助学生理解反应的实质；讲解电极电势的应用及影响电极电势的因素，举例说明氧化还原反应在日常生活和工业生产中的应用，讲解元素电势图及可以从元素电势图中获取的信息。介绍配位化合物的基本概念，包括中心原子、配体、配位数等；讲解配位化合物的组成原则和命名规则；介绍配位化合物的物理性质和化学性质，特别是配合物的稳定性和异构现象，介绍配位化合物的杂化轨道理论、配位场理论及晶体场理论，影响配位化合物稳定性的因素，计算配位平衡中相关离子浓度及四大平衡之间的相互影响。

2. 小组讨论：将学生分为 8 组就影响电极电势的因素，从生成弱电解质、生成沉淀对物质浓度的影响入手，考虑弱电解质、沉淀剂等对氧化型与还原型浓度的影响，从而得到其对电极电势的影响结论，讨论完毕后选取小组代表将结果与其他小组交流从而得到结果。在配位化学基础中，以影响配位化合物稳定性的因素为题，讨论中心离子、配位体及晶体场对配合物稳定性的影响，讨论完毕后以小组为单位交流汇总得出结论。

3. 案例分析：以丹尼尔电池为例，分析原电池的组成如那个电极做正极，哪个电极做负极，在氧化还原过程中电子的得失与转移情况，并依据丹尼尔电池为例写出原电池符号。以八面体场的 $\text{Co}(\text{NH}_3)_6\text{Cl}_3$ 为例介绍八面体场中的配体场分布及对中心原子 d 轨道的影响从而引入晶体场理论及晶体场稳定化能。

4. 自主学习：以理解电解池的基本原理、构成、工作过程、电极反应、电解结果以及电解池在工业生产中的应用为目标，通过教材自行学习与网络

资源的利用，掌握电解池相关的内容。

【学习要求】

1. 掌握学习目标中的基本知识与内容。
2. 能够在实验的相关模块中自行组装原电池，可以指出原电池的正负极、能够书写原电池符号。
3. 学习爱课程、MOOC 等网站的相关内容，独立完成课后作业与思考。

【复习与思考】

1. 氧化还原反应在电池、电镀、金属腐蚀与防护、环境保护等领域有广泛应用。例如，电池中的化学反应实际上就是氧化还原反应，通过氧化还原反应将化学能转化为电能。思考氧化还原反应在其他领域的应用实例。

2. 氧化还原反应在工业生产中扮演着重要角色，如金属的冶炼、化工生产中的氧化还原反应等。思考这些反应对工业生产和经济发展的意义。

3. 物质的鉴别和检验是化学实验中常见的问题。通过利用氧化还原反应的原理，可以设计相应的实验方案来鉴别和检验物质。思考如何利用氧化还原反应原理进行物质的鉴别和检验。

4. 思考配位键的本质，如何理解配位键的形成和性质。

5. 思考配合物的稳定性，影响配合物稳定性的主要因素有哪些，如何提高配合物的稳定性。

6. 思考配位化学的未来发展方向，配位化学在哪些领域有潜在的应用价值。

【学习资源】

1. [无机化学 中国大学 MOOC\(慕课\) \(icourse163.org\)](https://www.icourses.cn/sCourse/course_3396.html)-第七、十一讲；
2. https://www.icourses.cn/sCourse/course_3396.html 爱课程 无机化学-第十、十一章。

模块五 元素化学

【学习目标】

1. 掌握金属单质的保存、理化性质及用途，金属氧化物、氢氧化物的碱性及变化规律，掌握金属硫化物与盐类的颜色、溶解度、主要性质及其变化规律，掌握不同价态的金属之间的相互转化。

2. 熟悉非金属氢化物及卤化物的结构和性质，化合物中键的类型，非金属含氧酸的结构、性质、用途及单质的制备，非金属卤化物的结构和水解反应。

3. 掌握金属硫化物、氢氧化物及难溶盐的颜色与溶度积常数，能够采用生成沉淀的方式实现对金属离子的鉴别与分离。

【课程内容】

1. 金属单质的理化性质、氧化物及氢氧化物的溶解性及碱性变化规律，金属硫化物与金属盐的溶解度、热稳定性的变化规律。
2. 非金属单质的理化性质、氢化物、氧化物、卤化物与硫化物的结构、特殊键型及水解规律，非金属含氧酸的酸性、稳定性及氧化性的变化规律。
3. 根据生成沉淀、氧化还原反应的原理将未知阴阳离子或混合阴阳离子进行鉴定和有效分离。

【重点、难点】

1. 重点：金属单质及其化合物的性质，金属氢氧化物的溶解和碱性以及盐类溶解度、热稳定性等性质的变化规律。非金属单质及化合物的性质，非金属氢化物及含氧酸的酸性、氧化性与稳定性变化规律。
2. 难点：金属盐与非金属卤化物的水解性变化规律及化合物性质递变规律。

【教学方法】

1. 课堂讲授：利用生活中的实例，如“含氟牙膏”、“高钙牛奶”等，引导学生思考这些物品中的氟、钙等元素是什么，从而引入元素的概念。将元素按照金属、非金属、稀有气体等分类进行讲解，介绍各类元素的典型性质和应用。通过对比不同元素之间的性质差异，帮助学生深入理解元素性质的多样性和复杂性。例如，对比碱金属和碱土金属的性质差异，引导学生分析其原因，介绍元素形成的化合物的结构、性质及反应规律，使学生对物质的递变规律有较好的了解。
2. 小组讨论：将学生分成小组，围绕金属元素氢氧化物的碱性递变规律、非金属含氧酸的酸性递变规律及影响金属盐热稳定性的因素等主题进行讨论，得出结论后将各小组内容总结汇报。
3. 案例分析：选取生活中的实例如，分析含氟牙膏能够固齿的原理，分析硼砂作为校准 pH 计的标准液工作原理等其中涉及的元素化学知识，让学生感受到化学与生活的紧密联系。

【学习要求】

1. 掌握学习目标中的基本知识与内容。
2. 学习爱课程、MOOC 等网站的相关内容，独立完成课后作业与思考。

【复习与思考】

1. 为什么同一周期的元素从左到右金属性逐渐减弱，非金属性逐渐增强？
2. 如何利用元素周期表预测未知元素的性质？
3. 电子排布如何影响元素的化学性质？

4. 为什么某些元素容易形成稳定的化合物？
5. 如何通过化合物的性质推断元素的性质？
6. 为什么某些元素的化合物具有较高的稳定性？
7. 如何通过调整反应条件提高化合物的稳定性？
8. 如何合理利用和保护自然资源中的元素？
9. 如何将元素化学知识应用于实际生活和工作中？
10. 如何通过元素化学研究推动科技进步和社会发展？
11. 当前元素化学领域的研究热点和难点是什么？
12. 如何通过创新研究推动元素化学学科的发展？

【学习资源】

1. [无机化学_中国大学 MOOC\(慕课\) \(icourse163.org\)](http://icourse163.org)-第十三—第二十一讲；
2. https://www.icourses.cn/sCourse/course_3396.html 爱课程 无机化学-第十一章—第二十一章。

模块六 无机化学前沿

【学习目标】

1. 关注无机化学领域的新发展、新技术和新应用，了解当前无机化学研究的前沿动态和热点问题；能够运用无机化学的理论和方法，对实际问题进行分析、研究和解决，提出科学可行的解决方案；学会从网络及线上平台获取相关文献资料，进行文献阅读和综述，了解无机化学领域的最新研究进展和成果。

2. 培养尊重事实、追求真理的科学精神，激励学生勇于探索和创新，树立严谨求实的科学态度和工作作风；关注无机化学研究中的环境问题，树立环保意识，注意发现无机化合物合成或生产中的环境污染问题，并寻求解决方案。

3. 理解无机化学在保障人民健康、社会经济可持续发展中的重要作用，树立强烈的社会责任感，积极参与化学相关的社会实践活动。

【课程内容】

1. 纳米材料的定义、分类、制备方法、性质及应用。包括纳米粒子的表面效应、量子尺寸效应等独特性质，以及纳米材料在催化、光电、生物医学等领域的应用。

2. 配位化学的基本原理、配位化合物的合成与结构、配位作用对物质性质的影响。同时，介绍金属有机框架（MOFs）作为新型多孔材料在气体吸附、分离、催化等方面的应用。

3. 无机元素在生物体内的分布、功能以及与生物大分子的相互作用。包

括金属离子在酶催化、蛋白质结构稳定、DNA 复制与修复中的作用等。4. 无机固体的合成、结构、性质以及它们之间的关系。涉及无机陶瓷、玻璃、半导体材料、超导材料等的制备和应用。

4. 计算化学的基本原理和方法，包括量子化学、分子模拟等技术在无机化学研究中的应用。通过计算模拟预测分子结构、反应路径和性质。

【重点、难点】

1. 重点：纳米材料的制备、表征、性质研究及其在催化、能源、生物医学等领域的应用。纳米技术的快速发展使得这一领域成为无机化学的前沿热点。

2. 难点：无机元素在生物体内的作用机制、生物矿化过程、金属酶的结构与功能等。生物无机化学的研究有助于揭示生命过程中的基本化学原理，并为疾病诊断和治疗提供新的思路。

【教学方法】

自主学习：学生自主深入学习量子力学在无机化学中的应用，理解原子、分子及离子间的化学键形成机制，特别是复杂化合物和团簇的结构与性质；掌握配位化合物的基本理论，包括配位键的形成、配位数的确定、配位化合物的空间构型等，并关注新型配位化合物的设计合成及其在催化、材料科学等领域的应用；研究无机固体的结构、性质及合成方法，特别是新型无机材料（如超导材料、光催化材料、储能材料等）的制备与性能调控；了解纳米材料的制备、表征及其在无机化学中的应用，特别是纳米催化剂、纳米传感器等领域的最新进展；学习量子化学、分子模拟等计算方法在无机化学研究中的应用，掌握如何利用计算手段预测分子结构、反应路径和性质；定期查阅无机化学领域的权威期刊，了解最新的研究成果和技术进展；关注并参加国内外无机化学领域的学术会议和研讨会，与同行交流学习，拓展视野。；利用网络资源（如中国大学 MOOC、Coursera 等平台）观看无机化学前沿领域的专题报告和讲座，深入了解某一特定方向的研究进展。

【学习要求】

1. 掌握学习目标中的基本知识与内容。
2. 学习爱课程、MOOC 等网站的相关内容，独立完成课后作业与思考。

【复习与思考】

1. 思考纳米材料在催化、能源存储与转换（如锂离子电池、超级电容器）、生物医学（药物输送、成像）等领域的应用前景及面临的挑战，如如何提高纳米材料的稳定性、生物相容性和环境友好性。

2. 探讨 MOFs 在气体存储与分离（如氢气、二氧化碳捕获）、催化、传感、

药物传递等领域的最新进展，思考如何进一步优化 MOFs 的结构以提高其性能，并解决其规模化制备中的技术难题。

3. 分析稀土元素资源的可持续利用问题，思考如何通过创新技术提高稀土元素的回收率和利用效率，同时探索非稀土替代材料的可能性。

4. 关注无机固体材料在电子器件、能源技术、信息技术等领域的最新应用进展，思考如何通过材料设计与合成技术创新，推动相关领域的进一步发展。

5. 探讨生物无机化学在疾病诊断与治疗（如金属基抗癌药物）、环境污染生物降解等方面的应用潜力，思考如何结合生物技术与无机化学原理，开发新型生物无机材料和技术。

6. 思考如何利用计算化学手段预测和解释无机化合物的结构、性质及反应机理，为实验研究提供理论指导和方向性建议。

【学习资源】

1. [无机化学_中国大学 MOOC\(慕课\) \(icourse163.org\)](http://icourse163.org);
2. https://www.icourses.cn/sCourse/course_3396.html。

五、实践教学安排

1. 本课程无实践学时安排、实践教学环节的设计等；
2. 通过将无机化学理论与无机化学实验相结合、课程随堂测试或分段测试及小组讨论的方式加深学生对课堂知识的了解，提高学生的学习能力。

六、考核方式

（一）考核方式

课程考核方式分为过程性考核和期末考核。

过程性考核方式包括学风养成、课堂表现、平时作业和随堂测验等。

期末考核采用闭卷考试。

（二）考核方式与课程目标的关系

课程目标	考核内容及所占比例 (%)	考核方式
课程目标 1 (40%)	无机化学基本原理 (100%)	学风养成、课堂表现、平时作业、随堂测验、期末考试

课程目标 2 (30%)	元素及其重要化合物的基本知识 (70%) 运用无机化学原理分析问题能力 (30%)	学风养成、课堂表现、平时作业、随堂测验、期末考试
课程目标 3 (30%)	基本原理和基本知识 (40%) 设计方案分析解决问题能力 (60%)	学风养成、课堂表现、平时作业、随堂测验、期末考试

七、成绩评定

(一) 评定方式

总成绩 = 过程性考核成绩 (30%) + 期末考核成绩 (70%)。

过程性考核成绩 = 学风养成 (20%) + 课堂表现 (30%) + 平时作业 (30%) + 随堂测验 (20%)。

(二) 评分标准

序号	课程目标	评价项目	评分标准				
			90-100	80-89	70-79	60-69	0-59
			优	良	中	及格	不及格
1	课程目标 1	课堂表现	认真听课, 积极互动, 主动讨论, 发言积极。	上课较认真, 互动较积极, 发言次数较多。	上课能作一点笔记, 互动有一定自主性, 能够发言。	上课不太认真, 有互动但不多, 很少发言。	听课很不认真, 不互动也不发言。
2	课程目标 1/2/3	平时作业	作业内容完整, 独立或合作完成全部作业要求。书写端正, 对问题的分析有详细透彻的分析。	作业内容完整, 独立或合作完成作业要求。书写端正, 但对问题分析较全面。	作业内容完整, 独立或合作完成作业要求, 书写端正, 没有对问题进行分析。	作业内容完整, 独立或合作完成作业要求。书写较凌乱, 没有对问题进行分析。	作业内容不完整, 没有达到作业要求。
3	课程目标 2	学风养成	积极参与, 主动学习, 按时完成任务, 展现高度自律。	表现积极, 按时提交作业, 课堂参与度高, 学习态度认真。	基本遵守纪律, 按时完成度部分任务, 课堂参与一般。	偶尔拖延, 参与度和作业完成情况一般, 需加强自律。	频繁缺勤, 作业提交不及时, 学习态度消极, 缺乏参与。

4	课程目标 1/2/3	随堂 测验	积极主动地学习实践，能解答全部问题，能解决相关拓展问题。	积极主动地学习实践，能解答全部问题，不能解决相关拓展问题。	积极主动地学习实践，能解答大部分问题，不能解决相关拓展问题。	积极主动地学习实践，能解答部分问题，不能解决相关拓展问题。	积极学习实践，不能解答大部分问题，不能解决相关拓展问题。
5	课程目标 1/2/3	期末 考核	详见期末试题评分标准				

八、选用教材

教材名称	编者	出版社	出版时间	是否马工程教材	备注
《无机化学》 第四版	宋天佑、徐佳宁、程功臻、王莉	高等教育出版社	2019.08	否	

九、主要参考书目

1. 《无机化学》第五版，北京师范大学、华中师范大学、南京师范大学编，高等教育出版社，2020.09
2. 《无机化学》第三版，曹锡章、宋天佑、王杏乔修订，高等教育出版社，1994.10
3. 《无机化学》第六版，孟长功主编，高等教育出版社，2018.9

十、课程学习建议

无机化学是化学领域的一个重要分支，它是研究物质的结构、组成、递变规律及化学反应过程中涉及到的能量问题。该课程内容丰富，需要大家投入较多的时间与精力才能有较好的学习成效，因此除课堂学习外，无机化学的学习还需占据课余时间，

1. 每周学习时间：

建议学生每周至少分配 4-6 小时的课外时间用于无机化学的学习，用于无机化学课程的预习与习题写作。即将面临考试时，可以适当增加学习时间，比如每天 2-3 小时，以确保知识的巩固和复习。

2. 周期性复习：

每月至少进行一次全面复习，回顾本月学习的所有重要概念和知识点，巩固记忆，整理知识框架，查漏补缺。

以下是无机化学中的一些学习建议：

1. 掌握基础概念：

多做习题：通过大量的习题练习来巩固所学知识，加深对概念的理解；尝试解决不同难度和类型的题目，提高解题能力和思维灵活性。

2. 注重实验：无机化学实验是理解化学原理的重要途径，亲自进行实验，观察实验现象，记录实验数据，分析实验结果，通过实验验证理论，加深对化学原理的理解。

3. 构建知识网络：将所学的知识点串联起来，形成完整的知识体系。理解不同知识点之间的联系和区别，提高综合运用能力。

4. 建立学习小组：与同学组建学习小组，共同讨论学习中的问题和难点。通过小组讨论，加深对知识点的理解，提高学习效率。

5. 利用网络资源：利用互联网资源，如在线课程、学习网站、学术论坛等，获取更多的学习资料和信息。通过网络学习，可以更加灵活地学习无机化学知识。

6. 定期复习和总结：定期复习已学知识，巩固记忆和理解。对学习过程中的经验和教训进行总结，不断完善学习方法。



应用化学专业

《有机化学》课程大纲

晋中学院化学化工系

2023年8月

《有机化学》课程大纲

一、课程信息

课程名称	有机化学 / Organic chemistry		
课程编码	230910902B 230910903B	适用专业	应用化学
先修课程	无机化学	修读学期	第三、四学期
课程类别	学科专业基础课程	课程性质	<input checked="" type="checkbox"/> 必修 <input type="checkbox"/> 选修
课程学分	5 学分	考核方式	<input checked="" type="checkbox"/> 考试 <input type="checkbox"/> 考查
课程学时	80 学时（理论学 80 时，实践学 0 时）		
执笔人	李萍	审核人	张保柱

二、课程简介

《有机化学》是应用化学专业的一门重要基础课程，也是化学、化工、材料、生物、医药、环境等多个学科领域不可或缺的知识基础。有机化学课程主要介绍有机化合物的组成、命名、结构、性质、用途、合成方法以及它们之间相互转化和内在联系。通过本课程的学习，学生能够对有机化学知识有比较系统和全面的理解，能够运用有机结构理论及有机反应机理推测有机反应产物，初步具备设计复杂有机合成路线和分析解决化工生产实际中问题的能力。

三、课程目标

（一）课程目标

通过本课程的学习，学生可以达到以下目标：

课程目标 1：系统掌握有机化学的基本理论、基本知识及熟悉有机化学的基本思想和研究方法，了解有机化学与其它学科的相互渗透及在其它学科中的应用，了解有机化学的最新成果及发展趋势，提升获取知识和科学研究的能力。【支撑毕业要求 1：工程知识】

课程目标 2：学会综合运用所学有机化学知识解决理论和实际问题，能

够利用有机化学的基本思想和研究方法分析精细化工相关的复杂工程问题、设计合成路线及优化工艺过程。【支撑毕业要求 3：设计开发解决方案】

课程目标 3：能够运用所学的有机反应设计合理的“原子经济性”有机合成路线，从而树立绿色环保的化学理念，提升社会责任感；了解化学家特别是中国化学家的生平事迹及在有机化学发展中的贡献，学习科学家的科学态度和家国情怀，树立正确的世界观、人生观和价值观。【支撑毕业要求 7：环境和可持续发展】

(二) 课程目标与毕业要求的关系

课程目标	支撑的毕业要求	支撑的毕业要求指标点
课程目标 1	毕业要求 1 【工程知识】	1.3 能判别复杂工程问题的多种解决方案的优劣和优化途径。
课程目标 2	毕业要求 3 【设计开发解决方案】	3.2 能够对应用化学中的专业知识对设计方案进行综合与评价，并体现创新意识。
课程目标 3	毕业要求 7 【环境和可持续发展】	7.2 能够站在社会可持续发展的角度思考应用化学工程实践的可持续性，评价产品周期中可能对人类和环境造成的损害和隐患。

四、课程内容

(一) 课程内容与课程目标的关系

课程内容	支撑的课程目标	教学方法	学时安排
模块一：有机化合物及有机化学概述	课程目标 2、3	讲授法	2
模块二：饱和烃	课程目标 1、2、3	讲授法，问题导向法，讨论式教学法	8
模块三：不饱和烃	课程目标 1、2、3	讲授法，问题导向法，讨论式教学法	12
模块四：对映异构	课程目标 1、2、3	讲授法，问题导向法	4
模块五：芳香性化合物	课程目标 1、2、3	讲授法，问题导向法	12

模块六：卤代烃	课程目标 1、2、3	讲授法，问题导向法， 讨论式教学法	6
模块七：醇、酚、醚	课程目标 1、2、3	讲授法，问题导向法， 讨论式教学法	6
模块八：羰基化合物	课程目标 1、2、3	讲授法，问题导向法， 讨论式教学法	8
模块九：羧酸及羧酸衍生物	课程目标 1、2、3	讲授法，问题导向法	10
模块十：含氮有机化合物	课程目标 1、2、3	讲授法，问题导向法， 讨论式教学法	8
模块十一：生物体中的有机化合物	课程目标 1、2、3	讲授法，讨论式教学法	4
合计			80

(二) 课程内容

模块一 有机化合物及有机化学概述

【学习目标】

1. 能够通过有机化学学科的发展史理解掌握自然学科的一般发展规律，并树立善于思考、不畏艰难，敢于探索自然和改造自然的科学精神。
2. 了解有机化学课程的特点，掌握有机化学的有效学习方法。
3. 对价键理论和分子轨道理论等先修课程中理论知识有进一步的理解，理解先修课程对学好后续课程的重要性。

【课程内容】

1. 有机化合物和有机化学的含义及产生和发展，有机化合物的相对特征。
2. 共价键理论和共价键的属性（包括本质，特点，类型，参数，断裂方式）。
3. 研究有机化合物的一般步骤及分类方法。

【重点、难点】

1. 重点：有机物的结构表示方法、价键理论及共价键性质及断裂。
2. 难点：价键理论与分子轨道理论， σ 键、 π 键的特点。

【教学方法】

讲授法：由熟悉的无机物引出有机物，并引出有机化合物的定义；由有机化合物的认识发展过程引出有机化学的概念及理论；从价键理论和分子轨

道理论的角度认识共价键，了解共价键的成键特点，从而更好的了解的有机化合物的性质特点；从官能团的角度了解有机化合物的分类。

【学习要求】

1. 课前查阅相关资料初步了解有机化学学科发展历程及中国科学家对有机化学发展做出的贡献。
2. 掌握共价键的基本属性。

【复习与思考】

1. 复习先修课程中轨道杂化理论的相关知识。
2. 思考价键理论、分子轨道理论及轨道杂化理论对学习有机化学的重要性。

【学习资源】

1. 张树鹏，董伟，郝艳霞等. 有机化学教学中的“三融合、二反思、四进阶”创新教学模式[J]，化学教育，2022，43(10): 41-45.
2. Organic Chemistry On-Line Learning Center (<http://www.chem.ucalgary.ca/courses/351/Carey5th/Carey.html>) .

模块二 饱和烃

【学习目标】

1. 能够运用普通命名法或系统命名法命名烷烃分子、会运用命名规则命名简单的螺环化合物和桥环化合物，并能正确书写出名称。
2. 能够从构造、构型和构象上认识有机分子，理解不同结构层次上的同分异构现象，能够从重叠式和交叉式构象理解环己烷椅型和船型构象的稳定性。
3. 能够运用拜耳张力学说和轨道重叠理论解释环的稳定性和形状，从而理解小环化合物特殊的活泼性。
4. 能够运用“结构决定性质，性质决定用途”这一规律来理解饱和烃的物理性质和化学性质。

【课程内容】

1. 烷烃的系统命名及同分异构现象。
2. 烷烃的结构与相应的物理性质，如熔点、沸点、溶解度等之间的关系。
3. 烷烃的构象，透视式和纽曼投影式的写法及各构象之间的能量关系。
4. 烷烃卤化的自由基反应机理及各类自由基的相对稳定性。
5. 过渡态理论。
6. 脂环烃的分类和命名（桥环和螺环）。
7. 环烷烃的化学性质（取代反应和加成反应）。

8. 环烷烃的结构与稳定性。

9. 环烷烃的构象。

10. 有机合成的基本概念。

【重点、难点】

1. 烷烃的系统命名规则；原子序数优先规则；烷烃的自由基取代反应；环烷烃的化学性质；环的大小与稳定性的关系；取代环己烷的稳定构象。

2. 烷烃的构象(透视式与纽曼式)；烷烃的自由基取代反应；环己烷的稳定构象。

【教学方法】

1. 讲授法：从共价键的形成和碳的杂化类型引出饱和烃的概念；从键能的角度认识饱和烃的相对稳定性；从简单的烷烃组成归纳推导出同系物等概念；从烷烃的构造表达式认识同分异构体，从而知晓用构造式表达有机分子的重要性，进而进一步引出烷烃的普通命名法和系统命名法；由开链烷烃的构造过渡到环烷烃，进而引出环烷烃的同分异构现象和命名；由“结构决定性质，性质体现结构”这一基本原理出发，介绍开链烷烃和环烷烃的化学性质。

2. 问题导向法：从“位能-反应进程”曲线图认识有机反应过程，什么样的曲线代表“吸热反应”或“放热反应”？哪一步反应属于整个反应的决速步骤？

3. 讨论式教学法：利用球棍模型理解单键的自由旋转以及导致的构象异构。

【学习要求】

1. 课前查阅资料了解甲烷的结构和性质，了解我国天然气资源的开发利用；查阅文献了解环烷烃的其它结构，从复杂环烷烃结构中感受有机分子的美感，体会有机分子是科学与艺术的完美统一，提升专业自豪感。

2. 利用先修课程中轨道杂化理论理解碳原子的 sp^3 杂化。

【复习与思考】

1. 查阅 CCS-2017 版有机化合物命名规则，并与现行的 CCS-1980 版命名规则进行比较。

2. 思考反应活性中间体与过渡态的异同。

3. 比较开链烷烃和环烷烃的性质差异。

4. 复习二取代环己烷顺反异构体的优势构象的书写。

【学习资源】

1. 刘强，史玲，刘志刚，蔡双莲. 浅议基于《有机化合物命名原则 2017》

的复杂有机化合物[J], 大学化学, 2018, 33(5): 44-50.

2. 许家喜. 常见有机化合物中英文命名的新教学法[J], 化学教育, 2022, 43(8): 44-49.

3. 王辉, 曾卓. 立体化学教学中空间感观能力的培养[J], 大学化学, 2016, 31(11): 22-27.

4. 袁云程, 陈宏博, 刘风藻. 环己烷及其衍生物的构象分析[J], 辽宁师范大学学报自然科学版, 1985, 3:37-43.

模块三 不饱和烃

【学习目标】

1. 会运用“结构决定性质”这一规律, 从碳-碳双键和三键的结构上分析推测烯烃和炔烃能够进行的化学反应, 会从碳-碳双键和三键结构上的不同理解双键的活性高于三键。

2. 能够运用诱导效应解释烯烃的亲电加成反应所遵循的马氏规则, 初步学会运用电子效应解释有机化学反应。

3. 会运用分子轨道理论解释共轭结构的稳定性, 知道共轭效应的类型。

4. 会从速度控制和平衡控制的角度理解有机反应。

5. 会用思维导图法归纳总结烯烃和炔烃的所能进行的化学反应。

【课程内容】

1. π 键的特征。

2. 不饱和烃的同分异构: 碳架异构, 官能团位置异构, 顺反异构体。

3. 烯烃顺反异构的顺/反命名法和 Z/E 命名法, 炔烃和二烯烃的系统命名。

4. 不饱和烃的物理性质和化学性质 (亲电加成、自由基加成、催化加氢、硼氢化-氧化、加聚反应、氧化反应、 α -H 的自由基卤代反应、共轭二烯烃的 1, 2-加成和 1, 4-加成)。

5. 烯烃亲电加成反应机理及马氏规则的解释。

【重点、难点】

重点: 烯烃的 Z/E 命名法; 烯烃加成的马氏规则及亲电加成机理; 烯烃的氧化反应及其应用; 炔氢的化学反应、共轭体系与共轭效应、共轭二烯的亲电加成反应、Diels-Alder 反应。

难点: 碳正离子的稳定性; 烯烃亲电加成机理及立体化学; 共轭效应的理解及应用。

【教学方法】

1. 讲授法: 从共价键的形成认识“ π 键”, 进一步认识饱和烃和不饱和烃; 从“ π 键”的电子排布特点推测烯烃和炔烃可能具备的性质; 从分子的极性角

度理解饱和烃和不饱和烃的物理性质的差异；与烷烃的构造异构现象比较，认识不饱和烃的构造异构、官能团异构及烯烃的立体异构（顺反异构）；讲解“诱导效应”和“共轭效应”，并认识它们对学好有机化学的重要性。

2. 问题导向法：不对称烯烃与 HBr 的加成反应，在有无过氧化物存在，导致加成产物不同，让学生分析、理解影响有机反应的因素，进而理解弄清楚有机反应机理的重要性。

3. 讨论式教学法：让学生摆弄球棍模型，结合共价键的形成过程，讨论理解为什么单键能自由旋转，而双键却不能？进一步讨论理解烯烃的顺反异构。

【学习要求】

1. 查阅资料了解我国石油化工的发展，了解环境与能源的关系。
2. 利用先修课程中轨道杂化理论理解碳原子的 sp^2 杂化。
3. 查阅文献了解 D-A 反应的发现和应用，了解狄尔斯-艾尔德的科学成就，学习不断探索，不畏困难的科学精神。

【复习与思考】

1. 从双键的结构特点上进一步理解双键不能自由旋转。
2. 查阅资料判断碳正离子是否属于路易斯酸？
3. 从反应条件、反应产物对比烯烃和炔烃的亲电加成反应。
4. 对比诱导效应、共轭效应的异同。

【学习资源】

1. 丁萍，缪建. 浅谈电子效应在有机化学中的应用，化学教学[J]，2011(5): 52-55.
2. 宋娟. 系统论述烯烃亲电加成反应的立体选择性，化学教育[J]，2015(6): 16-19.
3. 丁萍，缪建. 浅谈电子效应在有机化学中的应用[J]，化学教学，2011，5: 52-55.
4. 吴士杰. 炔烃的环加成反应在有机合成中的应用[J]，化学试剂，1992，14(3):161-164.

模块四 对映异构

【学习目标】

1. 会运用手性的定义和分子结构的对称性判断物质是否具有手性。
2. 会用 R、S 标记规则命名不同构型式表达的手性分子。
3. 能够熟练手性分子四种构型之间的互相转换。
4. 清楚“左旋体与右旋体”、“对映体与非对映体”、“内消旋体与外消旋

体”、“R/S 标记与 D/L 标记”等几对概念之间的区别与联系。

【课程内容】

1. 立体异构、光学异构、对称因素（主要指对称面、对称中心）、手性碳原子、手性分子、对映体、非对映体、外消旋体、内消旋体等基本概念。

2. 书写费歇尔投影式的方法。

3. 构型的 D、L 和 R、S 标记法。

4. 判断分子手性的方法。

5. 不对称合成，外消旋体的拆分。

6. 亲电加成反应的立体化学。

【重点、难点】

重点：分子手性判断、构型表示方式（Fischer 投影式）、R/S 标记法、手性分子四种构型之间的互相转换。

难点：分子手性的判定、R/S 构型的表示方法。

【教学方法】

1. 讲授法：从平面偏振光的概念引出物质的旋光性概念，进而引出左旋体、右旋体及旋光度的概念；从分子的空间排布方式讲解不对称碳原子、手性碳原子及手性分子等概念，进而引出“对映异构体”的概念及命名；讲解如何从分子的对称性元素判断分子是否具有手性。

2. 问题导向法：提出“是否有手性碳的分子一定有手性？没有手性碳的分子一定没有手性？”的问题，让学生深入思考如何判断分子是否具有手性？有哪些方法？

【学习要求】

1. 查阅资料了解历史上跟手性概念产生相关的历史事件（如“反应停事件”），辩证地认识化学是把双刃剑，树立正确的价值理念。

2. 查阅资料了解在不对称合成方面中国科学家作出的贡献。

【复习与思考】

1. 思考立体化学在研究有机化学反应机理时的重要性。

2. 从立体化学的角度复习思考烯烃的亲电加成反应。

【学习资源】

1. 程绍玲，谢运甫，王华静. 有机化合物 R/S 立体构型的判断技巧[J]，化学教育，2016，37(4):22-24.

2. 诸平. 手性分子研究的过去、现在与未来---2001 年诺贝尔化学奖深远意义剖析[J]，宝鸡文理学院学报（自然科学版），2002，22(1):70-74.

模块五 芳香性化合物

【学习目标】

1. 会运用休克尔规则 (Hückel's rule) 判断分子是否具有芳香性, 清楚芳香性化合物有哪些特殊的“稳定性”; 清楚苯环和芳香杂环上重要的亲电取代反应及反应机理和特点。
2. 会运用电子效应和共振论解释定位基的定位规律, 并能够应用此规律预测苯环上亲电取代反应的主要产物。
3. 结合多环芳烃的特点, 能将定位基定位规律灵活应用到多环芳烃上。
4. 熟悉常见杂环化合物的命名及喹啉的合成方法。

【课程内容】

1. 苯环的结构特征及共振论简介。
2. 芳香烃及其衍生物的命名。
3. 单环芳烃亲电取代反应及机理。
4. 单环芳烃的氧化反应和加成反应。
5. 苯环上亲电取代反应定位效应及解释。
6. 常见多环芳烃的结构及萘的化学性质。
7. 非苯芳烃。
8. 杂环化合物的分类, 结构, 命名规则。
9. 杂环化合物的化学性质: 亲电取代反应 (反应位点及活性), 其他反应。
10. 含 N 杂环化合物的碱性比较。

【重点、难点】

重点: 苯系芳烃和芳香杂环化合物的化学性质; 取代苯的定位基定位规则。

难点: 取代苯的定位基定位规则解释及其应用; 芳香性判断及休克尔规则; 杂环化合物命名规则。

【教学方法】

1. 讲授法: 通过回顾苯分子的组成和结构, 并从分子轨道的角度进一步认识苯分子的离域大 π 键, 理解苯分子的特殊稳定性; 讲解一取代苯和多取代苯的命名; 讲解苯环上的亲电取代反应, 通过不同结构的而取代产物, 引出苯环上定位基及定位规律, 并从共振论的角度理解定位规律; 由苯的结构引出萘的结构及性质。

2. 问题导向法: 通过对苯的认识, 提出“结构和组成上符合什么的条件才具有与苯类似的性质?”的问题, 引出休克尔规则 (Hückel's rule) 和非苯芳烃。

【学习要求】

1. 查阅资料了解芳烃的来源，了解我国石油化工的发展，了解石油化工发展给人类生活带来极大便利的同时，也带来环境问题。要树立正确的环保意识，增强社会责任感。

2. 查阅资料了解富勒烯的发现并从中体会科学家的探究和创新精神。

【复习与思考】

1. 进一步理解共振论在有机反应中的应用。

2. 通过苯环上和苯环侧链上的反应理解有机反应条件对反应产物的影响。

3. 思考对比苯环上亲电取代反应和芳香杂环上亲电取代反应的异同。

【学习资源】

1. [英] 吉姆·巴戈特 著，李涛，曹志良 译完美的对称：富勒烯的意外发现，上海世纪出版集团，2012.

2. 朱佑敏，陆珊珊，林灵军. 有机定位效应在药物合成中的应用[J]，化工设计通讯，2020，46(8):209-212.

3. 张杰，刘平，孙培培. 自由基加成环化合成含氧或含氮杂环化合物的研究进展[J]，有机化学，2021，41(01)：185-205.

4. 胡玉林，陆明，刘小兵. 离子液体中氮杂环化合物的合成研究进展[J]，盐城工学院学报(自然科学版)，2014，27(03)：6-12.

模块六 卤代烃

【学习目标】

1. 能够运用亲核取代反应机理（ S_N1 和 S_N2 ）深层次理解卤代烃的亲核取代反应，包括反应过程中涉及到的立体化学和影响因素。

2. 能够从碳正离子稳定性角度理解 S_N1 历程中可能伴随的重排反应，并能书写重排机理，初步理解重排反应。

3. 能够正确区分试剂的亲核性和碱性的异同。

【课程内容】

1. 卤代烃的分类、命名及同分异构现象；一卤代烷物理性质。

2. 一卤代烷的化学性质：亲核取代反应、 β -消除反应、与金属的反应、还原反应。

3. 两种亲核取代反应历程： S_N1 和 S_N2 （包括邻基参与效应）。

4. 卤代烃的制备及重要的卤代烃。

【重点、难点】

重点：卤代烃的化学性质，卤代烃亲核取代反应的历程。

难点：亲核取代反应历程及其影响因素。

【教学方法】

1. 讲授法：通过课堂讲授的方式，系统地介绍卤代烃的基本概念、分类、命名规则以及物理性质。利用多媒体课件展示卤代烃的结构式、模型图等，帮助学生直观理解其分子结构。详细讲解卤代烃的主要化学反应类型，如取代反应（包括 S_N1 、 S_N2 机理）、消除反应、与金属的反应等。

2. 问题导向法：结合卤代烃的结构，提出问题引导学生思考，“为什么卤代烃容易发生取代反应？”、卤代烃发生亲核取代反应“ S_N1 和 S_N2 机理的区别是什么？”学生从本质上理解卤代烃的取代反应，通过对比两种机理的不同点（如反应速率决定步骤、中间体存在与否、立体化学结果等），掌握取代反应的动力学特征，加深对反应机理的理解。

3. 讨论式教学法：根据卤代烃的结构及其亲核取代反应的化学性质，讨论卤素原子的电负性及其对碳-卤键稳定性的影响；亲核试剂的种类与活性如何影响取代反应的发生；反应溶剂、温度、催化剂等条件对取代反应速率和产率的影响。

【学习要求】

1. 查阅资料了解有机卤化物的用途及环境污染，树立辩证地看待事物的价值观。

2. 能将前面学习过的过渡态理论及电子效应知识应用到亲核取代反应历程学习中。

【复习与思考】

1. 对比烷烃和卤代烃的化学性质，进一步理解键的极性与化学性质的关系。

2. 归纳总结不同亲核试剂亲核能力大小顺序。

【学习资源】

1. 卿凤翎，邱小龙编著. 有机氟化学[M]，科学出版社，2007.

2. 孙金鱼，赵三虎，赵明根. 有机化学中的亲核取代反应[J]，海南师范大学学报，2012，25（1）：109-115.

模块七 醇、酚、醚

【学习目标】

1. 会从结构上分析理解醇、酚、醚之间的关联性以及在物理性质和化学性质之间的差异。

2. 会从区域选择性和立体选择性的角度深层次理解 β -消除反应的反应机理。

3. 熟悉在酸、碱条件下 1,2-环氧化合物开环反应机理。

【课程内容】

1. 醇、酚、醚的结构、命名及同分异构。
2. 醇、酚、醚的物理性质。
3. 醇的化学性质：酸性，取代，消除，氧化，邻二醇的特性。
4. 消除反应分类及 β -消除反应的机理。
5. 酚和醚的化学性质。
6. 环醚简介及 1,2-环氧化物开环加成。

【重点、难点】

重点：醇、酚、醚的结构特征及其化学性质。

难点： β -消除反应的反应机理。

【教学方法】

1. 讲授法：引入醇（如酒精）、酚（如苯酚消毒剂）、醚（如乙醚作为麻醉剂的历史）在日常生活和工业应用中的实例，激发学生学习兴趣；利用多媒体展示醇、酚、醚的分子结构，详细讲解官能团的特点及其对化合物性质的影响；系统阐述醇、酚、醚的基本物理性质、化学性质及主要反应类型，如醇的氧化、酯化、取代反应，酚的亲电取代反应，醚的制备与稳定性。

2. 问题导向法：在讲解过程中，提出问题引导学生思考，如“为什么醇的羟基比酚的羟基更容易被氧化？”、“醚键的稳定性如何体现在其反应中？”。

3. 讨论式教学法：根据醇的化学性质，讨论检查司机是否酒驾的呼吸分析仪的工作原理。

【学习要求】

1. 能够灵活运用碳正离子稳定性理解碳正离子重排反应。
2. 查阅文献了解酿造法制乙醇工艺，进而了解中华文明，坚定文化自信。

【复习与思考】

1. 复习先前学过的知识，归纳总结醇的制备方法。
2. 归纳对比消除反应和亲核取代反应的异同，理解它们之间的竞争关系。

【学习资源】

1. 林丽萍，中华优秀传统文化在《有机化学》课程思政中的应用---以醇为例[J]，广东化工，2021，48(19)：285-286.

2. 王伟峰，李国防. 大豆油多元醇的制备和应用研究进展[J]，化工文摘，2009，4: 56-58.

模块八 羰基化合物

【学习目标】

1. 会运用亲核加成反应机理理解醛酮的各种亲核加成反应以及加成反应

过程中的立体化学。

2. 会运用电子效应和空间效应解释羰基化合物的活性及亲核加成反应速率的快慢。

3. 熟悉醛酮 α -H 引起的各种缩合反应及机理。

4. 能够灵活应用 α, β -不饱和醛酮的 1,2-加成和 1,4-加成反应。

【课程内容】

1. 醛、酮的分类、结构，同分异构和命名。

2. 醛酮的化学性质：

1) 羰基的反应：亲核加成反应，还原反应，氧化反应，歧化反应 (Cannizzaro)。

2) α -H 的活性：碘仿反应，羟醛缩合反应，其他四种缩合反应。

3) 不饱和羰基化合物： α, β -不饱和醛、酮的 1,2-加成和 1,4-加成（迈克尔加成与罗宾逊增环反应）。

3. 亲核加成反应的历程与立体化学，羰基的反应活性。

【重点、难点】

重点：醛酮的化学性质， α -H 的活性， α, β -不饱和醛、酮的 1,4-加成。

难点：亲核加成反应的历程与立体化学。

【教学方法】

1. 讲授法：系统地介绍醛和酮的定义、分类、结构特点（包括官能团的结构）、命名规则（如系统命名法和普通命名法）以及基本的物理性质。详细讲解醛和酮的主要化学反应类型，如加成反应（亲核加成、醛酮的 α -氢反应）、氧化反应（Tollens 试剂、Fehling 试剂测试）、还原反应（Clemmensen 还原、Wolff-Kishner 还原）等，并解释每类反应的机理。

2. 问题导向法：根据醛和酮的结构，引导学生思考“如何区分醛和酮？”、“为什么醛比酮更容易发生亲核加成反应？”

3. 讨论式教学法：结合醛的化学性质，讨论解释日常生活现象“切开的苹果为什么会变色？”，并提出可能得解决办法。

【学习要求】

1. 查阅资料了解以中国人命名的有机化学反应及这些中国有机化学家所做出的贡献和爱国情怀，学习科学家精神。

2. 了解手性羰基化合物亲核加成时的立体选择性，进一步理解有机化学反应中的立体化学。

【复习与思考】

1. 归纳总结醛酮的合成方法和还原方法。

2. 思考官能团保护在有机合成上的意义。

【学习资源】

1. Jie Jack Li (著), 荣国斌(译). 有机人名反应—机理及合成应用 (原书第五版) [M], 北京: 科学出版社, 2013.

2. 杨明生, 陈楠楠, 新版高中化学必修教材中有机化学内容的特点及教学建议, 化学教育, 2022, 43(05): 128-130.

模块九 羧酸及羧酸衍生物

【学习目标】

1. 会运用电子效应和场效应解释和比较不同结构羧酸化合物的酸性大小; 会从电子效应的角度解释羧酸衍生物活性顺序。

2. 会从分子间作用力的角度分析比较不同有机化合物的物理性质差异。

3. 能够从酯化反应机理学习中学会有机化学反应机理研究方法。

4. 能够从加成-消除机理角度深刻理解四种羧酸衍生物的取代反应。

5. 利用两种活泼亚甲基化合物 (乙酰乙酸乙酯和丙二酸二乙酯) 的性质特点能进行一些简单的有机合成设计。

【课程内容】

1. 羧酸及其衍生物的分类、命名及物理性质。

2. 一元羧酸及其衍生物的化学性质: 一元羧酸的酸性, 取代反应, 脱羧反应, α -H 卤代反应, 还原反应, 亲核加成-消除反应历程。

3. 二元羧酸: 物理性质, 化学性质。

4. 取代羧酸: 羟基酸, 羰基酸。

5. 乙酰乙酸乙酯和丙二酸二乙酯在有机合成中的应用。

6. 有机合成路线: 碳链的形成, 官能团的引入, 立体构型的要求。

【重点、难点】

重点: 一元羧酸和二元羧酸的化学性质; 羧酸衍生物的化学性质; 酯缩合反应; 乙酰乙酸乙酯和丙二酸二乙酯在合成上的应用。

难点: 酯化反应机理研究; 亲核加成-消除反应历程; 有机合成路线设计。

【教学方法】

1. 讲授法: 通过介绍醋的起源, 了解我国古代人民的智慧和中国传统文化博大精深, 增强学生的自豪感和文化自信, 培养学生的爱国情怀, 激发学习羧酸的兴趣。系统介绍羧酸的结构特点、命名规则、物理性质及化学性质 (如酸性、羟基上的取代反应、脱羧反应、 α -H 卤化反应机理、还原反应)。

2. 问题导向法: 根据羧酸的分子结构, 引导学生思考, “比较不同碳链长

度的羧酸，它们的沸点、溶解度等物理性质有何变化规律？这些变化背后的原因是什么？”、“羧酸分子中的羧基（-COOH）是如何影响其化学性质的？能否通过改变羧酸分子中的其他部分来调控这些性质？”。

【学习要求】

1. 查阅资料了解天然脂肪酸的作用和价值，知晓养成科学饮食生活习惯的重要性。

2. 理解羧基的性质不是羰基和羟基性质的简单加和。

3. 归纳总结活泼亚甲基化合物所进行的经典有机化学反应。

【复习与思考】

1. 思考酸碱理论在有机化学中的应用。

2. 复习先修课程中的分子间作用力相关知识。

3. 通过羧酸衍生物转化关系及性质的差异，体会化学中“变与不变”的哲理。

【学习资源】

1. 邝易行. 选对食用油[M], 生活·读书·新知三联书店, 2010, 07.

2. 于晓洋, 罗亚楠, 杨艳艳等. 浅谈酸碱理论的发展及其意义[J], 山东化工, 2017, 24(46): 71-72.

3. 尉祎雯等, 新型多羧酸衍生物的合成、线路优化与荧光性质[J], 化工科技, 2022, 30(02): 49-54.

模块十 含氮有机化合物

【学习目标】

1. 会利用胺基对芳环的活化和转换关系，进一步巩固和拓展取代芳香族化合物的构建。

2. 能根据霍夫曼降解产物推断胺的结构。

3. 会运用电子效应分析胺类化合物的碱性强弱。

【课程内容】

1. 硝基化合物的命名，结构和性质。

2. 胺的分类、结构、命名及物理性质。

3. 胺的化学性质：

1) 胺的碱性和酸性。

2) 与亚硝酸作用。

3) 胺的氧化（Cope 消除反应）。

4) 由亲核性引起的反应（季铵碱的霍夫曼降解、烯胺）。

4. 一级胺的特殊制备及苯炔机理（消除—机理加成）。

5. 重氮化合物和偶氮化合物:

- 1) 芳香族重氮盐的性质。
- 2) 重氮甲烷。

6. 分子重排反应。

【重点、难点】

重点: 胺的化学性质, 胺的酰基化反应及兴斯堡反应的应用, 重氮化反应及在合成中的应用。

难点: 分子重排反应。

【教学方法】

1. 讲授法: 关注热点新闻: 复旦投毒案, 提出疑问: 投毒的药品是什么呢? 如何得到的呢? 通过热点新闻, 激起学生学习含氮有机化合物的兴趣, 培养学生尊重生命的态度, 树立正确的人生观和价值观。系统讲解胺的结构与分类、命名、胺的主要化学性质; 重氮和偶氮化合物的结构特征及化学性质。

2. 问题导向法: 为什么芳香胺的碱性比脂肪胺小? 引导学生分析其实质原因, 并进一步分析芳环上取代基对其碱性的影响, 加深学生理解。

3. 讨论式教学法: 结合“8·12天津滨海新区爆炸事故”案例, 讨论内容包括但不限于: 事故发生的原因、预防措施、应急救援等, 引导学生理解含氮化合物在不同条件下可能产生的危险、安全管理和储存的重要性, 并提出含氮有机化合物在工业生产和应用过程中的化学安全意识和防范措施。

【学习要求】

1. 查阅资料了解含氮化合物在药物、香料、染料等工业中的应用, 认识化学在人类活动中的重要性。

2. 从结构和性质上比较胺与醇, 了解它们的相似性与差异性。

【复习与思考】

1. 用思维导图法将所学重排反应归纳整理, 使所学知识条理系统化。

2. 归纳总结哪些官能团通常需要间接方法引用, 方法有哪些?

【学习资源】

1. 李晓丽, 王轩. N-亚硝基化合物的危害及预防措施分析[J], 大众标准化. 2021, (22): 246-248.

2. 詹豪强. 偶氮染料结构、光稳定性和光化学讲解机理研究[J], 化学进展, 1998, 10(4):415-426.

模块十一 生物体中的有机化合物

【学习目标】

1. 能够应用 D/L 命名法命名常见的糖类化合物。

2. 熟悉单糖的链式结构及其环状半缩醛结构。
3. 熟悉一些常见的单糖、双糖和多糖。
4. 掌握 α -氨基酸的结构、命名、分类、性质和制法。
5. 了解蛋白质的结构及核酸的组成、结构及生物功能。

【课程内容】

1. 糖的定义，来源及分类。
2. 单糖的构造式，构型和构象（环状半缩醛结构）。
3. 单糖的化学性质：氧化，还原，成脎反应，糖的递增和递减，成苷反应。
4. 重要单糖及其衍生物：戊糖，己糖，氨基糖，糖苷。
5. 二糖：麦芽糖，蔗糖，纤维二糖，乳糖。
6. 多糖：纤维素，淀粉，糖原。
7. 氨基酸：结构，命名，分类，性质，制备。
8. 多肽：肽键，结构测定和端基分析，合成。
9. 蛋白质：分类，结构，性质。
10. 核酸：组成，结构，生物功能，基因工程，人类基因组计划。

【重点、难点】

重点：单糖的物理和化学性质；常见的二糖和多糖的苷键类型； α -氨基酸的结构、性质和制法，蛋白质的结构和性质。

难点：单糖的变旋现象和环状结构；多肽的结构、命名和合成。

【教学方法】

1. 讲授法：通过生动的生物实例或科学故事（如细胞内的“甜蜜工厂”——糖代谢，生命的蓝图——DNA 与蛋白质的合成），激发学生对生物化学的兴趣。从单糖出发，逐步介绍寡糖、多糖的结构特点，强调糖苷键的形成及其多样性。让学生熟悉氨基酸的结构，理解肽键的形成和蛋白质一级结构的构建。对比 DNA 与 RNA 两者的结构特点，强调 DNA 作为遗传信息的存储者和 RNA 作为信息传递者的角色。

2. 讨论式教学法：新型糖类化合物在食品工业或医药领域的应用潜力。引导学生根据糖类化合物的结构，讨论糖类化合物是否具有还原性？如何设计实验进行验证？糖类化合物是否具有旋光度？旋光性如何影响其在药物制剂中的应用？

【学习要求】

1. 了解我国糖化学现状及成就，以化学先辈为榜样，培养敢于创新的科学精神，启迪探究学习的灵感。

2. 能够正确书写重要糖的构型和构型，以及糖苷键的类型。
3. 通过查阅资料了解我国生物工程取得的成就及发展前景。

【复习与思考】

1. 思考糖的链式结构与环状半缩醛结构之间的动态平衡关系。
2. 归纳总结 α -氨基酸的合成方法。

【学习资源】

1. 周峰岩, 赵玉亮等. 有机化学糖类化合物教学的思政案例设计与实践[J], 大学化学, 2021, 36(03): 197-205.
2. 季羨林. 糖史[M], 江西教育出版社, 2009.
3. 凌寒. 人类基因组计划的遗产[J], 世界科学, 2021, (12): 18-22.

五、实践教学安排

1. 本门课程无实践教学环节。
2. 通过《有机化学实验》提升学生的实践运用能力。

六、考核方式

(一) 考核方式

课程考核方式分为过程性考核、期末考核。

过程性考核方式包括学风养成、课堂表现、平时作业、随堂测验等。

期末考核采用闭卷考试。

(二) 考核方式与课程目标的关系

课程目标	考核内容及所占比例 (%)	考核方式
课程目标 1 (40%)	基本理论和基本知识 (60%); 学科间的相互渗透 (30%); 学科最新研究成果 (10%)	学风养成、课堂表现、平时作业、随堂测验、期末考试
课程目标 2 (30%)	综合应用学科知识解决复杂的理论或实际问题 (50%); 学科基本思想和研究方法 (50%)	学风养成、课堂表现、平时作业、随堂测验、期末考试
课程目标 3 (30%)	有机官能团之间的转化 (50%) 有机合成路线设计 (30%); 绿色环保化学理念及科学报国等思政知识 (20%)	学风养成、课堂表现、平时作业、随堂测验、期末考试

七、成绩评定

(一) 评定方式

总成绩 = 过程性考核成绩 (30%) + 期末考核成绩 (70%)。

过程性考核成绩 = 学风养成 (20%) + 课堂表现 (30%) + 平时作业 (30%) + 随堂测验 (20%)。

(二) 评分标准

序号	课程目标	评价项目	评分标准				
			90-100	80-89	70-79	60-69	0-59
			优	良	中	及格	不及格
1	课程目标 1/2/3	学风养成	积极参与, 主动学习, 按时完成任务, 展现高度自律。	表现积极, 按时提交作业, 课堂参与度高, 学习态度认真。	基本遵守纪律, 按时完成度部分任务, 课堂参与一般。	偶尔拖延, 参与度和作业完成情况一般, 需加强自律。	频繁缺勤, 作业提交不及时, 学习态度消极, 缺乏参与。
2	课程目标 1/2/3	课堂表现	认真听课, 积极互动, 主动讨论, 发言积极。	上课较认真, 互动较积极, 发言次数较多。	上课能作一点笔记, 互动有一定自主性, 能够发言。	上课不太认真, 有互动但不多, 很少发言。	听课很不认真, 不互动也不发言。
3	课程目标 1/2/3	作业完成情况	作业内容完整, 独立或合作完成全部作业要求。书写端正, 对问题有详细透彻的分析。	作业内容完整, 独立或合作完成作业要求。书写端正, 但对问题分析较全面。	作业内容完整, 独立或全部完成作业要求, 书写端正, 没有对问题进行分析。	作业内容完整, 独立或合作完成作业要求。书写较凌乱, 没有对问题进行分析。	作业内容不完整, 没有达到作业要求。
4	课程目标 1/2/3	随堂测验	积极主动地学习实践, 能解答全部问题, 能解决相关拓展问题。	积极主动地学习实践, 能解答全部问题, 不能解决相关拓展问题。	积极主动地学习实践, 能解答大部分问题, 不能解决相关拓展题。	积极主动地学习实践, 能解答部分问题, 不能解决相关拓展问题。	积极学习实践, 不能解答大部分问题, 不能解决相关拓展问题。
5	课程目标 1/2/3	期末考核	详见期末试题评分标准				

八、选用教材

教材名称	编者	出版社	出版时间	是否马工程教材	备注
有机化学（第六版，上下册）	李景宁、杨定乔、潘玲、汪朝阳	高等教育出版社	2018.11	否	“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材

九、主要参考书目

- [1] 邢其毅, 裴伟伟, 徐瑞秋, 裴坚. 《基础有机化学》(第四版), 北京: 高等教育出版社, 2016.
- [2] 汪小兰. 《有机化学》(第五版), 北京: 高等教育出版社, 2017.
- [3] 胡宏纹. 《有机化学》(第四版), 北京: 高等教育出版社, 2018.

十、课程学习建议

建议学生每周至少投入课外学习时间 8-10 小时, 以深化理解和拓展知识。具体学习建议如下:

预习与复习: 课前预习新章节, 标注难点, 提高课堂学习效率; 课后及时复习, 巩固记忆, 形成知识体系。

阅读教材与参考书: 深入研读教材, 理解基本概念与原理。同时, 推荐阅读相关领域的经典参考书或研究论文, 拓宽视野, 提升学习兴趣。

参与讨论与答疑: 积极参与课堂讨论, 与同学交流心得, 解决疑惑。利用学校提供的答疑时间或网络平台, 向老师请教不懂的问题。

实验与实践: 重视实验课程, 亲手操作, 观察现象, 分析数据, 加深对理论知识的理解。鼓励参与科研项目或实验室工作, 提升实践能力。

总结与反思: 定期总结学习成果, 反思学习过程中的得失, 调整学习策略, 提高学习效率。

利用资源: 充分利用图书馆、网络资源(如在线课程、学术数据库)等, 查找相关资料, 丰富学习内容。



应用化学专业

《分析化学》课程大纲

晋中学院化学化工系

2023年8月

《分析化学》课程大纲

一、课程信息

课程名称	分析化学 / Analytical Chemistry		
课程编码	230910904B	适用专业	应用化学
先修课程	无机化学	修读学期	第三学期
课程类别	学科专业基础课程	课程性质	<input checked="" type="checkbox"/> 必修 <input type="checkbox"/> 选修
课程学分	3	考核方式	<input checked="" type="checkbox"/> 考试 <input type="checkbox"/> 考查
课程学时	48 学时（理论学时 48，实践学时 0）		
执笔人	李芬芳	审核人	张保柱

二、课程简介

本课程是高等学校化学、应用化学、环境科学与工程等专业的重要基础课程之一，是一门专业基础必修课。分析化学是一门及其重要的、应用广泛的、理论与实际紧密结合的基础学科，是化学学科的一个重要分支，是研究物质的组成、含量、结构及其它多种信息，为现代工业、农业、国防和科学技术的科学。目前分析化学已发展为一门综合性学科，也可以说分析化学是研究关于获取物质系统化学信息的方法及理论的学科。

三、课程目标

（一）课程目标

通过本课程的学习，学生可以达到以下目标：

课程目标 1：能判别复杂工程问题的多种解决方案的优劣和优化途径。【毕业要求 1：工程知识】

课程目标 2：能通过相关文献分析来寻找备选方案。【毕业要求 2：问题分析】

课程目标 3：能在法律、安全、环境等外部约束条件下设计解决方案。【毕业要求 3：设计开发解决方案】

(二) 课程目标与毕业要求的关系

课程目标	支撑的毕业要求	支撑的毕业要求指标点
课程目标 1	毕业要求 1 【工程知识】	1.3 能判别复杂工程问题的多种解决方案的优劣和优化途径。
课程目标 2	毕业要求 2 【问题分析】	2.2 能通过相关文献分析来寻找备选方案。
课程目标 3	毕业要求 3 【设计开发解决方案】	3.1 能在法律、安全、环境等外部约束条件下设计解决方案。

四、课程内容

(一) 课程内容与课程目标的关系

课程内容	支撑的课程目标	教学方法	学时安排
模块一、酸碱滴定法	课程目标 1、2、3	课堂讲授法 问题讨论法 自主学习法	20
模块二、络合滴定法	课程目标 1、2、3	课堂讲授法 问题讨论法 实验项目学习法	10
模块三、氧化还原滴定法	课程目标 1、2、3	课堂讲授法 问题学习法	10
模块四、重量分析法	课程目标 1、2、3	课堂讲授法 问题学习法	4
模块五、吸光光度法	课程目标 1、2、3	课堂讲授法 问题学习法	4
合计			48

(二) 课程内容

模块一、酸碱滴定法

【学习目标】

1. 理解分析化学的课程体系，能够应用分析化学知识，获得分析化学解决实际问题的能力，通过了解析化学的发展趋势、分析化学与其他学科的关系，培养学生脚踏实地、掌握扎实的专业技能，立志成为对社会发展有贡献的专业技术人才。

2. 了解误差的来源与分类、准确度与精密度的表示方法、有效数字的修约规则和运算规则，能够正确判断误差的类型，获得提高准确度的能力，进行有效数字的修约和运算的能力。

3. 掌握标准溶液的配制和标定方法、化学中溶液的平衡，能够思考滴定分析的原理，获得利用滴定法进行定量分析的能力。

4. 掌握溶液中各种化学平衡处理的方法，掌握溶液中化学物质的整体分布，掌握水溶液中 $[H^+]$ 的计算目的，掌握酸碱缓冲溶液的配制与缓冲容量和pH值的计算方法，掌握指示剂的变色原理与变色区间，正确选择指示剂，掌握滴定曲线与化学计量点的计算方法，掌握滴定可行性的判断，终点误差的计算，通过处理化学平衡的学习，获得计算溶液中各种组分的能力，利用酸碱滴定法定量分析酸碱组分含量的能力，以及缓冲溶液配制的能力。

【课程内容】

1. 分析化学的任务和作用，分析方法的分类，分析化学的发展趋势，分析化学与其他学科的关系及分析化学的应用。

2. 准确度与精密度，误差与偏差，系统误差与随机误差，提高准确度的基本方法，掌握有效数字的修约规则和运算规则。

3. 分析学中的溶液平衡，滴定分析法简介，标准溶液的配制和标定，标准溶液浓度的表示方法，滴定分析结果的计算与分析的应用。

4. 酸碱水溶液中各型体的分布，酸碱溶液中氢离子浓度的计算，酸碱缓冲溶液，酸碱指示剂，终点误差的计算，强酸(碱)和一元弱酸(碱)的滴定，多元酸碱的滴定，酸碱滴定的应用。

【重点、难点】

重点：1. 分布分数；2. 滴定曲线的计算；3. 指示剂的选择。

难点：1. 滴定条件的控制与混合物的选择滴定；2. 终点误差的计算；3. 滴定分析结果的计算。

【教学方法】

1. 课堂讲授法：通过多媒体 PPT 辅助教学，使学生掌握分析化学基本原理，树立“量”的概念、明确分析化学在生产、科学研究和教学工作的任务、作用，使学生建立正确的分析化学学习方法。通过讲解误差及其产生的原因，准确度与精密度的关系，有效数字及其运算规则，引导学生得出提高分析结果准确度的方法。通过讲解分析化学中的溶液平衡、滴定分析的过程和方法特点、标准溶液的配制和浓度的标定，引导学生建立滴定分析法的总体分析思路。通过讲解酸碱溶液中氢离子浓度的计算，酸碱指示剂，酸碱滴定过程分析，终点误差计算，引导学生理解酸碱滴定的原理和应用。

2. 问题讨论法：提出“结合课后习题 18，总结酸碱溶液中 H^+ 浓度的计算？”这一问题，引导学生结合讲授内容进行讨论。在酸碱滴定应用中讲解课本例题，与学生一起分析酸碱滴定在解决实际问题中的应用。

3. 自主学习法：：引导学生查阅酸碱滴定分析在各个学科领域的应用，使得学生能够学会查阅文献，积极主动的了解酸碱滴定分析法的热点、难点问题，建立学习兴趣，树立科技强国的信念。

【学习要求】

1. 理解与掌握学习目标中的知识。

2. 通过阅读文献和学习慕课，深刻理解滴定分析法的发展趋势。通过阅读文献和学习慕课，搜集酸碱滴定分析法在解决实际问题中的最新进展。

【复习与思考】

1. 简述分析化学的定义、任务和作用。

2. 何为准确度和精密度，两者有什么关系？

3. 滴定分析法的特点和对滴定反应的要求。

4. 酸碱滴定法的应用。

【学习资源】

<https://mooc1-1.chaoxing.com/course-ans/ps/204207573>

模块二、络合滴定法

【学习目标】

1. 掌握 EDTA 特点、络合滴定曲线的绘制以及应用，了解 EDTA 滴定法的基本原理及应用。

2. 熟悉络合滴定中的各种副反应及条件形成常数意义及公式的应用，了解副反应对配位滴定的影响和配位效应系数的含义；能够准确绘制出 EDTA 滴定曲线，同时了解金属指示剂的变色点确定，同时掌握金属离子能被准确滴定的条件。

3. 掌握提高络合滴定选择性的各种方法，了解金属指示剂的作用原理及选择指示剂的因素；熟悉 EDTA 滴定方式和如何提高络合滴定的选择性，能够实际分析各种方法的应用。

【课程内容】

1. 络合滴定法概述；乙二胺四乙酸的性质及其络合物配位特点。

2. 络合滴定中的副反应及条件形成常数；金属指示剂的性质和作用原理；络合滴定指示剂的适用范围及选择。

3. EDTA 滴定法的原理；EDTA 滴定曲线的绘制；突跃范围；影响滴定突跃范围的主要因素；金属离子能被准确滴定的条件。单一离子络合滴定的酸

度范围。

4. 分步滴定的可行性判据；提高络合滴定选择性的方法；络合滴定法的应用。

【重点、难点】

重点：EDTA 滴定法滴定原理；滴定剂 EDTA 及其螯合物的性质、副反应系数 α 及条件平衡常数；络合滴定法的应用。

难点：计算条件平衡常数，终点误差的计算；副反应系数的意义和计算；混合金属离子滴定的酸度控制。

【教学方法】

1. 课堂讲授法：通过前面讲解的酸碱滴定法，主要用来测定酸碱的含量，如果我们要测定金属的含量，怎么来测定从而引出本章的络合滴定法。通过介绍络合物的概念引出有机络合剂 EDTA 的配位特点及优势，从而指出络合滴定主要选择的配位剂是 EDTA。进一步配位滴定所产生的副反应对配位滴定的影响，引出配位副反应效应系数以及含义；进一步研究 EDTA 滴定曲线的绘制以及突跃范围和影响滴定突跃的主要因素，引出络合滴定指示剂的选择。如果体系是混合组分的话，那么怎么通过络合滴定进行金属离子含量的测定，从而引出分步滴定的可行性判据，最后进一步讨论配位滴定的应用。

2. 问题讨论法：提出“金属指示剂和酸碱指示剂作用原理有什么不同？”这一问题，引导学生结合讲授内容进行讨论；提出“直接滴定法的条件是什么？”这一问题，引导学生结合前面讲过的内容进行回顾和讨论，

3. 实验项目学习法：以相关的络合滴定分析实验项目为例，针对具体的被测试样，进行学习，对实验结果的计算重点讲解以突破难点。

【学习要求】

1. 了解络合滴定法的特点及测定组分。
2. 掌握准确滴定的关键是控制溶液的酸度，了解其应用。

【复习与思考】

课后思考题 P249:1、2、6、8、10 题

【学习资源】

<https://mooc1-1.chaoxing.com/course-ans/ps/204207573>

模块三、氧化还原滴定法

【学习目标】

1. 了解影响氧化还原反应速率的主要因素，掌握条件电位的计算方法。
2. 熟悉氧化还原滴定曲线的绘制和影响滴定突跃范围大小的因素，掌握滴定可行性的判断，熟悉氧化还原指示剂的作用原理及选择指示剂的因素，

了解氧化还原反应的预处理反应及试剂。

3. 掌握几种常见的氧化还原滴定法，能够应用氧化还原的原理，获得利用氧化滴定法定量分析的能力，应用氧化还原滴定法，解决污水中还原性有机物的问题，培养学生实事求是的科学精神，树立水体保护意识、生命至上的健康观念。

【课程内容】

1. 氧化还原滴定法概述；氧化还原平衡的学习，包括氧化还原电对的分类条件电极电势的概念及通过能斯特方程计算电势方法，影响条件电势的因素分析；条件平衡常数的学习，氧化还原反应进行的程度判断。氧化还原反应速率的探讨，影响氧化还原反应速率的因素，催化对反应速率的影响，催化作用和诱导作用。

2. 氧化还原滴定曲线的学习，氧化还原滴定的滴定分数，通过可逆氧化还原体系滴定曲线的计算进行滴定曲线的绘制，学习突跃范围的计算；氧化还原滴定指示剂的性质和作用原理；氧化还原滴定指示剂的适用范围及选择，氧化还原滴定前的预处理方法。

3. 常用的几种氧化还原滴定方法，其中主要是高锰酸钾法、重铬酸钾法，碘量法（直接和间接），其他方法，氧化还原滴定结果的计算。

【重点、难点】

重点：1. 滴定曲线的计算，指示剂的选择；2. 滴定可行性的判断；3. 滴定条件的控制与混合物的选择滴定。

难点：1. 条件电位的计算；2. 氧化还原指示剂变色原理；3. 反应平衡常数与滴定分析结果的计算。

【教学方法】

1. 课堂讲授法：通过前面讲解的酸碱滴定法用来测定酸碱的含量，络合滴定法主要用来测定金属离子的含量，我们怎么来测定无机物和有机物，从而引出本章的氧化还原滴定法。通过回顾氧化还原反应及氧化还原平衡的知识点，提出条件电势的概念，进一步引出影响条件电势的因素，条件平衡常数的学习，以及氧化还原反应进行程度的判断，以及反应速率等问题的探讨；进一步类比学习氧化还原滴定曲线的绘制以及突跃范围和影响滴定突跃的主要因素，引出氧化还原滴定指示剂的选择。讲解氧化还原滴定的预处理，指出氧化还原滴定法的局限性，并一一介绍几种常用的氧化还原滴定法。

2. 问题学习法：提出“高锰酸钾法和重铬酸钾法作用原理以及适用情况有什么不同？”这一问题，引导学生结合讲授内容进行讨论；提出“氧化还原滴定指示剂与酸碱指示剂、金属指示剂的不同点有哪些？”这一问题，引

导学生结合前面讲过的内容进行回顾和讨论。

3. 实验项目学习法：以相关的氧化还原滴定分析实验项目为例，针对具体的被测试样，进行学习，对实验结果的计算重点讲解以突破难点。

【学习要求】

1. 掌握氧化的滴定中的副反应和条件形成常数；
2. 了解氧化还原滴定曲线及其影响因素；
3. 掌握氧化还原滴定指示剂；
4. 掌握准确滴定的条件；
5. 掌握常用的氧化还原滴定方法。

【复习与思考】

课后思考题 P290:1、2、11、16、26 题

【学习资源】

<https://mooc1-1.chaoxing.com/course-ans/ps/204207573>

模块四、沉淀重量分析法

【学习目标】

1. 认识沉淀形成的过程；了解 Von Weimarn 公式并了解其应用；认识共沉淀、后沉淀及其对分析结果的影响；掌握沉淀条件的选择；掌握沉淀重量分析法的步骤；了解沉淀滴定法对沉淀反应的要求；了解有机沉淀剂的分类特点及应用。

2. 通过掌握沉淀重量分析法的应用范围，获得利用重量法定量分析的能力，掌握沉淀滴定法的使用。

3. 通过重量法的系统学习，培养规则意识、约束观念，并以社会主义核心价值观来进行价值定位；掌握沉淀的原理与方法，增强理论结合实际能力。

【课程内容】

1. 重量分析法概述，沉淀的溶解度及其影响因素；沉淀的类型与沉淀的形成机制；影响沉淀纯度的因素，共沉淀、后沉淀，以及提高沉淀纯度的方法；

2. 沉淀条件的选择，晶形沉淀及无定形沉淀的条件；

3. 沉淀重量分析法的应用；沉淀滴定法，莫尔法、佛儿哈德法、法扬司法等方法的原理，滴定条件，应用范围，指示剂。

【重点、难点】

重点：1.沉淀的形成过程；2.沉淀条件的选择及称量形沉淀的获得。沉淀滴定法。

难点：1.Von Weimarn 公式及应用；2.共沉淀、后沉淀及其对分析结果的

影响。

【教学方法】

1. 课堂讲授法：首先介绍几种不同类型的重量分析方法，引出沉淀法，介绍沉淀溶解度基本知识及影响因素，分析沉淀类型与沉淀的形成机理，进一步引导学生探讨影响沉淀纯度的因素，引出提高沉淀纯度的方法，以及学习沉淀条件的选择。

2. 问题学习法：设问，前面所学滴定法是属于容量分析法，现在学习的沉淀法是属于重量分析法，二者的优缺点是什么？设问，能否在分析中将容量分析法和重量分析法结合？引出沉淀滴定法，进一步展开沉淀滴定法的学习。

【学习要求】

1. 了解沉淀的形成，和条件的选择；
2. 影响沉淀的因素；
3. 掌握沉淀滴定法的使用。

【复习与思考】

1. 简述影响沉淀的因素；
2. 晶型沉淀和非晶型沉淀的异同点；
3. 几种不同沉淀滴定法的适用条件。

【学习资源】

<https://mooc1-1.chaoxing.com/course-ans/ps/204207573>

模块五、吸光光度法

【学习目标】

1. 了解分光光度法的基本原理；了解可见分光光度法用于定量分析的基本定律—朗伯比耳定律。明确此法适用于微量分析。

2. 熟悉比色分析和分光光度法的应用的实例。掌握有关的简单计算。熟悉吸光光度法仪器原理和分光光度法的分析方法。

【课程内容】

1. 光度分析法的特点，物质对光的选择性吸收，光吸收的基本定律。
2. 分光光度法及其仪器，显色反应与显色条件的选择。
3. 分光光度仪器测量误差及其消除，分光光度法的应用。

【重点、难点】

重点：吸光光度法的基本原理及特点，朗伯-比尔定律建立的前提条件，偏离朗伯-比尔定律的原因；分光光度计的构造及使用；光度测量误差及条件的选择；吸光光度法的应用。

难点：偏离朗伯-比尔定律的原因；光度测量误差及条件的选择。

【教学方法】

1. 课堂讲授法：首先介绍一种微量分析法的新型方法，引出分光光度法，介绍分光光度法的基本知识、基本原理，引出光的基本性质，物质对光的选择性吸收，引导学生了解吸收曲线的绘制及意义，进一步引导学生探讨进行定量分析的依据，引出朗伯-比尔定律；进一步讲授分光光度法具体的实验方法引出吸光光度计的构成以及测量条件的选择。

2. 问题学习法：提出分析化学在食品安全中的重要性，引导学生学会查阅文献，积极主动的了解分光光度法在食品分析中的研究热点、难点问题，提高学习分析化学的兴趣。

【学习要求】

1. 理解与掌握学习目标中的知识。
2. 学会用吸光光度法解决生产生活中的实际问题。

【复习与思考】

课后习题 P360：6 题

【学习资源】

<https://mooc1-1.chaoxing.com/course-ans/ps/204207573>

五、实践教学安排

分析实验的独立实践课程，具体内容见实验课程的大纲。

六、考核方式

（一）考核方式

课程考核方式分为过程性考核和期末考核。

过程性考核方式包括学风养成、课堂表现、平时作业、随堂测验。

期末考核采用闭卷考试。

（二）考核方式与课程目标的关系

课程目标	考核内容及所占比例（%）	考核方式
课程目标 1 (40%)	化学四大滴定分析方法的基本概念和基本原理（60%）；化学四大滴定分析方法的实际分析应用能力（20%）；化学四大滴定分析方法解决问题的综合能力（20%）	平时作业、随堂测验、期末考试

课程目标 2 (30%)	四大滴定分析方法条件的选择及控制；实验数据的正确记录和处理，测定结果的计算和表示等基础知识（50%）；通过不同分析方法解决问题的综合能力（50%）	学风养成、期末考试
课程目标 3 (30%)	分光光度法的基本概念、基本原理（70%）；分光光度法在实际生活中的应用以及解决实际问题的能力（30%）	课堂表现、平时作业、期末考试

七、成绩评定

（一）评定方式

总成绩= 过程性考核成绩（30%）+ 期末考核成绩（70%）。

过程性考核成绩= 学风养成（20%）+ 课堂表现（30%）+ 平时作业（30%）+ 随堂测验（20%）。

（二）评分标准

序号	课程目标	评价项目	评价标准				
			90-100	80-89	70-79	60-69	0-59
			优	良	中	及格	不及格
1	课程目标 3	学风养成	积极参与，主动学习，按时完成任务，展现高度自律。	表现积极，按时提交作业，课堂参与度高，学习态度认真。	基本遵守纪律，按时完成度部分任务，课堂参与一般。	偶尔拖延，参与度和作业完成情况一般，需加强自律。	频繁缺勤，作业提交不及时，学习态度消极，缺乏参与。
2	课程目标 3	课堂表现	认真听课，积极互动，主动讨论，发言积极。	上课较认真，互动较积极，发言次数较多。	上课能作一点笔记，互动有一定自主性，能够发言。	上课不太认真，有互动但不多，很少发言。	听课很不认真，不互动也不发言。
3	课程目标 1、2	作业完成情况	作业内容完整，独立完成全部作业要求。书写端正，对问题有详细透彻的分析。	作业内容完整，独立完成作业要求。书写端正，但对问题分析较全面。	作业内容完整，独立完成全部作业要求，书写端正，没有对问题进行分析。	作业内容完整，独立完成全部作业要求。书写较凌乱，没有对问题进行分析。	作业内容不完整，没有达到作业要求。

序号	课程目标	评价项目	评价标准				
			90-100	80-89	70-79	60-69	0-59
			优	良	中	及格	不及格
4	课程目标 1	随堂测验	积极主动地学习实践，能解答全部问题，能解决相关拓展问题。	积极主动地学习实践，能解答全部问题，不能解决相关拓展问题。	积极主动地学习实践，能解答大部分问题，不能解决相关拓展问题。	积极主动地学习实践，能解答部分问题，不能解决相关拓展问题。	积极学习实践，不能解答大部分问题，不能解决相关拓展问题。
5	课程目标 1/2/3	期末考核	详见期末试题评分标准				

八、选用教材

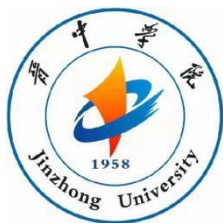
教材名称	编者	出版社	出版时间	是否马工程教材	备注
分析化学 (第四版)	华中师范大学 等六所大学编	北京：高等教育出版社.	2011 年	否	

九、主要参考书目

- [1] 武汉大学.分析化学（第六版）.北京：高等教育出版社. 2016
- [2] 武汉大学.分析化学实验（第六版）.北京：高等教育出版社. 2016
- [3] 华中师范大学等六所大学.分析化学实验（第四版）.北京：高等教育出版社. 2015

十、课程学习建议

1. 培养兴趣和好奇心：保持对分析化学课程的兴趣和好奇心，了解分析化学在食品科学与工程专业的重要性，提高学习分析化学的积极性和主动性。
2. 掌握分析化学“量”的概念，要求测定结果的精准度。
3. 做好笔记和总结：及时整理课堂笔记和学习资料，定期进行总结和复习，巩固所学知识，加深记忆。
4. 完成课后作业，一定要理论课和实验课紧密结合，学习效果会更好。
5. 注重社会实践环节，进一步去了解分析化学的实际应用。



应用化学专业

《仪器分析》课程大纲

晋中学院化学化工系

2023年8月

《仪器分析》课程大纲

一、课程信息

课程名称	仪器分析 / Instrumental Analysis		
课程编码	230910905B	适用专业	应用化学
先修课程	无机化学, 分析化学	修读学期	第四学期
课程类别	学科专业基础课程	课程性质	<input checked="" type="checkbox"/> 必修 <input type="checkbox"/> 选修
课程学分	2	考核方式	<input checked="" type="checkbox"/> 考试 <input type="checkbox"/> 考查
课程学时	32 学时 (理论学时 32, 实践学时 0)		
执笔人	李芬芳	审核人	张保柱

二、课程简介

仪器分析是测定物质的化学组成、状态、结构和进行科学研究与质量检控的重要手段。仪器分析法在自然科学领域的研究和应用中占有极其重要的地位,是自然科学工作必须掌握的关键手段。仪器分析课程在化学、化工、材料等化学专业本科生的教学内容中占有很重要的地位,是应用化学专业必修课程之一。开设“仪器分析”课,是其它学科取得化学信息的研究手段,在许多领域发挥着重要的作用,是实现高校培养目标的必经环节。

三、课程目标

(一) 课程目标

通过本课程的学习,学生可以达到以下目标:

课程目标 1: 能够对各种仪器分析方法的基本原理、仪器设备及其基本结构、方法特点有全面的理解和掌握,初步掌握仪器分析的基本思维方法及本质规律,具备一定的专业基础和专业理论,能针对分析要求选择合适的仪器分析方法,进行分析方法条件优化,能应用各种仪器分析方法分析实际样

品。【毕业要求 2：问题分析】

课程目标 2：能应用各种分析方法对实际样品进行分析，能针对分析要求选择合适的分析方法，进行分析方法条件优化。具有较强的解决实际问题的能力。【毕业要求 3：设计开发解决方案】

课程目标 3：以各种仪器的基本原理的提出过程以及解决办法为出发点，培养学生的发散思维、创新能力及自主学习的良好习惯，开阔学生解决问题的方法及思路，激发学生对化学专业的热爱。【毕业要求 5：使用现代工具】

(二) 课程目标与毕业要求的关系

课程目标	支撑的毕业要求	支撑的毕业要求指标点
课程目标 1	毕业要求 2 【问题分析】	2.3 能应用基本工程原理来筛选备选方案。
课程目标 2	毕业要求 3 【设计开发解决方案】	3.1 能在法律、安全、环境等外部约束条件下设计解决方案。
课程目标 3	毕业要求 5 【使用现代工具】	5.2 针对具体应用化工的对象，能够选择与使用恰当的现代仪器、信息技术工具、工程工具和专业模拟软件，进行合理的预测与模拟，并理解其局限性。

四、课程内容

(一) 课程内容与课程目标的关系

课程内容	支撑的课程目标	教学方法	学时安排
模块一、原子光谱法	课程目标 1、2、 3	课堂讲授法、问题讨论法 实验项目学习法	10
模块二、分子光谱法	课程目标 1、2、 3	课堂讲授法、问题讨论 法、 自主学习法、合作教学法	10
模块三、电分析化学	课程目标 1、2、 3	课堂讲授法、问题讨论 法、 自主学习法、合作教学法	8
模块四、色谱法	课程目标 1、2、 3	课堂讲授法、问题学习法	4
合计			32

(二) 课程内容

模块一、原子光谱法

【学习目标】

1. 掌握电磁辐射和电磁波谱的概念及性质；了解物质与电磁辐射相互作用所产生的各种光谱；掌握原子发射光谱分析的基本原理，谱线强度的表达式、影响因素；熟悉原子发射光谱仪器主要部件；了解发射光谱的定性、半定量、定量分析的常用方法及工作条件的选择；掌握 ICP 光源的特点和应用。
2. 掌握原子吸收光谱法的基本原理，谱线宽度变宽的因素；掌握原子吸收光谱仪器构造及主要部件，空心阴极灯及常用的原子化器。
3. 掌握原子吸收光谱法的干扰及抑制方法，包括物理干扰及抑制、化学干扰及抑制、电离干扰及抑制电离干扰、光谱干扰及抑制。
4. 熟练掌握原子吸收的两种定量分析方法：标准曲线法和标准加入法。

【课程内容】

1. 电磁辐射和电磁波谱的概念及性质；物质与电磁辐射相互作用所产生的各种光谱；原子发射光谱的产生；原子能级与能级图；谱线强度；谱线强度表达式；影响谱线强度的因素；原子发射光谱仪器；激发光源：电弧、电火花、ICP 光源；原子发射光谱定性和半定量分析法。
2. 原子吸收光谱法定义及发展史；原子吸收光谱法的产生；原子吸收谱线的轮廓；谱线变宽的因素。
3. 原子吸收光谱仪器：锐线光源、原子化系统；常用的原子化器：火焰原子化器、非火焰原子化器和低温原子化法分光系统；原子吸收分光光度计的类型。
4. 原子吸收光谱法物理干扰及抑制；化学干扰及抑制；电离干扰及抑制；光谱干扰及抑制；背景干扰及抑制。
5. 原子吸收光谱定量分析方法：标准曲线法、标准加入法；灵敏度和检出限；测定条件的选择。

【重点、难点】

1. 重点：共振线与吸收线，影响谱线变宽的因素，测定条件的选择；原子吸收光谱法的干扰及其抑制法；积分吸收，灵敏度，检测限。
2. 难点：共振线与吸收线，影响谱线变宽的因素，测定条件的选择；原子吸收光谱法的干扰及其抑制法；积分吸收，灵敏度，检测限。

【教学方法】

1. 课堂讲授法：首先介绍仪器分析方法在科学研究中的作用以及发展趋

势，引出定量分析的评价指标及含义。介绍仪器分析最常用的分析方法即光学分析法，引出电磁辐射及电磁波谱的概念，引导学生思考电磁辐射与物质之间的相互作用，引出光学分析法的分类，即原子吸收、原子发射、分子吸收、分子发射。由于原子发射原理比较简单，首先介绍最古老的光谱法——原子发射光谱法，主要讲解原子发射光谱法的原理以及半定量分析的应用；由于原子发射光谱法对于光源温度要求比较高而且定量分析结果准确度比较低，引导学生联想能否在不是很高的温度下进行原子定量分析的测定，从而引出了原子吸收光谱法，原子吸收光谱要进行定量分析则要求色散仪有很高的分辨率，目前技术达不到，引出另外一种定量分析方法——峰值吸收法，进一步讲解峰值吸收法代替积分吸收法的必备条件；根据原理进一步讲解原子吸收光谱仪的构造及部件；引导学生分子在原子化过程中会产生一些副产物从而影响光谱继而影响定量分析的准确度，引出下一个问题光谱干扰及抑制方法，最后讨论原子吸收光谱的定量分析方法。

2. 问题讨论法：提出“原子发射光谱法光源有哪些作用？”这一问题，引导学生结合讲授内容进行讨论；提出“原子吸收光谱法为什么光源不需要很高的温度？”这一问题，引导学生结合前面原子发射光谱法的讲解进行回顾和讨论。

3. 实验项目学习法：以相关原子吸收实验项目为例，针对具体的被测试样，进行学习，对实验结果的计算重点讲解以突破难点。

【学习要求】

1. 了解原子发射光谱法的光源特点；
2. 掌握原子吸收光谱法的原理、光源、原子化器以及定量分析法的应用；
3. 掌握原子吸收谱线干扰及抑制方法。

【复习与思考】

课后习题 P68:5,6,9 题。

【学习资源】

1. <https://www.icourse163.org/course/BUCT-1002575002>
2. <https://mooc1.chaoxing.com/course/218842355.html>

模块二、分子光谱法

【学习目标】

1. 掌握分子发光分析法的基本原理，了解荧光光谱的类型及影响因素，掌握荧光光谱仪、磷光光谱仪的基本结构、各仪器元件的基本知识点，能够应用化学发光分析法测定待测物质含量。

2. 掌握紫外-可见吸收光谱法的基本原理、了解紫外分光光度计的构造原

理、基本部件及各部件的基本知识点，能够应用紫外可见吸收光谱分析法对待测物质进行定性和定量分析。

3. 掌握红外吸收光谱法和拉曼光谱法的基本原理、了解红外光谱和拉曼光谱的关系，了解红外光谱仪的构造原理、基本部件及各部件的基本知识点，掌握红外吸收法试样的制备，掌握基团振动及影响基团频率的因素，掌握红外光谱和拉曼光谱的分析方法。

【课程内容】

1. 荧光分析法概述，发光的基本原理，荧光激发光谱和发射光谱的关系，荧光量子产率，影响荧光发射的因素，荧光光谱仪的结构，各部件的基本知识点，荧光分析的应用；磷光分析的基本原理，磷光光谱仪的构造，磷光分析的应用；化学发光的基本原理，化学发光分析仪的构造，化学发光分析的应用。

2. 紫外-可见吸收光谱法的概述，有机化合物的紫外-可见吸收光谱，电子跃迁类型，溶剂对吸收光谱的影响，紫外-可见分光光度计的构造，各部件的基本知识点，紫外-可见吸收光谱法的应用。

3. 红外吸收光谱法和拉曼光谱法概述、基本原理，分子产生红外吸收的条件，红外光谱与拉曼光谱的关系，红外光谱仪的结构，各部件的基本知识点，红外基团振动及影响基团频率的因素，红外光谱分析及应用。

【重点、难点】

重点：

1. 有机化合物电子跃迁类型及其影响因素以及生色团的共轭作用。
2. 红外光谱产生的原理、能产生红外吸收的条件；红外吸收光谱仪的组成、吸收池、检测器；制样方法。
3. 荧光发光机理；物质分子荧光、磷光的辨析；积分吸收，灵敏度，检测限。

难点：

1. 有机化合物电子跃迁类型及其影响因素以及生色团的共轭作用。
2. 红外光谱产生的原理、能产生红外吸收的条件；红外吸收光谱仪的组成、吸收池、检测器。
3. 荧光发光机理，物质分子荧光、磷光的辨析。

【教学方法】

1. 课堂讲授法：借助多媒体教室通过 PPT 为学生讲解分子发光分析法的概念、分子发光的种类，引导学生理解分子荧光的发光机制，贾布伦斯基能级图、激发态分子去激发的途径，荧光的激发光谱和发射光谱，荧光量子产

率；通过探讨影响荧光发射的因素引出荧光定量分析的基础。通过学习荧光光谱仪的构造，对比分光光度计与荧光光谱仪的区别，分别讲解各部件的原理及作用。介绍荧光分析的应用。讲解磷光分析法的概念、基本原理，引导学生对比学习磷光与荧光的发光机制区别，贾布伦斯基能级图、磷光的种类。通过学习磷光光谱仪的构造，对比磷光光谱仪与荧光光谱仪的区别，介绍磷光分析的应用。讲解化学发光分析法的概念、基本原理，化学发光的种类。学习化学发光分析仪的构造，介绍化学发光分析的应用。讲解紫外-可见吸收光谱法的概述，引导学生思考分子产生紫外吸收的机理，分别介绍几种不同电子跃迁类型，重点讲解能产生 200 nm 以上紫外-可见吸收的电子跃迁类型。引出生色团、助色团的术语，探讨溶剂对吸收光谱的影响。通过学习紫外-可见分光光度计的构造，对比分光光度计与荧光光谱仪的区别，分别讲解各部件的原理及作用。介绍紫外-可见吸收光谱分析的应用。讲解红外光谱法和拉曼光谱法的概述，引导学生学习红外吸收和拉曼散射的基本原理，产生红外的条件，红外与拉曼的关系。通过学习红外光谱仪的构造，对比分光光度计与红外光谱仪的区别，分别讲解各部件的原理及作用。学习红外吸收法试样的制备，红外光谱的分析方法，介绍红外光谱分析的应用。

2. 问题讨论法：在荧光分析法部分，通过设问引导学生理解斯托克斯位移。在磷光分析法中，提问学生在什么情况下会发磷光，如何判断物质所发出的光是荧光还是磷光？紫外-可见吸收光谱法的学习中，提问分子的最大紫外-可见吸收强度受溶剂极性的影响？在红外光谱法中，提问学生红外光谱的作用？

3. 自主学习法：引入分子光谱分析法，引导学生学会查阅资料和文献，积极主动的理解分子光谱分析法在有机化合物的定性、定量及结构解析方面的应用。引导学生学会查阅资料和文献，积极主动的了解荧光分析法在测定物质含量中的应用，建立学习兴趣。引入红外光谱法，引导学生学会查阅资料和文献，积极主动的学习如何分析红外光谱图，建立学习兴趣。

4. 合作教学法：在课前安排提前查阅资料进行预习，让学生自己总结各种电分析法的特点及应用并通过查阅文献给出具体应用实例，学生以 10 人小组为单位交流讨论，建立学生良好的团队合作精神，用两周时间准备教案、PPT，并进行汇报、展示，汇报结束后进行小组自评、互评和代课教师评价，写出评语，资料留存

【学习要求】

1. 理解与掌握学习目标中的知识。
2. 通过阅读文献和学习慕课，搜集分子光谱分析法应用实例的最新进展。

3. 通过仪器分析实验加深对分子光谱分析法的原理和特点的理解，并理解其最适的应用范围。

【复习与思考】

每章节课后习题。

【学习资源】

<https://mooc1.chaoxing.com/course/218842355.html>

模块三、电分析化学

【学习目标】

1. 掌握电化学分析法的概念、电极的种类以及原电池和电解池，了解电极电位和液接电位的计算方法、极化和过电位，能够了解电分析化学新进展，前言发展方向，使学生树立努力学习、科技强国的信念。

2. 掌握电位分析法的基本原理，掌握离子选择电极的基本结构、各类电极的响应机理，能够应用电位法测定待测物质含量，尤其是 pH 操作定义，能够了解电位滴定法的方法原理和特点、能够应用该方法确定滴定终点并选择合适的指示电极。

3. 掌握电解分析的基本原理、能够判断电解时离子的析出次序及完全程度，掌握库仑分析法的基本原理、法拉第定律、能够了解控制电位库仑分析法和库仑滴定法的原理、装置及特点和应用。

【课程内容】

1. 电分析化学的分类和方法特点、原电池和电解池、电极电位、电极的种类、电极溶液界面性质、电化学电池中的电极系统、电分析化学新进展。

2. 电位分析法的基本原理、电位分析法的分类和特点、离子选择性电极（膜电极）、pH 的测定、离子选择性电极的性能参数、直接电位分析法、电位滴定法。

3. 电解的基本原理、电解分析方法及其应用、库仑分析法。

【重点、难点】

1. 重点：离子选择电极的基本结构、各类电极的响应机理，电位法测定待测物质含量，尤其是 pH 操作定义。

2. 难点：电解分析中能够判断电解时离子的析出次序及完全程度。

【教学方法】

1. 课堂讲授法：借助多媒体教室通过 PPT 为学生讲解电化学分析法的概念、电极的种类以及原电池和电解池，引导学生理解电极电位和液接电位的计算方法、极化和过电位，通过讲解实例使学生能够了解电分析化学新进展，前言发展方向；通过展示各种离子选择性电极，使学生能够直观理解离子选

择电极的基本结构、各类电极的响应机理，得出电位法测定待测物质含量的公式，尤其是 pH 操作定义公式，结合分析化学上册滴定分析法，通过讲解电位滴定法的方法原理和特点、使学生能够应用该方法确定滴定终点并选择合适的指示电极；通过讲解电解分析的基本原理、使学生能够判断电解时离子的析出次序及完全程度，通过讲解库仑分析法的基本原理、法拉第定律、使学生了解控制电位库仑分析法和库仑滴定法的原理、装置及特点和应用。

2. 问题讨论法：在 pH 操作定义部分，讲解课后习题 13，引导学生利用公式解决实际问题。在电解分析法中讲解课本例题，与学生一起分析电解时离子的析出次序及完全程度。

3. 自主学习法：引入电位分析法，引导学生学会查阅资料和文献，积极主动的理解电位分析法在测定各种金属阳离子、阴离子、气体分子等物质的应用，尤其是测定 pH 方面的应用，建立学习兴趣。引入电解和库仑分析法，引导学生学会查阅资料和文献，积极主动的了解电解和库仑分析法在测定物质含量中的应用，建立学习兴趣。

4. 合作教学法：在课前安排提前查阅资料进行预习，让学生自己总结各种电分析法的特点及应用并通过查阅文献给出具体应用实例，学生以 10 人小组为单位交流讨论，建立学生良好的团队合作精神，用两周时间准备教案、PPT，并进行汇报、展示，汇报结束后进行小组自评、互评和代课教师评价，写出评语，资料留存。

【学习要求】

1. 理解与掌握学习目标中的知识。
2. 通过阅读文献和学习慕课，搜集电分析法应用实例的最新进展。
3. 通过仪器分析实验加深对电分析法的原理和特点的理解，并理解其适合的应用范围。

【复习与思考】

1. 每章课后习题。
2. pH 玻璃电极产生碱差和酸差的原因？
3. 库仑滴定法和普通的容量滴定法的主要区别是什么？
4. 应用库仑分析法进行定量分析的关键问题是什么？

【学习资源】

1. <https://mooc1.chaoxing.com/course/218842355.html>
2. 电分析化学在生命科学中的应用，2005，14（1）：2106-2107.
3. 电分析化学在重金属离子检测中的运用综述，

<https://max.book118.com/html/2020/1217/7043064035003032.shtm>

模块四、色谱法

【学习目标】

1. 色谱法基本原理及分类；色谱法的流出曲线和有关术语；色谱分离的基本理论（塔板理论）。
2. 气相色谱仪器的流路、各组成部分的详细结构和工作原理；在色谱实验条件优化中灵活应用 Van Deemter 方程；保留指数以及各种定量方法；气相色谱固定相及分离条件的选择。
3. 气相色谱分析方法及应用；气相色谱法的流程和气相色谱仪；气相色谱法操作条件的选择（如载体、固定相、温度等的选择）。
4. 液相色谱

【课程内容】

1. 掌握色谱基本概念；色谱分离过程；色谱常用术语。
2. 了解色谱理论塔板理论和速率理论——范第姆特方程式。
3. 掌握色谱定性定量分析：掌握定量分析方法-峰面积测量方法。
4. 了解气相色谱分离原理及流程；气相色谱固定相；掌握气相色谱检测器的主要性能指标；热导检测器的结构应用和工作原理以及氢火焰离子化检测器（FID）的应用范围。

【重点、难点】

1. 重点：色谱法的分类，气—固色谱的分离原理；塔板理论，速率理论，总分离效能指标；固定相及其选择，定量分析方法。
2. 难点：色谱法的分类，气—固色谱的分离原理；塔板理论，速率理论，总分离效能指标；固定相及其选择，定量分析方法。

【教学方法】

1. 课堂讲授法：通过讲解色谱法的应用，引出仪器分析第四模块色谱法，先讲解色谱法的基本术语，让学生了解色谱法的流出曲线表示的含义，进一步讲解色谱分离的基本理论，引出塔板理论，让学生明白塔板理论可以解释色谱流出曲线呈正态分布，从而引出概念理论塔板数和有效理论塔板数，但是塔板理论无法指出影响柱效的因素及提高柱效的途径，引出速率理论，引导学生怎么填充柱子效果更好，进一步引出分离度的概念及分离度与柱效的关系，进一步讲解色谱定性定量分析的理论依据；最后讲解气相色谱分离原理及流程和气相色谱检测器的类型及应用范围。
2. 问题学习法：提出色谱法在食品安全中的重要性，引导学生学会查阅文献，积极主动的了解色谱法在食品分析中的研究热点、难点问题，提高学习分析化学的兴趣。

【学习要求】

1. 掌握色谱基本概念；色谱常用术语；流出曲线含义。
2. 掌握气相色谱仪的构造以及气相色谱检测器的应用。

【复习与思考】

完成课后思考题 P318,1-9 题。

【学习资源】

1. <https://www.icourse163.org/course/BUCT-1002575002>
2. <https://mooc1.chaoxing.com/course/218842355.html>

五、实践教学安排

仪器分析实验的独立实践课程，具体内容见实验课程的大纲。

六、考核方式

（一）考核方式

课程考核方式分为过程性考核、期末考核。

过程性考核方式中的包括学风养成、课堂表现、平时作业、随堂测验。

期末考核采用闭卷考试。

（二）考核方式与课程目标的关系

课程目标	考核内容及所占比例（%）	考核方式
课程目标 1 (40%)	不同仪器分析方法的基本概念和基本原理（60%）；不同仪器分析方法的实际分析应用能力（20%）；通过不同仪器分析方法解决问题的综合能力（20%）。	平时作业、随堂测验、期末考试
课程目标 2 (30%)	不同分析仪器的构造和原理（50%）；通过不同仪器分析方法解决问题的综合能力（50%）。	学风养成、期末考试
课程目标 3 (30%)	光学分析法的基本概念、基本原理（40%）；光学分析法在实际生活中的应用以及解决实际问题的能力（60%）。	课堂表现、平时作业、期末考试

七、成绩评定

(一) 评定方式

总成绩=过程性考核成绩(30%)+期末考核成绩(70%)。

过程性考核成绩=学风养成(20%)+课堂表现(30%)+平时作业(30%)+随堂测验(20%)。

(二) 评分标准

序号	课程目标	评价项目	评分标准				
			90-100	80-89	70-79	60-69	0-59
			优	良	中	及格	不及格
1	课程目标2	学风养成	积极参与,主动学习,按时完成任务,展现高度自律。	表现积极,按时提交作业,课堂参与度高,学习态度认真。	基本遵守纪律,按时完成任务部分任务,课堂参与一般。	偶尔拖延,参与度和作业完成情况一般,需加强自律。	频繁缺勤,作业提交不及时,学习态度消极,缺乏参与。
2	课程目标3	课堂表现	认真听课,积极互动,主动讨论,发言积极	上课较认真,互动较积极,发言次数较多。	上课能作一点笔记,互动有一定自主性,能够发言。	上课不太认真,有互动但不多,很少发言。	听课很不认真,不互动也不发言。
3	课程目标1、3	作业完成情况	作业内容完整,独立完成或合作完成全部作业要求。书写端正,对问题的分析详细透彻。	作业内容完整,独立完成或合作完成作业要求。书写端正,但对问题分析较全面。	作业内容完整,独立完成全部作业要求,书写端正,没有对问题进行分析。	作业内容完整,独立完成或合作完成作业要求。书写较凌乱,没有对问题进行分析。	作业内容不完整,没有达到作业要求。
4	课程目标1	随堂测验	积极主动地学习实践,能解答全部问题,能解决相关拓展问题。	积极主动地学习实践,能解答全部问题,不能解决相关拓展问题。	积极主动地学习实践,能解答大部分问题,不能解决相关拓展问题。	积极主动地学习实践,能解答部分问题,不能解决相关拓展问题。	积极学习实践,不能解答大部分问题,不能解决相关拓展问题。
5	课程目标1/2/3	期末考核	详见期末试题评分标准				

八、选用教材

教材名称	编者	出版社	出版时间	是否马工程教材	备注
分析化学下册 (第四版)	华中师范大学 等六所大学编	北京：高等教 育出版社.	2011年	否	

九、主要参考书目

[1]武汉大学化学系.《分析化学》(下)第五版.北京:高等教育出版社, 2007.12

[2]刘密斯.《仪器分析》(第二版).北京:清华大学出版社, 2002.8

[3]胡育筑.《分析化学》(下)第四版.北京:科学出版社, 2015.6

十、课程学习建议

1. 培养兴趣和好奇心: 保持对分析化学课程的兴趣和好奇心, 了解分析化学在食品科学与工程专业的重要性, 提高学习分析化学的积极性和主动性。
2. 掌握不同仪器分析方法的原理、仪器构造及应用。
3. 做好笔记和总结: 及时整理课堂笔记和学习资料, 定期进行总结和复习, 巩固所学知识, 加深记忆。
4. 完成课后作业, 一定要理论课和实验课紧密结合, 学习效果会更好。
5. 注重社会实践环节, 进一步去了解仪器分析的实际应用。



应用化学专业

《物理化学》课程大纲

晋中学院化学化工系

2023年8月

《物理化学》课程大纲

一、课程信息

课程名称	物理化学 / physical chemistry		
课程编码	230910906B、 230910907B	适用专业	应用化学
先修课程	高等数学、大学物理	修读学期	第四、五学期
课程类别	学科专业基础课程	课程性质	<input checked="" type="checkbox"/> 必修 <input type="checkbox"/> 选修
课程学分	5	考核方式	<input checked="" type="checkbox"/> 考试 <input type="checkbox"/> 考查
课程学时	80 学时（理论学时 80，实践学时 0）		
执笔人	张政委	审核人	张保柱

二、课程简介

物理化学是研究物质系统在发生 pVT 变化、相变化和化学变化过程的基本原理的学科，涉及平衡规律和速率规律以及与它们有关的物质结构和性质。通过物理化学课程的学习，学生可以掌握热力学、化学平衡、相平衡、化学动力学和电化学的基础知识，以及表面和胶体的一般知识。这些知识不仅为学生后续课程的学习提供了坚实的理论基础，也是学生未来深造或就业的重要支撑。同时，课程还注重培养学生的创新思维、工程意识和解决实际问题的能力，它不仅是化学、化工、制药、材料、环境、食品等众多专业的必修骨干课程，为学生未来的学术研究和职业发展打下坚实的基础。也是学生后续课程学习和未来发展的重要基础。

三、课程目标

（一）课程目标

通过本课程的学习，学生可以达到以下目标：

目标 1：知识掌握【毕业要求 3：学科素养】

(1)基础理论掌握：学生应牢固掌握物理化学的基础理论，包括热力学、化学动力学、电化学、表面现象和胶体化学等方面的基本原理和概念。

(2)方法论掌握：学生应学会运用物理化学的基本原理和方法处理气体、溶液、相平衡、化学平衡、电化学、表面现象和胶体分散系统等方面的理论和实际应用问

题。

目标 2：能力培养【毕业要求 4：教学能力】

(1)分析与解决问题能力：通过课程学习，学生能够运用所学物理化学知识分析和解决实际问题，提高自己分析问题和解决问题的能力。这包括能够设计实验方案、进行数据分析、信息综合等。

(2)实验与操作能力：学生应掌握物理化学中科学的实验思路和方法，以及数据处理的一般方法和技巧。通过实验教学，学生能够熟练操作相关实验设备，进行实验操作，并具备初步的实验设计和实验数据分析能力。

(3)科学思维能力：培养学生严谨缜密的科学思维，善于发现和思考问题，并学会应用物理化学方法分析和解决问题。这种科学思维能力不仅有助于学生更好地掌握课程内容，也为学生未来的学术研究和职业发展打下坚实的基础。

目标 3：综合素质提升【毕业要求 6：综合育人】

(1)跨学科融合能力：物理化学课程涉及多个学科的知识 and 原理，学生应具备跨学科融合的能力，能够综合运用数学、化学、生物学、物理学、力学等自然科学基础知识和环境工程专业知识进行分析和解决问题。

(2)沟通与团队合作能力：在课程学习过程中，学生应具备与小组成员之间就不同实验方案进行有效沟通和表达的能力，以及良好的团队合作精神。这将有助于学生在未来的工作和学习中更好地与他人协作，共同完成任务。

(二) 课程目标与毕业要求的关系

课程目标	支撑的毕业要求	支撑的毕业要求指标点
课程目标 1	毕业要求 3 [学科素养]	3.1 [基础理论] 具备无机化学、有机化学、分析化学（含仪器分析）、物理化学、结构化学、化工基础及化学教学论的基础知识、基本原理。基于化学核心素养，将化学知识学习、能力发展结合起来，解决实际化学问题。
课程目标 2	毕业要求 4 [教学能力]	4.1 [教学理论] 掌握教育学、心理学和学科教学等教师教育类课程的理论与方法。
课程目标 3	毕业要求 6 [综合育人]	6.1 [育人理念] 以学生为本，了解中学生身心发展的规律和观念形成的特点，关注中学生品德、心理和行为习惯养成。
		6.2 [育人实践] 掌握中学生思想品德和行为养成的过程与方法，结合化学学科在育人中的科学价值，组织主题教育、课外化学教学技能竞赛、创新创业项目研究，开展综合育人活动，获得综合育人能力。

四、课程内容

(一) 课程内容与课程目标的关系

课程内容	支撑的课程目标	教学方法	学时安排
绪论	课程目标 1/2/3	课堂讲授、案例分析	1
气体 PVT 性质	课程目标 1/2/3	课堂讲授、案例分析	4
化学热力学	课程目标 1/2/3	课堂讲授、案例分析	30
化学平衡及相平衡	课程目标 1/2/3	课堂讲授、案例分析	13
电化学	课程目标 1/2/3	课堂讲授、案例分析	10
化学动力学	课程目标 1/2/3	课堂讲授、案例分析	10
表面及胶体化学	课程目标 1/2/3	课堂讲授、案例分析	12
合计			80

(二) 课程内容

绪 论

【学习目标】

物理化学绪论部分的学习目标通常旨在为学生奠定该学科的基础知识和理解框架，激发学习兴趣，并明确后续学习的方向和重点。

【课程内容】

物理化学课程的内容、任务、研究方法、特点和学习方法。包括物理化学的目的和内容；物理化学的研究方法；物理化学的建立与发展；物理化学课程的学习方法。

【重点、难点】

重点：阐明“物理化学”学科含义、内容、方法、以及学习物理化学的方法。

难点：物理化学课程的内容与任务；理化学课程的研究方法。

【教学方法】

1. 课程导入：例如“在日常生活中，我们会观察到很多有趣的现象，比如水在不同温度下有不同的状态，铁会生锈，蜡烛燃烧会发光发热等等。这些现象背后隐藏着怎样的科学原理呢？”引导学生认识到物理化学就是研究这些现象背后规律的学科。

2. 知识点讲授：介绍物理化学的研究对象，包括化学现象中的物理本质。阐述

其重要性及在多领域的应用。说明该学科的研究方法，如理论推导与实验验证结合。激发学生对物理化学的兴趣，为后续学习奠定基础。

3. 总结归纳：明确物理化学的研究范畴与重要性。强调其对理解化学现象本质的关键作用。通过绪论激发学生兴趣，使其认识到该学科方法与应用价值，为后续深入学习做好准备，开启探索物理化学世界的大门。

【学习要求】

学生课前认真预习相关内容，课堂认真听讲，完成课后习题巩固课堂学习内容。

【复习与思考】

1. 物理化学在现代科技中的具体应用有哪些？
2. 如何将物理化学的理论与实际生活联系起来？

【学习资源】

《物理化学》—1_哔哩哔哩_bilibili

模块一 气体的 PVT 性质

【学习目标】

1. 理解基本概念，掌握 PVT 三要素的定义；理解理想气体与实际气体的区别。
2. 掌握理想气体状态方程。
3. 理解实际气体的 PVT 行为。
4. 掌握气体的其他重要性质。

【课程内容】

1. 理想气体状态方程及其应用，理解理想气体的微观模型。
2. 阐述实际气体与理想气体的偏差，引入压缩因子概念，介绍范德华方程等实际气体状态方程，以及对应状态原理。

【重点、难点】

重点：理想气体状态方程及应用；实际气体状态方程，尤其是范德华方程。理解气体的 PVT 关系在不同状态下的表现。

难点：实际气体对理想气体的偏差分析；运用实际气体状态方程进行计算和理解其物理意义。

【教学方法】

1. 课程导入：同学们，在我们的日常生活中，气体无处不在。从我们呼吸的空气到各种工业生产中用到的气体。那么，大家有没有思考过气体的压力、体积和温度之间有着怎样的关系呢？今天，我们就来一起探索气体的 PVT 性质。

2. 知识点讲授：通过讲授法、启发式、案例教学法，使学生理解理想气体状态方程及其应用，实际气体与理想气体的偏差，引入压缩因子。重点讲解范德华方程

及对应状态原理。帮助学生理解气体的压力、体积和温度关系，为后续物理化学学习奠定基础。

3. 总结归纳：引导学生通过思维导图进行。

【学习要求】

上课认真听讲，及时做好笔记，认真完成课堂练习和作业。

【复习与思考】

1. 思考气体 PVT 性质在哪些领域有重要应用？比如化工生产、环境保护、航空航天等。

2. 如何利用气体 PVT 性质进行工艺优化和设备设计？

【学习资源】

气体 pvt 性质 ppt 学习教案 - 豆丁网 (docin.com)

模块二 化学热力学

【学习目标】

1. 掌握热力学基本概念和定律。
2. 能运用热力学方法分析化学过程。
3. 理解热力学函数的物理意义。
4. 学会计算热力学参数并判断过程的方向和限度。

【课程内容】

1. 热力学基本概念介绍
2. 热力学第一定律
3. 热力学第二定律
4. 热力学函数关系
5. 化学平衡
6. 相平衡

【重点、难点】

重点：热力学三大定律的理解与应用，包括掌握热力学第一定律中能量的转化与守恒，熟练运用热力学第二定律判断过程的方向和限度，理解热力学第三定律对规定熵值的作用。热力学函数如内能、焓、熵、吉布斯自由能等的物理意义及计算方法，能够根据不同条件选择合适的热力学函数进行分析。化学平衡和相平衡的条件及平衡常数的计算，理解平衡移动的原理及影响因素。

难点：对热力学第二定律中熵的概念的深入理解，以及运用熵判据和吉布斯自由能判据来判断复杂化学过程的自发性。准确计算各种过程中的热力学函数变化，特别是涉及相变和化学反应的情况。理解相平衡中相图的含义及复杂相图的分析，

掌握多相平衡体系的特点和变化规律。

【教学方法】

1. 课程导入：从生活中常见的热现象，如冰的融化、水的沸腾等引入，激发学生思考热与能量变化的关系，进而导入化学热力学。

2. 知识点讲授：化学热力学主要包括热力学三大定律等内容。重点讲解内能、焓、熵等热力学函数。通过实例分析能量转化及过程的方向和限度。阐述化学平衡和相平衡的条件与计算方法。让学生理解热力学在化学中的重要应用，为后续学习奠定基础。

3. 总结归纳：引导学生通过思维导图进行。

【学习要求】

上课认真听讲，及时做好笔记，认真完成课堂练习和作业。

【复习与思考】

1. 重新回顾热力学第一定律的定义：系统内能的变化等于系统从外界吸收的热量与外界对系统所做的功之和。

2. 为什么热量不能自发地从低温物体传向高温物体？这与微观粒子的运动状态有何关系？

3. 热力学第二定律对能源利用和环境保护具有重要指导意义。思考如何运用热力学第二定律的原理来促进能源的可持续利用和减少环境污染？

【学习资源】

物理化学（上）-2.4 热力学第一定律-网易公开课 (163.com)

模块三 化学平衡及相平衡

【学习目标】

1. 理解化学平衡的概念及特征。
2. 掌握化学平衡常数的计算方法。
3. 学会运用平衡判据判断反应方向。
4. 了解影响化学平衡的因素及调控方法。

【课程内容】

1. 化学平衡的引入
2. 化学平衡的条件
3. 平衡常数的概念
4. 平衡常数的计算
5. 相平衡的概念
6. 相图的分析

7. 化学平衡与相平衡的联系

【重点、难点】

重点：化学平衡方面，重点是理解化学平衡的概念，掌握化学平衡常数的表达式及计算方法，能够运用平衡判据判断化学反应的方向和限度。熟悉各种因素如温度、压力、浓度等对化学平衡的影响及勒夏特列原理的应用。相平衡方面，重点在于理解相、组分数、自由度等基本概念，掌握相图的分析方法，能够从相图中获取有关物质状态变化的信息，以及了解相平衡在实际中的应用，如蒸馏、结晶等过程的原理依据。

难点：化学平衡的难点在于复杂反应体系中平衡常数的计算及多因素影响下平衡移动的分析。相平衡的难点在于理解复杂相图的结构和变化规律，尤其是三相点、共熔点等特殊点的含义以及对不同区域物质状态的准确判断。同时，将化学平衡与相平衡的知识综合运用解决实际问题也具有一定难度。

【教学方法】

1. 课程导入：通过展示一些化学反应达到平衡的实例以及不同物质相态变化的现象，引出化学平衡及相平衡的话题。

2. 知识点讲授：首先讲解化学平衡的概念和条件，介绍平衡常数的计算。接着阐述相平衡的基本概念和相图分析方法。通过实例分析化学平衡与相平衡的关系，如在特定条件下物质的相变对化学反应的影响等。强调两者在实际中的应用，如化工生产中的分离提纯过程，使学生深入理解这两个重要的物理化学内容。

3. 总结归纳：引导学生通过思维导图进行。

【学习要求】

学生具有一定数学、化学知识。上课认真听讲，及时做好笔记，完成课堂练习和作业。

【复习与思考】

1. 在特定温度和压力下，如何根据化学平衡常数判断一个化学反应进行的方向和限度？如果反应体系中存在多种物质，如何确定主要的反应方向？

2. 对于复杂的相图，如何准确确定不同区域内物质的相态以及在相态转变过程中化学平衡会受到哪些影响？

3. 在实际工业生产中，如何利用化学平衡和相平衡的原理来优化反应条件和分离提纯过程？例如，如何通过调节温度、压力等因素实现高效的产物分离。

【学习资源】

第三部分——多组分系统热力学：009 依数性_哔哩哔哩_bilibili

模块四 电化学

【学习目标】

1. 理解电化学的基本概念和原理。学生应掌握原电池和电解池的工作原理，包括电极反应、电池反应以及能斯特方程等。能够分析不同条件下电极电势的变化，理解电化学系统中的能量转化过程，为后续深入学习电化学相关知识奠定坚实基础。

2. 掌握电化学的计算方法。学会计算电池电动势、电极电势、反应的吉布斯自由能变化等重要参数。能够运用这些计算方法分析电化学实验数据，判断化学反应的可行性和方向。

【课程内容】

1. 电化学基本概念引入
2. 原电池原理讲解
3. 电解池原理分析
4. 电极电势的概念
5. 能斯特方程及其应用
6. 电化学的计算方法
7. 电化学的应用领域

【重点、难点】

重点：掌握电极电势、能斯特方程等概念及计算，理解原电池和电解池原理，了解电化学应用领域。

难点：深刻理解电极电势含义，复杂体系中运用能斯特方程及分析电池反应过程。

【教学方法】

1. 课程导入：展示常见电池，引出电化学主题，激发学生对电与化学结合现象的好奇。

2. 知识点讲授：讲解电极电势、原电池与电解池原理等。重点阐述能斯特方程及电化学计算，介绍其在能源等领域的应用。

3. 总结归纳：引导学生通过思维导图进行。

【学习要求】

上课认真听讲，及时做好笔记，认真完成课堂练习和作业。

【复习与思考】

1. 在实际应用中，如何根据电化学原理选择合适的电极材料来提高电池的性能？请结合具体的电池类型进行分析。

2. 从电化学的角度分析，为什么金属在潮湿的环境中更容易发生腐蚀？有哪些方法可以防止金属腐蚀？

【学习资源】

物理化学（下）-8-1 电化学-网易公开课 (163.com)

模块五 化学动力学

【学习目标】

1. 理解化学动力学基本概念，如反应速率、速率常数等，为后续学习奠定基础。
2. 掌握不同反应级数的特点及速率方程的推导和应用。
3. 学会运用化学动力学方法分析反应机理，判断反应步骤。
4. 了解温度、催化剂等因素对反应速率的影响及调控机制。

【课程内容】

1. 化学动力学引入
2. 反应速率的定义
3. 速率方程与反应级数
4. 简单级数反应的特点
5. 复杂反应的处理
6. 温度对反应速率的影响
7. 催化剂的作用

【重点、难点】

重点：掌握反应速率的定义及表示方法，熟悉不同级数反应特点和速率方程。理解温度对反应速率的影响及阿仑尼乌斯方程。能分析复杂反应机理，了解催化剂作用。

难点：确定复杂反应机理较难，需综合推断反应路径。理解活化能概念及温度影响机制不易。分析催化剂作用机制复杂，不同催化剂作用方式不同。

【教学方法】

1. 课程导入：从生活中化学反应快慢现象引入动力学。
2. 知识点讲授：首先讲解反应速率的概念及表示方法，让学生明确如何衡量化学反应的快慢。接着介绍不同反应级数的特点和速率方程，通过实例分析帮助学生理解。对于复杂反应，如对峙反应和平行反应，讲解其处理方法和分析思路。重点阐述温度对反应速率的影响，引入阿仑尼乌斯方程，分析其意义和应用。最后介绍催化剂的作用原理和特点，使学生了解催化剂在化学动力学中的重要性。
3. 总结归纳：引导学生通过思维导图进行。

【学习要求】

上课认真听讲，及时做好笔记，认真完成课堂练习和作业。

【复习与思考】

1. 对于一个复杂的化学反应，如何通过实验方法确定其反应机理和反应级数？请结合具体实例进行说明。
2. 温度对化学反应速率的影响非常显著，请从化学动力学的角度解释温度升高

为什么会加快反应速率？并讨论在实际生产中如何利用温度来调控化学反应。

【学习资源】

物理化学（二）-第五讲 化学动力学概述-网易公开课 (163.com)

模块六 表面及胶体化学

【学习目标】

1. 理解表面张力、表面能等基本概念，认识其在胶体体系中的重要性。
2. 掌握胶体的性质与分类，能区分不同类型胶体的特点。
3. 学会分析胶体的稳定性因素及破坏胶体稳定的方法。
4. 了解胶体在实际生活和工业生产中的应用。

【课程内容】

1. 表面张力与表面能的概念
2. 弯曲液面的附加压力
3. 胶体的基本性质
4. 胶体的分类
5. 胶体的稳定性
6. 胶体的应用

【重点、难点】

重点：掌握表面张力等概念，胶体性质与分类，稳定性因素。理解其在实际中的重要性，为应用奠定基础。

难点：深刻理解表面张力产生机制，分析复杂胶体体系的稳定性。将理论知识与实际应用相结合，需较强的综合分析能力。

【教学方法】

1. 课程导入：通过展示生活中的胶体现象，如雾、果冻等，引出表面积胶体化学的主题。
2. 知识点讲授：先讲解表面张力等基本概念，再介绍胶体的性质分类。结合实例分析胶体稳定性及应用，加深学生理解。
3. 总结归纳：引导学生通过思维导图进行。

【学习要求】

上课认真听讲，及时做好笔记，认真完成课堂练习和作业。

【复习与思考】

1. 在实际生活中，有哪些现象可以用胶体的性质来解释？请举例说明并分析其原理。
2. 如何提高胶体的稳定性？可以从哪些方面进行考虑？请结合所学知识进行阐

述。

【学习资源】

东南大学考研课程：物理化学-讲 第十二章 胶体化学（上）-网易公开课
(163.com)

五、实践教学安排

1. 本课程无实践学时安排、实践教学环节的设计等；
2. 通过将物理化学的理论与实际应用的案例结合，使学生获得应用上的初步认识。

六、考核方式

（一）考核方式

课程考核方式分为过程性考核和期末考核。

过程性考核方式包括学风养成、课堂表现、平时作业和随堂测验。

期末考核采用闭卷考试。

（二）考核方式与课程目标的关系

课程目标	考核内容及所占比例（%）	考核方式
课程目标 1 (40%)	基本概念和基本知识 40% 重要聚合物、化学性质 30% 聚合物合成原理30%	学风养成、课堂表现、平时作业、随堂测验、期末考试
课程目标 2 (30%)	问题解决能力（聚合物合成方法）60% 理论与实际相结合40%	学风养成、课堂表现、平时作业、随堂测验、期末考试
课程目标 3 (30%)	科学研究基本方法 60% 知识储备更新40%	学风养成、课堂表现、平时作业、随堂测验、期末考试

七、成绩评定

（一）评定方式

总成绩 = 过程性考核成绩（30%）+ 期末考核成绩（70%）。

过程性考核成绩 = 学风养成（20%）+ 课堂表现（30%）+ 平时作业（30%）+ 随堂测验（20%）。

(二) 评分标准

序号	课程目标	评价项目	评分标准				
			90-100	80-89	70-79	60-69	0-59
			优	良	中	及格	不及格
1	课程目标 1	课堂表现	认真听课，积极互动，主动讨论，发言积极。	上课较认真，互动较积极，发言次数较多。	上课能作一点笔记，互动有一定自主性，能够发言。	上课不太认真，有互动但不多，很少发言。	听课很不认真，不互动也不发言。
2	课程目标 1/2/3	平时作业	作业内容完整，独立完成全部作业要求。书写端正，对问题有详细透彻的分析。	作业内容完整，独立完成作业要求。书写端正，但对问题分析较全面。	作业内容完整，独立完成作业要求，书写端正，没有对问题进行分析。	作业内容完整，独立完成作业要求。书写较凌乱，没有对问题进行分析。	作业内容不完整，没有达到作业要求。
3	课程目标 2	学风养成	积极参与，主动学习，按时完成任务，展现高度自律。	表现积极，按时提交作业，课堂参与度高，学习态度认真。	基本遵守纪律，按时完成部分任务，课堂参与一般。	偶尔拖延，参与度和作业完成情况一般，需加强自律。	频繁缺勤，作业提交不及时，学习态度消极，缺乏参与。
4	课程目标 1/2/3	随堂测验	积极主动地学习实践，能解答全部问题，能解决相关拓展问题。	积极主动地学习实践，能解答全部问题，不能解决相关拓展问题。	积极主动地学习实践，能解答大部分问题，不能解决相关拓展问题。	积极主动地学习实践，能解答部分问题，不能解决相关拓展问题。	积极学习实践，不能解答大部分问题，不能解决相关拓展问题。
5	课程目标 1/2/3	期末考核	详见期末试题评分标准				

八、选用教材

教材名称	编者	出版社	出版时间	是否马工程教材	备注
《物理化学》第六版	刘俊吉	高等教育出版社	2017.08	否	

九、主要参考书目

- [1] 胡英.《物理化学》，高等教育出版社. 2014
- [2] 沈文霞.《物理化学核心教程》，科学出版社.2009
- [3] Atkins,《Atkins,s Physical Chemsitry》第7版，高等教育出版社.2015

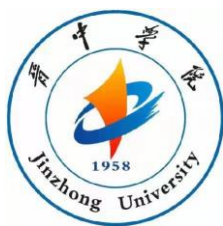
十、课程学习建议

建议学生每周至少投入课外学习时间 8-10 小时，以深化理解和拓展知识。具体学习建议如下：

预习与复习：课前预习新章节，标注难点，提高课堂学习效率；课后及时复习，巩固记忆，形成知识体系。

阅读教材与参考书：深入研读教材，理解基本概念与原理。同时，推荐阅读相关领域的经典参考书或研究论文，拓宽视野，提升学习兴趣。

参与讨论与答疑：积极参与课堂讨论，与同学交流心得，解决疑惑。利用学校提供的答疑时间或网络平台，向老师请教不懂的问题。



应用化学专业 《无机化学实验》 课程大纲

晋中学院化学化工系

2023年8月

《无机化学实验》课程大纲

一、课程信息

课程名称	无机化学实验 / Inorganic Chemistry Experiment		
课程编码	230910908B、 230910909B	适用专业	应用化学
先修课程	无	修读学期	第一学年、二学期
课程类别	学科专业基础课程	课程性质	<input checked="" type="checkbox"/> 必修 <input type="checkbox"/> 选修
设置类别	独立设课	课程学分	2.5
课程学时	87	考核方式	<input type="checkbox"/> 考试 <input checked="" type="checkbox"/> 考查
执笔人	李敏	审核人	张保柱

二、课程简介

《无机化学实验》是应用化学专业人才培养目标的有机组成部分。本课程传授学生基础化学知识、基本操作方法和实验技术，注重培养应用化学专业学生的动手能力、观察能力、分析问题解决问题的能力，为学生科学素养及科研工作的形成提供坚实的基础。本课程包括无机化学实验基础操作、化学原理实验、无机化合物制备及元素实验四部分，无机化学实验与高中化学实验课程相衔接，同时又是后续分析化学、有机化学等实验课程及其他专业课程的重要基础，具有承上启下的作用。

通过无机化学实验课程的学习与训练，使学生牢固能够树立安全意识，正确记录实验数据，准确计算和表达实验结果，牢记常用普通仪器和测量仪器的使用方法；熟记无机化学实验的基本操作方法和技能技巧，提高实验操作的规范性，积累实验技能水平，培养学生的实验素养与严谨的科学态度；在实验中通过观察实验现象使学生获得感性认识，进一步加深对无机化学基本理论及无机元素和化合物基本性质及其变化规律的了解与掌握，综合运用所学知识实现物质的分离、提纯及制备符合要求的化学物质，解决生产生活实践中的一般的无机化学问题。培养学生的观察能力、实验实践能力、分析问题解决问题的能力及探究实验现象产生的本质原因的能力，进一步为后续实验课程的学习和从

事科研打下一定基础。

三、课程目标

(一)课程目标

通过本课程的学习，学生可以达到以下目标：

课程目标 1：学会规范的化学实验操作，能够准确而详实的记录实验数据并整理和撰写实验报告。通过实验课程熟记无机化学实验的基本操作规范和操作技能，加深对无机化学基础知识和元素及其化合物性质变化规律的记忆，增强解决实际无机化学问题的能力。【毕业要求 2：问题分析】

课程目标 2：能够综合运用所学无机化学知识解决一般性的化学问题，具有独立查阅参考书目和文献资料的能力，通过独立设计实验方案并论述方案的内容与合理性，初步学会现代实验与分析技术，具备设计开发解决方案的能力。【毕业要求 3：设计开发解决方案】

课程目标 3：通过对无机化学实验数据的有效分析，实验方法与内容的归纳与总结，获取无机化学相关基础知识。通过对实验数据的分析处理及对相关资料的查阅，获得初步进行科学研究的能力。【毕业要求 4：研究】

课程目标 4：在实验操作中，独立使用无机化学实验相关仪器及数据分析软件对实验数据整理分析，培养实事求是的科学态度、一丝不苟的科研精神、良好的团队合作精神和较强的协调能力。【毕业要求 5：使用现代工具】

(二)课程目标与毕业要求的关系

课程目标	支撑的毕业要求	支撑的毕业要求指标点
课程目标 1	毕业要求 2 【问题分析】	2.3 能应用基本工程原理来筛选备选方案。
课程目标 2	毕业要求 3 【设计开发解决方案】	3.1 能在法律、安全、环境等外部约束条件下设计解决方案。
课程目标 3	毕业要求 4 【研究】	4.2 能准确获取、分析和处理实验数据，对实验结果进行分析和解释，能通过与理论值比较，独立分析和解释实验结果，得到合理有效的结论。

课程目标 4	毕业要求 5 【使用现代工具】	5.2 针对具体应用化工的对象，能够选择与使用恰当的现代仪器、信息技术工具、工程工具和专业模拟软件，进行合理的预测与模拟，并理解其局限性。
--------	--------------------	---

四、实验项目设置与要求

(一)实验项目与课程目标的关系

序号	实验项目名称	实验学时	实验类型	分组要求	开出要求	支撑课程目标
1	安全教育，仪器的认领、洗涤、干燥	3	验证	2人一组	必做	课程目标 1, 2, 3, 4
2	由粗食盐制备试剂级氯化钠	3	综合	2人一组	必做	课程目标 1, 2, 3, 4
3	硫酸亚铁铵的制备	3	设计	2人一组	必做	课程目标 1, 2, 3, 4
4	转化法制备硝酸钾	3	综合	2人一组	必做	课程目标 1, 2, 3, 4
5	溶液的配制	3	验证	2人一组	必做	课程目标 1, 2, 3, 4
6	酸碱滴定	3	验证	2人一组	必做	课程目标 1, 2, 3, 4
7	二氧化碳分子量的测定	3	验证	2人一组	必做	课程目标 1, 2, 3, 4
8	氢气的制备和铜相对原子量的测定	3	验证	2人一组	必做	课程目标 1, 2, 3, 4
9	摩尔气体常数的测定	3	验证	2人一组	必做	课程目标 1, 2, 3, 4
10	化学反应速率与活化能	3	验证	2人一组	必做	课程目标 1, 2, 3, 4
11	醋酸解离度和解离常数的测定	6	验证	2人一组	必做	课程目标 1, 2, 3, 4
12	碱式碳酸铜的制备	3	设计	2人一组	必做	课程目标 1, 2, 3, 4
13	$I_3^- = I^- + I_2$ 平衡常数的测定	3	验证	2人一组	选做	课程目标 1, 2, 3, 4
14	水溶液中的解离平衡	3	验证	2人一组	必做	课程目标 1, 2, 3, 4
15	氧化还原反应和氧化还原平衡	3	验证	2人一组	必做	课程目标 1, 2, 3, 4
16	一种钴(III)配位化合物的制备	3	综合	2人一组	必做	课程目标 1, 2, 3, 4
17	主族金属(碱金属、碱土金属、铝、锡、铅、铋、铊)	3	验证	2人一组	必做	课程目标 1, 2, 3, 4
18	P 区非金属元素(一)(卤素、氧、硫)	3	验证	2人一组	必做	课程目标 1, 2, 3, 4
19	p 区非金属元素(二)(氮族、硅、硼)	3	验证	2人一组	必做	课程目标 1, 2, 3, 4

20	常见非金属阴离子的分离与鉴定	3	验证	2人一组	必做	课程目标 1, 2, 3, 4
21	ds 区元素(铜、银、锌、镉、汞)	3	验证	2人一组	必做	课程目标 1, 2, 3, 4
22	常见阳离子的分离与鉴定(一)	3	验证	2人一组	必做	课程目标 1, 2, 3, 4
23	常见阳离子的分离与鉴定(二)	3	验证	2人一组	必做	课程目标 1, 2, 3, 4
24	第一过渡系元素(钪、钛、铬、锰)	3	验证	2人一组	必做	课程目标 1, 2, 3, 4
25	第一过渡系元素(铁、钴、镍)	3	验证	2人一组	必做	课程目标 1, 2, 3, 4
26	离子鉴定和未知物的鉴别	6	设计	2人一组	必做	课程目标 1, 2, 3, 4
27	胆矾结晶水的测定	3	验证	2人一组	选做	课程目标 1, 2, 3, 4
28	两种水合草酸合铜(II)酸钾晶体的制备及表征	6	综合	2人一组	必做	课程目标 1, 2, 3, 4
29	高锰酸钾的制备-固体碱熔氧化法	6	综合	2人一组	选做	课程目标 1, 2, 3, 4
30	离子交换法制备纯水	3	验证	2人一组	选做	课程目标 1, 2, 3, 4
31	磺基水杨酸合铁配合物的组成及稳定常数的测定	3	验证	2人一组	选做	课程目标 1, 2, 3, 4
合计		87				

注：实验类型：演示/验证/综合/设计；开出要求：必做/选做；分组要求：几人一组。

(二)实验项目

1. 安全教育、仪器认领和洗涤

【实验目的】了解无机化学实验室规则和要求；熟悉无机化学实验安全规则和；初步认识无机化学实验常用仪器的主要用途和使用方法；掌握常用仪器的洗涤和干燥方法。

【实验原理】安全意识，规则意识。

【主要试剂及仪器设备】酒精灯、烧杯、试管、量筒、蒸发皿、滴定管等。

【内容提要】化学实验室要求及规则、实验室安全及突发事件处理、玻璃仪器认领、洗涤和干燥。

【实验安排】教师介绍无机化学实验室规则、要求、安全守则及事故处理方法；讲解并演示常用仪器的洗涤和干燥方法；学生 2 人一组，认领无机化学实验常用仪器，动手按照洗净标准洗涤一件仪器。

【教学方法与手段】课堂讲授、演示法

【实验报告要求】写出实验目的，归纳总结实验安全规则、事故处理方

法及常用仪器的洗涤和干燥方法；写出实验的体会与心得。

2. 由粗食盐制备试剂级氯化钠

【实验目的】掌握化学方法提纯 NaCl 的原理；掌握溶解、沉淀、常压过滤、减压过滤、蒸发浓缩、结晶和烘干等基本操作。

【实验原理】利用过滤的方法除去泥沙等不溶性杂质，用化学方法除去粗食盐中含有 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 K^{+} 和 SO_4^{2-} 等可溶性杂质。

【主要试剂及仪器设备】蒸发皿、烧杯、研钵、减压过滤装置、水浴锅、台秤。

【内容提要】粗盐提纯的一般思路：物理提纯与化学提纯、蒸发结晶操作。

【实验安排】教师讲解粗盐提纯的原理，如何除去不溶性杂质，如何采用化学除杂法除去可溶性杂质，介绍实验中需要用的试剂、仪器及实验操作注意事项，安排学生 2 人一组进行实验并详细记录实验结果。

【教学方法与手段】课堂讲授、演示法

【实验报告要求】简述实验目的、实验原理、实验内容（可用流程图表示）及实验方法，写出相应反应方程式；概括减压过滤基本操作的要点；详细记录实验数据及实验结果；写出实验的体会与讨论；完成实验思考题。

3. 硫酸亚铁铵的制备

【实验目的】理解和掌握复盐的性质，根据有关原理及数据设计制备复盐硫酸亚铁铵；进一步掌握水浴加热、溶解、过滤、蒸发、结晶等基本操作。

【实验原理】复盐的合成、溶解、蒸发及结晶的基本操作。

【主要试剂及仪器设备】水浴锅；蒸发皿；减压过滤装置；烘箱；比色管。

【内容提要】亚铁盐的制备及注意事项、复盐的制备及蒸发结晶。

【实验安排】教师提前告知设计实验内容，学生查阅相关资料设计实验方案。对学生所设计试验方案的可行性进行分析与讨论，确立合适的实验方案及具体的实验步骤，安排学生 2 人一组选择合适的试剂、仪器制备硫酸亚铁铵，计算产率。

【教学方法与手段】课堂讨论、研究性教学

【实验报告要求】列出实验目的、实验原理及实验方法，写出相关反应方程式；计算反应的理论产率，记录实验数据；计算产率并讨论实验结果，写出实验的体会与讨论；完成实验思考题。

4. 转化法制备硝酸钾

【实验目的】学习用转换法制备硝酸钾；掌握重结晶法提纯物质的原理；

进一步巩固溶解、蒸发、过滤、间接热浴和重结晶等操作。

【实验原理】利用温度对物质溶解度影响的不同，用复分解法制备盐类。

【主要试剂及仪器设备】大试管、酒精灯、量筒、热滤漏斗、减压过滤装置、烘箱。

【内容提要】硝酸钠与氯化钾的复分解反应，利用不同物质溶解度随温度变化情况不同获得产物。

【实验安排】教师讲解实验原理、实验操作及注意事项；学生 2 人一组用硝酸钠与氯化钾制备硝酸钾，计算产率。采用 AgNO_3 对样品的纯度进行检验，记录实验结果。

【教学方法与手段】课堂讲授、演示法

【实验报告要求】简述实验目的、实验原理及实验内容，写出相关方程式；记录实验现象与实验数据，计算产率并讨论实验结果，完成课后思考题。

5. 溶液的配制

【实验目的】掌握一般溶液的配制方法和基本操作；学会正确使用量筒、移液管、容量瓶和相对密度计；进一步练习称量操作，熟练掌握电子天平的使用方法。

【实验原理】固体溶解：精确、粗略配制溶液 $c = \frac{n}{V}$ ；浓溶液稀释：精确、粗略配制溶液 $c_{\text{稀}} V_{\text{稀}} = c_{\text{浓}} V_{\text{浓}}$ 。

【主要试剂及仪器设备】量筒，移液管，容量瓶，相对密度计，台秤，电子天平。

【内容提要】固体及液体物质的粗略与精确量取，溶液的粗配与精配。

【实验安排】教师讲解粗略或精确配制一定浓度固体/液态样品的溶液的方法、所需试剂的用量、称取或量取所用试剂的量器及溶液配制方法，学生 2 人一组按要求配制不同浓度的溶液。

【教学方法与手段】课堂讲授、演示法

【实验报告要求】写出实验目的、实验原理，简述移液管，容量瓶的使用方法；写出固体、液体配制不同要求的溶液的方法；记录实验数据，并准确计算出所配制溶液的浓度；完成实验思考题。

6. 酸碱滴定

【实验目的】掌握酸碱滴定的原理、滴定操作及正确判断滴定终点。

【实验原理】酸碱中和反应

【主要试剂及仪器设备】移液管、滴定管、锥形瓶等。

【内容提要】酸碱滴定的基本操作，指示剂使用的注意事项。

【实验安排】教师讲解酸碱滴定的原理，指示剂的选择，滴定重点的判

断，演示酸碱滴定的基本操作，要求学生 2 人一组分别用酸式滴定管和碱式滴定管标定粗略配制的溶液的准确浓度。

【教学方法与手段】课堂讲授、演示法

【实验报告要求】简述实验目的、实验原理，概括滴定操作要点及实验步骤；列表记录并处理实验数据；分析数据；完成实验习题。

7. CO₂ 相对分子质量的测定

【实验目的】了解气体密度法测定气体相对分子质量的原理的方法；加深理解理想气体状态方程和阿伏伽德罗定律；巩固使用启普发生器和洗、干燥气体的装置。

【实验原理】理想气体状态方程；阿伏伽德罗定律。

【主要试剂及仪器设备】启普发生器；洗气瓶；干燥管；具塞小锥形瓶；电子分析天平；台秤；气压计。

【内容提要】比密度法测定 CO₂ 相对分子质量

【实验安排】教师讲解 CO₂ 气体制备的原理、装置的使用，气体中可能存在的主要杂质及除去方法，气体的收集方法及比密度法计算气体的相对分子质量，演示操作；学生 2 人一组称完成气体的发生、纯化与收集，记录相关数据，计算 CO₂ 气体的相对分子质量。

【教学方法与手段】课堂讲授、演示法

【实验报告要求】简述实验目的、实验原理并写出相关反应方程式，完成气体的发生、纯化与收集，记录并处理实验数据；分析误差原因；完成实验习题。

8. 氢气的制备和铜相对原子量的测定

【实验目的】掌握气体的发生、收集、净化和干燥的基本操作；掌握氢气的安全使用方法；熟练掌握启普发生器的使用方法；掌握氢气还原性氧化铜测定铜的相对原子质量的原理和方法。

【实验原理】利用氢气的还原性还原氧化铜，计算铜的相对原子质量。

【主要试剂及仪器设备】支管；洗气瓶；干燥管；电子天平；瓷舟。

【内容提要】氢气的制备、纯度检验及还原氧化铜

【实验安排】教师讲解原理氢气制备的实验原理，请其中可能存在的杂质及除去方法，氢气使用的注意事项，氧化铜还原的原理、操作及注意事项，铜相对原子量的计算方法，演示实验的基本操作，学生 2 人一组安装仪器，制备纯净氢气还原氧化铜，计算铜的相对原子量。

【教学方法与手段】课堂讲授、演示法

【实验报告要求】简述实验目的、实验原理，概括氢气的发生及收集方

法，气体净化、干燥的基本操作；简述氢气纯度检验注意事项；记录并处理实验数据；分析误差原因；完成实验习题。

9. 摩尔气体常数的测定

【实验目的】学会摩尔气体常数的基本测定方法；掌握理想气体状态方程和道尔顿分压定律的应用。

【实验原理】理想气体状态方程；分压定律。

【主要试剂及仪器设备】量气管；平衡管；电子分析天平；量筒；试管；气压计。

【内容提要】氢气的制备，气体体积的测量。

【实验安排】教师讲解原理摩尔气体常数测定的基本原理，测量装置的使用，仪器的密闭性检验方法，实验操作中的注意事项，气体摩尔常数的计算方法，演示气体密闭性检查的基本操作；学生 2 人一组准确质量的锌片与盐酸反应制备氢气；测量的氢气体积，记录数据，计算气体摩尔常数。

【教学方法与手段】课堂讲授、演示法

【实验报告要求】简述实验目的、实验原理并写出相关反应方程式；概括实验操作要点；记录并处理实验数据；分析误差原因；完成实验习题。

10. 化学反应速率和活化能的测定

【实验目的】了解浓度、温度和催化剂对反应速度的影响；测定指定反应的反应速度；学会通过实验数据计算反应级数、反应速度常数和反应的活化能。

【实验原理】反应速率与浓度、温度和催化剂的关系。

【主要试剂及仪器设备】秒表、烧杯、量筒、恒温水浴锅。

【内容提要】化学反应速率方程、阿伦尼乌斯公式的应用。

【实验安排】教师讲解反应速率的原理及注意事项，使学生理解实验中的近似处理及实验方案，讲授利用反应速率方程对反应速率常数的计算方法及通过改变温度测定反应的活化能的方法，利用阿伦尼乌斯公式计算活化能等。学生 2 人一组测定不同浓度、不同温度下的反应时间并完成数据的记录与处理。

【教学方法与手段】课堂讲授、演示法

【实验报告要求】简述实验目的、实验原理及实验方案，完整记录实验数据，准确计算反应级数、反应速度常数和反应的活化能，写出实验的体会与讨论；完成实验思考题。

11. 醋酸解离度和解离常数的测定

【实验目的】了解强碱滴定弱酸指示剂的选择原则；进一步掌握滴定原

理，滴定操作及正确判断滴定终点；练习使用 pH 计。

【实验原理】酸碱滴定、酸碱解离平衡。

【主要试剂及仪器设备】量筒；移液管；容量瓶；碱式滴定管；台秤；电子天平；pH 计。

【内容提要】采用酸碱滴定的原理及弱酸解离平衡计算醋酸的解离度。

【实验安排】教师讲解酸碱滴定法对醋酸浓度进行标定的原理、操作，讲解醋酸解离常数的基本方法，演示 pH 使用步骤；学生 2 人一组配制醋酸；用已知准确浓度的氢氧化钠标定醋酸的浓度；配制不同浓度醋酸溶液，测定各浓度溶液的 pH 值，计算醋酸解离常数。

【教学方法与手段】课堂讲授、演示法

【实验报告要求】简述实验目的、实验原理；完整记录实验数据；准确计算出不同浓度醋酸的解离度和解离常数；分析误差原因；完成实验思考题。

12. 碱式碳酸铜的制备

【实验目的】了解反应条件的选择方法；学会确定制备反应合适的条件；初步培养独立设计实验的能力。

【实验原理】温度与化学计量比对化学反应的影响。

【主要试剂及仪器设备】试管；烧杯；恒温水浴锅；烘箱；减压过滤装置。

【内容提要】探索碱式碳酸铜制备的适宜温度与比例，选择最优条件制备碱式碳酸铜。

【实验安排】教师提前告知学生实验内容，学生查阅相关资料确定实验方案，在课堂中讨论所设计实验方案的可行性，将讨论结果整合获得可行的试验方案，选取合适的试剂及仪器探索碱式碳酸铜制备的最优条件，制备碱式碳酸铜并计算产率。

【教学方法与手段】课堂讲授、研究性教学

【实验报告要求】简述实验目的、实验原理并写出相关方程式，列表记录实验现象，确定最佳实验条件；记录实验现象并计算产品产率；写出实验的体会与疑问；完成实验习题。

13. $I_3^- = I^- + I_2$ 平衡常数的测定

【实验目的】加强对化学平衡、平衡常数的理解，掌握平衡移动原理；进一步巩固滴定操作。

【实验原理】化学平衡移动原理。

【主要试剂及仪器设备】碘量瓶；移液管；碱式滴定管；量筒；锥形瓶。

【内容提要】通过化学平衡移动的原理测定 $I_3^- = I^- + I_2$ 的平衡常数。

【实验安排】教师讲授实验原理及操作点；学生 2 人一组在碘量瓶中建立 $I_3^- = I^- + I_2$ ；用硫代硫酸钠滴定水溶液中碘的浓度。

【教学方法与手段】课堂讲授、演示法

【实验报告要求】简述实验原理；列表记录并处理实验数据，计算该反应的平衡常数；对比文献值分析误差原因；完成实验习题。

14. 水溶液中的解离平衡

【实验目的】掌握缓冲溶液的配制并试验其性能；掌握同离子效应对酸碱平衡和沉淀溶解平衡的影响；掌握盐类水解以及抑制水解的方法；加深理解溶度积原理。

【实验原理】酸碱解离平衡、同离子效应；沉淀溶解平衡、沉淀的生成、溶解剂转化。

【主要试剂及仪器设备】试管；离心试管；离心机。

【内容提要】根据酸碱解离平衡、沉淀溶解平衡的原理解释实验现象。

【实验安排】教师讲解原理，学生 2 人一组完成根据实验要求实验内容，观察并记录实验现象，用化学基本原理解释其中原因。

【教学方法与手段】课堂讲授、演示法

【实验报告要求】简述列出实验目的、实验步骤；重点记录实验现象，分析实验结果及实验现象产生的原因并写出反应方程式；完成实验思考题。

15. 氧化还原反应

【实验目的】了解原电池装置以及浓度对电极电势的影响；掌握浓度、酸度对电极电势、氧化还原方向、产物、速率的影响；掌握常用氧化剂和还原剂的反应。

【实验原理】氧化还原平衡、能斯特方程。

【主要试剂及仪器设备】试管；伏特计；盐桥；电极架。

【内容提要】根据氧化还原反应平衡原理推断化学反应进行的方向、氧化还原电势高低并解释实验现象。

【实验安排】教师讲解相关内容，演示原电池装置的构建；学生 2 人一组根据实验内容完成实验操作并记录实验现象，利用理论知识解释实验现象。

【教学方法与手段】课堂讲授、演示法

【实验报告要求】简述实验目的、实验步骤；重点记录实验现象，根据氧化还原平衡中的知识，分析实验结果；完成实验思考题。

16. 一种钴(III)配位化合物的制备

【实验目的】掌握制备金属配位化合物的最常用的方法—水溶液中的取代反应和氧化还原反应；了解基本原理和方法；学会对配位化合物组成初步

推断。

【实验原理】以适当的配体取代 Co(II) 的水合配离子中的水分子，以 H_2O_2 将其氧化为 Co(III) 的配合物。

【主要试剂及仪器设备】托盘天平、烧杯、锥形瓶、恒温水浴锅、烘箱、温度计。

【内容提要】采用直接配位与氧化还原的方法由低价金属盐制备高价金属配位化合物。

【实验安排】教师讲解原理配合物制备的一般方法，配合物制备的基本思路及所用试剂的作用、讲述配合物组成鉴定的一般方法，学生 2 人一组完成实验内容，记录实验现象。

【教学方法与手段】课堂讲授、演示法

【实验报告要求】简述实验原理、实验目的和步骤并写出相关反应方程式，重点记录实验现象；分析配合物组成；完成实验思考题。

17. 主族金属(碱金属、碱土金属、铝、锡、铅、铋、铊)

【实验目的】比较碱金属、碱土金属的活泼性；试验并比较碱土金属、铝、锡、铅的氢氧化物和盐类的溶解性；练习焰色反应并熟悉使用金属钠、钾的安全措施。

【实验原理】原子结构影响金属单质的活泼性，氢氧化物的酸碱性及盐的溶解性。

【主要试剂及仪器设备】烧杯、试管、小刀、镊子、坩埚、离心试管、离心机。

【内容提要】主族金属元素单质与化合物的性质。

【实验安排】教师讲解实验的基本内容，学生 2 人一组完成实验内容，注意观察实验现象加深理论知识的印象。

【教学方法与手段】课堂讲授、演示法

【实验报告要求】简述实验目的、实验步骤或实验流程；重点记录实验现象，总结实验结果并写出实验现象产生的原因及相关方程式，完成实验思考题。

18. p 区非金属元素(一)(卤素、氧、硫)

【实验目的】学习氯气、次氯酸盐、氯酸盐的制备方法；练习气体的发生、收集和仪器装配技能；掌握卤素、次氯酸盐、氯酸盐氧化性强弱的区别；掌握不同氧化态硫化合物的主要性质；了解氯、溴、氯酸钾的安全操作。

【实验原理】物质结构对活泼非金属及其含氧酸的氧化性、氢化物的还原性的影响。

【主要试剂及仪器设备】试管、圆底烧瓶、温度计、滴管、表面皿、离心机。

【内容提要】卤素单质、低价氧化物的制备方法及其氧化性、不同氧化态硫化合物的主要性质。

【实验安排】教师讲解. p 区非金属元素(一)的实验内容, 学生 2 人一组完成实验内容, 观察并记录实验现象。

【教学方法与手段】课堂讲授、演示法

【实验报告要求】简述实验目的、实验步骤或实验流程; 重点记录实验现象, 总结实验结果并写出实验现象产生的原因及相关方程式, 完成实验思考题。

19. p 区非金属元素(二)(氮族、硅、硼)

【实验目的】试验并掌握不同氧化态氮化合物的主要性质; 试验磷酸盐的酸碱性和溶解性; 掌握硼酸和硼砂的主要性质; 练习硼砂珠实验的操作。磷酸盐、硅酸盐、硼酸盐。

【实验原理】不同氧化态的氮的化合物的氧化性变化规律, 磷酸盐、硅酸盐、硼酸盐的溶解性变化规律。

【主要试剂及仪器设备】试管、酒精灯、烧杯。

【内容提要】不同氧化态 N 化合物的性质, 磷酸盐的酸性与溶解性, 磷酸盐、硅酸盐与硼酸盐的部分性质。

【实验安排】教师讲解原理及实验操作; 学生 2 人一组完成实验内容, 观察并详细记录实验现象, 总结实验结果。

【教学方法与手段】课堂讲授、演示法

【实验报告要求】简述实验目的、实验步骤或实验流程; 重点记录实验现象, 总结实验结果并写出实验现象产生的原因及相关方程式, 完成实验思考题。

20. 常见非金属阴离子的分离与鉴定

【实验目的】学习和掌握常见阴离子的分离与鉴定方法; 熟练离子检出的操作。

【实验原理】酸碱平衡、氧化还原平衡与沉淀溶解平衡的应用。

【主要试剂及仪器设备】试管、离心试管、点滴板、离心机。

【内容提要】利用给定试剂对十种阴离子进行鉴定。

【实验安排】教师讲述操作注意事项, 学生 2 人一组设计并完成实验内容, 注意观察实验现象并进行记录, 总结现象并归纳原因。

【教学方法与手段】课堂讲授、演示法

【实验报告要求】简述实验目的、实验步骤或实验流程；重点记录实验现象，总结实验结果并写出实验现象产生的原因及相关方程式，完成实验思考题。

21. ds 区元素(铜、银、锌、镉、汞)

【实验目的】了解铜、银、锌、镉、汞氢氧化物或氧化物的酸碱性；掌握 Cu(I)、Cu(II)重要化合物的性质及相互转化条件；试验并熟悉铜、银、锌、镉、汞的配位能力，及 Hg_2^{2+} 和 Hg^{2+} 的转化。

【实验原理】ds 区元素的原子结构使其氢氧化物的碱性减弱、稳定性减小，形成配合物的能力增强。

【主要试剂及仪器设备】试管、离心试管、点滴板、离心机。

【内容提要】铜、银、锌、镉、汞氢氧化物或氧化物的酸碱性；Cu(I)、Cu(II)重要化合物的性质及相互转化条件；铜、银、锌、镉、汞的配位能力，及 Hg_2^{2+} 和 Hg^{2+} 的转化。

【实验安排】教师讲解原理及离心机使用注意事项；学生 2 人一组完成实验内容，注意观察并记录实验现象，分析原因并归纳总结。

【教学方法与手段】课堂讲授、演示法

【实验报告要求】简述实验目的、实验步骤或实验流程；重点记录实验现象，总结实验结果并写出实验现象产生的原因及相关方程式，完成实验思考题。

22. 常见阳离子的分离与鉴定(一)

【实验目的】进一步巩固掌握一些金属元素及其化合物的性质；了解常见阳离子混合液的分离和检出的方法以及巩固检出离子的操作。

【实验原理】沉淀溶解平衡、氧化还原平衡。

【主要试剂及仪器设备】试管、烧杯、离心试管、离心机。

【内容提要】根据沉淀溶解平衡、氧化还原平衡的原理对阳离子进行分离。

【实验安排】教师讲解原理；学生 2 人一组完成实验内容，观察实验现象，记录实验结果并分析原因。

【教学方法与手段】课堂讲授、演示法

【实验报告要求】简述实验目的、实验步骤或实验流程；重点记录实验现象，总结实验结果并写出实验现象产生的原因及相关方程式，完成实验思考题。

23. 常见阳离子的分离与鉴定(二)

【实验目的】学习混合离子分离的方法。进一步巩固离子鉴定的条件和

方法；熟练应用常见元素(Ag、Hg、Pb、Cu、Fe)的化学性质。

【实验原理】沉淀溶解平衡、氧化还原平衡。

【主要试剂及仪器设备】试管、烧杯、离心试管、离心机。

【内容提要】根据沉淀溶解平衡原理对阳离子进行分离。

【实验安排】教师讲解实验原理；学生 2 人一组完成实验内容，记录实验现象并对实验结果进行归纳总结。

【教学方法与手段】课堂讲授、演示法

【实验报告要求】简述实验目的、实验步骤或实验流程；重点记录实验现象，总结实验结果并写出实验现象产生的原因及相关方程式，完成实验思考题。

24. 第一过渡系元素(一)(钛、钒、铬、锰)

【实验目的】掌握钛、钒、铬和锰主要氧化态的化合物的重要性质；掌握铬(VI)及锰(VII)化合物的强氧化性；掌握各氧化态的相互转化。

【实验原理】副族元素具有多种可变的氧化态，不同氧化态具有不同的存在形式，各种氧化态在一定条件下可以相互转化。

【主要试剂及仪器设备】试管、烧杯、离心试管、离心机。

【内容提要】铬、锰元素不同氧化态化合物的性质及相互转化。

【实验安排】教师讲解原理及实验注意事项；学生 2 人一组完成实验内容，观察实验现象并记录实验结果。

【教学方法与手段】课堂讲授、演示法

【实验报告要求】简述实验目的、实验步骤或实验流程；重点记录实验现象，总结实验结果并写出实验现象产生的原因及相关方程式，完成实验思考题。

25. 第一过渡系元素(二)(铁、钴、镍)

【实验目的】了解铁、钴、镍氢氧化物的生成和性质，掌握二价铁、钴、镍的还原性及三价铁、钴、镍的氧化性递变规律；掌握铁盐的氧化还原性；了解铁、钴、镍配合物的生成并掌握 Fe^{2+} 、 Fe^{3+} 、 Co^{2+} 和 Ni^{2+} 的鉴定方法。

【实验原理】沉淀溶解平衡、氧化还原平衡、配位解离平衡。

【主要试剂及仪器设备】试管、烧杯、离心试管、离心机。

【内容提要】低价化合物的还原性与高价化合物的氧化性变化规律、不同价态金属离子的配位能力。

【实验安排】教师讲解原理；学生 2 人一组完成实验内容，注意观察实验现象。

【教学方法与手段】课堂讲授、演示法

【实验报告要求】简述实验目的、实验步骤或实验流程；重点记录实验现象，总结实验结果并写出实验现象产生的原因及相关方程式，完成实验思考题。

26. 离子鉴定和未知物的鉴别

【实验目的】运用所学的元素及化合物的基本性质，进行常见物质的鉴别或鉴定；进一步巩固常见阳离子和阴离子重要的基本知识。

【实验原理】不同元素形成的硫化物、硫酸盐、卤化物等沉淀颜色及其溶解度大小不同，同一元素不同价态的化合物氧化还原性质不同。

【主要试剂及仪器设备】试管、离心试管、离心机。

【内容提要】利用沉淀溶解平衡、酸碱解离平衡的原理对未知盐进行鉴定。

【实验安排】提前给出带分离离子，学生 2 人一组查阅相关资料设计实验方案；课堂讨论实验方案的可行性，通过讨论总结获得可靠的试验方案，完成实验内容。

【教学方法与手段】课堂讲授、演示法

【实验报告要求】简述实验目的、实验步骤或实验流程；重点记录实验现象，总结实验结果并写出实验现象产生的原因及相关方程式，完成实验思考题。

27. 胆矾结晶水的测定

【实验目的】了解结晶水化合物中结晶水含量的测定原理和方法；熟悉分析天平、干燥器、烘箱的使用；掌握马弗炉的使用。

【实验原理】 $\text{CuSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ 加热脱去结晶水，且产物不分解。根据脱水前后的质量确定结晶水合物的组成。

【主要试剂及仪器设备】分析天平、干燥器、烘箱、马弗炉、坩埚。

【内容提要】胆矾加热脱水并测定加热前后质量变化确定结晶水合物的组成。

【实验安排】教师讲解实验原理，讲师马弗炉使用方法，注意提醒学生马弗炉的安全使用，防止烫伤；学生 2 人一组完成实验内容，注意观察实验现象。

【教学方法与手段】课堂讲授、演示法

【实验报告要求】简述实验目的、实验步骤或实验流程；重点记录实验现象，总结实验结果并写出实验现象产生的原因及相关方程式，完成实验思考题。

28. 两种水合草酸合铜(II)酸钾晶体的制备及表征

【实验目的】通过实验制备两种不同晶型的水合草酸合铜(II)酸钾晶体，并通过热重分析对两种草酸合铜(II)酸钾晶体进行结构表征。

【实验原理】反应条件对配合物组成的影响，热重分析法。

【主要试剂及仪器设备】烧杯、恒温水浴锅、蒸发皿、减压过滤装置、热重分析仪。

【内容提要】直接配位法制备草酸合铜酸钾配合物，根据不同浓度结晶析出两中含有不同结晶水的配合物并采用热重分析研究配合物的组成。

【实验安排】教师讲解原理，演示热重分析的使用方法和工作原理；学生2人一组完成实验内容，注意观察实验现象。

【教学方法与手段】课堂讲授、演示法

【实验报告要求】简述实验目的、实验步骤或实验流程；重点记录实验现象，总结实验结果并写出实验现象产生的原因及相关方程式，完成实验思考题。

29. 高锰酸钾的制备-固体碱熔氧化法

【实验目的】学习碱熔法由二氧化锰制备高锰酸钾的基本原理和操作方法。熟悉熔融、浸取。巩固过滤、结晶和重结晶等基本操作。掌握锰的各种氧化态之间相互转化关系。

【实验原理】 $3\text{MnO}_2 + \text{KClO}_3 + 6\text{KOH} = 3\text{KMnO}_7 + \text{KCl} + 3\text{H}_2\text{O}$ 。

【主要试剂及仪器设备】烘箱、减压过滤装置、铁坩埚。

【内容提要】高锰酸钾的制备、过滤、结晶和重结晶操作。

【实验安排】教师讲解高锰酸钾的制备原理；分配学生2人一组完成实验内容，注意观察实验现象。

【教学方法与手段】课堂讲授、演示法

【实验报告要求】简述实验目的、实验步骤或实验流程；重点记录实验现象，总结实验结果并写出实验现象产生的原因及相关方程式，完成实验思考题。

30. 离子交换法制备纯水

【实验目的】了解离子交换法制纯水的基本原理，掌握其操作方法；掌握水质检验的原理和方法；巩固酸度计的使用，学会电导率仪的使用。

【实验原理】 $\text{R-SO}_3\text{H} + \text{M}^+ \rightarrow \text{R-SO}_3\text{M} + \text{H}^+$ ； $\text{R-N}(\text{CH}_3)\text{OH} + \text{HX} \rightarrow \text{R-N}(\text{CH}_3)\text{X} + \text{H}_2\text{O}$ ；通过离子交换除去水中的 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} 等杂质离子。

【主要试剂及仪器设备】试管、离心试管、离心机。

【内容提要】离子交换法对混合物进行分离提纯。

【实验安排】安排学生对离子交换柱的知识进行了解，教师讲解原理；

布置学生 2 人一组完成实验内容，注意观察实验现象。

【教学方法与手段】课堂讲授、演示法

【实验报告要求】简述实验目的、实验步骤或实验流程；重点记录实验现象，总结实验结果并写出实验现象产生的原因及相关方程式，完成实验思考题。

31. 磺基水杨酸合铁配合物的组成及稳定常数的测定

【实验目的】了解光度法测定配合物的组成及其稳定常数的原理和方法；测定 $\text{pH} < 2.5$ 时磺基水杨酸铁的组成及其稳定常数。

【实验原理】同 pH 条件下制备的磺基水杨酸铁的组成不同，以一定波长的单色光测定一系列组分变化的溶液的吸光度，确定配合物的组成及其稳定常数。

【主要试剂及仪器设备】分光光度计。

【内容提要】根据配位解离平衡的原理对配合物的稳定常数进行测定。

【实验安排】教师讲解朗博-比尔定律，示范分光光度计的用法及原理；组织学生 2 人一组完成实验内容，注意观察实验现象并记录实验结果。

【教学方法与手段】课堂讲授、演示法

【实验报告要求】简述实验目的、实验步骤或实验流程；重点记录实验现象，总结实验结果并写出实验现象产生的原因及相关方程式，完成实验思考题。

五、考核方式

(一) 考核方式

课程考核方式分为过程性考核、期末考核与技能考核。

过程性考核成绩以实验报告成绩为准。

期末考核采用闭卷考试。

(二) 考核方式与课程目标的关系

课程目标	考核内容及所占比例 (%)	考核方式
课程目标 1 (30%)	实验室安全知识及应急措施(物质的结构、性质及实验现象记录) (50%); 实验规范操作及注意事项 (25%); 实验数据的记录、分析和处理 (25%)	过程性考核、 实验技能、 期末考试

课程目标	考核内容及所占比例 (%)	考核方式
课程目标 2 (20%)	利用无机化学实验的基本知识与基本原理解决一般化学问题的能力 (50%); 利用化学知识设计试验方案解决化学问题的能力 (50%)	过程性考核、 实验技能、 期末考试
课程目标 3 (30%)	对实验结果进行总结与反思的能力 (60%); 利用无机化学实验知识分析解决问题的能力 (40%)	过程性考核、 实验技能、 期末考试
课程目标 4 (20%)	学生在实验讨论环节中用简洁明了的语言清晰、有条理的传达复杂信息的能力 (50%); 实验过程中及时分享实验数据、发现的问题以及解决方案, 确保团队信息的同步和更新的能力 (50%)	过程性考核、 实验技能

六、成绩评定

(一) 评定方式

总成绩 = 过程性考核成绩 (30%) + 技能成绩 (40%) + 期末考核成绩 (30%)。

过程性考核成绩即为实验报告成绩。

(二) 评分标准

序号	课程目标	评价项目	评分标准				
			90-100	80-89	70-79	60-69	0-59
			优	良	中	及格	不及格
1	课程目标 1/2/3/4	实验报告	按时完成报告, 格式规范, 字迹规整, 内容完整, 绘图精美, 实验结果分析深入合理, 思考题回答准确、完整。	按时完成报告, 格式规范, 字迹较规整, 内容基本完整, 绘图规范, 实验结果分析合理, 思考题回答较准确、完整。	按时完成报告, 格式欠规范, 字迹欠规整, 绘图较规范, 实验结果分析较合理, 思考题回答完整。	催交, 格式欠规范, 字迹不规整, 绘图欠规范, 实验结果分析不深入或无分析, 思考题回答不完整。	反复催交, 格式不规范, 字迹不规整, 绘图不规范, 无结果分析, 不回答思考题或催交未果。

序号	课程目标	评价项目	评分标准				
			90-100	80-89	70-79	60-69	0-59
			优	良	中	及格	不及格
2	课程目标 1/2/3/4	实验技能	能够流畅陈述实验流程，完整并准确的准备实验器材，实验操作规范，时间安排合理，实验数据准确或产率高。	能够较为流畅的陈述实验流程，实验器材准备妥当，实验操作规范，时间安排较合理，实验数据较准确或产率较高。	能够基本陈述实验流程，不能全部准备好实验器材、实验操作欠规范，不能在规定时间内完成实验，实验数据欠准确或产率不高。	不清楚实验流程，实验器材准备欠妥，实验操作欠规范，时间安排欠合理，实验数据不准确或产率非常低。	对实验流程一无所知，不能独立准备实验器材，实验操作不规范，时间安排不合理或不能进行实验操作。
3	课程目标 1/2/3/4	期末考核	详见期末考试评分细则				

七、教学参考资源(含课程思政资源)

1. 主要参考书目

- [1] 张四方主编. 大学化学实验丛书. 北京: 中国石化出版社, 2011年5月。
- [2] 中山大学等校编, 石建新, 巢辉. 无机化学实验(第四版, 修订版). 北京: 高等教育出版社, 2019年6月
- [3] 古映莹, 郭丽萍. 无机化学实验. 北京: 科学出版社, 2013年9月。

2. 与实验课程相关主要网站

- [1] <https://www.icourse163.org/course/TJU-1205725805>
- [2] <https://www.icourse163.org/course/FAFU-1002044008>
- [3] <https://www.icourse163.org/course/TJU-1206703829>
- [4] <https://www.icourse163.org/course/DUT-1206590814>

八、选用教材

教材名称	编者	出版社	出版时间	是否马工程教材	备注
无机化学实验 (第四版)	北京师范大学, 东北师范大学, 华中师范大学, 南京师范大学	高等教育出版社	2014年7月	否	

九、课程学习建议

1. 课外学习时间要求

预习时间：建议每次实验课前至少花费 1 小时左右进行预习，预习内容包括实验目的、原理、步骤、所需仪器和试剂等，能够做到在没有实验参考书目的条件下对实验内容做到胸有成竹。

实验后总结与报告时间：实验结束后，学生应花费 1 小时的时间来整理实验数据、分析实验结果、撰写实验报告，并对实验过程中遇到的问题进行反思和总结，将实验报告撰写完整。

2. 学习建议

预习：预习是实验成功的关键，学生在实验课前应认真阅读实验教材，明确实验目的和要求，了解实验原理和步骤，并思考可能出现的问题和解决方案，撰写预习报告。

认真操作：在实验过程中，学生应严格按照实验步骤和操作规程进行操作，仔细观察实验现象和数据。

独立思考：在实验中，尝试用自己的知识来解释实验现象和数据，并提出自己的见解和观点。

团队协作：无机化学实验往往需要团队协作。学生应学会与同伴沟通和协作，共同解决问题，提高实验效率。

及时总结：实验结束后，学生应及时总结实验经验和教训，分析实验成功或失败的原因，并提出改进措施。同时，学生应认真撰写实验报告，将实验过程和结果记录下来，为今后的学习提供参考。

总之，无机化学实验的学习需要学生投入足够的时间和精力，并遵循科学的学习方法。通过充分的预习、认真的操作、独立的思考、良好的团队协作和及时的总结，学生可以更好地掌握无机化学实验的知识和技能，提高自己的综合素质和能力。



应用化学专业

《分析化学实验》

课程大纲

晋中学院化学化工系

2023年8月

《分析化学实验》课程大纲

一、课程信息

课程名称	分析化学实验/ Analytical Chemistry Experiments		
课程编码	230910910B	适用专业	应用化学
先修课程	无机化学	修读学期	第三学期
课程类别	学科专业基础课程	课程性质	<input checked="" type="checkbox"/> 必修 <input type="checkbox"/> 选修
设置类别	独立设课	课程学分	1.5
课程学时	48	考核方式	<input checked="" type="checkbox"/> 考试 <input type="checkbox"/> 考查
执笔人	李芬芳	审核人	张保柱

二、课程简介

《分析化学实验》是化学、应化、环境科学专业本科必修的专业基础课程。它密切配合分析化学理论课堂教学，通过分析化学实验对学生进行严格的实验技能训练，使其掌握基础和现代分析化学技术，巩固和加深对所学理论知识的理解和应用。分析化学实验课既注重与课堂教学的衔接，又注重实验教学的完整性和独立性。

三、课程目标

(一) 课程目标

课程目标 1：能应用基本工程原理来筛选备选方案。【毕业要求 2：问题分析】

课程目标 2：能在法律、安全、环境等外部约束条件下设计解决方案。【毕业要求 3：设计开发解决方案】

课程目标 3：针对具体应用化工的对象，能够选择与使用恰当的现代仪器、信息技术工具、工程工具和专业模拟软件，进行合理的预测与模拟，并理解其局限性。【支撑毕业要求 5：使用现代工具】

(二) 课程目标与毕业要求的关系

课程目标	支撑的毕业要求	支撑的毕业要求指标点
课程目标 1	毕业要求 2 【问题分析】	2.3 能应用基本工程原理来筛选备选方案。
课程目标 2	毕业要求 3 【设计开发解决方案】	3.1 能在法律、安全、环境等外部约束条件下设计解决方案。
课程目标 3	毕业要求 5 【使用现代工具】	5.2 针对具体应用化工的对象，能够选择与使用恰当的现代仪器、信息技术工具、工程工具和专业模拟软件，进行合理的预测与模拟，并理解其局限性。

四、实验项目设置与要求

(一) 实验项目与课程目标的关系

序号	实验项目	实验学时	实验类型	分组要求	开出要求	支撑课程目标
1	1.1 分析化学实验安全知识	3	验证	2	必做	课程目标 1、2、3
	1.2 分析天平的称量练习(递减称量法)		验证	2	必做	课程目标 1、2、3
2	量器的校准	3	验证	2	必做	课程目标 1、2、3
3	滴定分析基本操作(滴定终点的判断、操作练习)	3	验证	2	必做	课程目标 1、2、3
4	NaOH、HCl 标准溶液的配制浓度的标定	3	验证	2	必做	课程目标 1、2、3
5	有机酸含量的测定(方案设计)	3	设计	2	必做	课程目标 1、2、3
6	食用白醋中总酸含量的测定(方案设计)	3	设计	2	必做	课程目标 1、2、3
7	混合碱的分析(双指示剂法)	3	设计	2	必做	课程目标 1、2、3
8	EDTA 标准溶液的配制和标定(一)	3	综合	2	必做	课程目标 1、2、3
9	水的总硬度及其钙硬、镁硬的测定(方案设计)	3	设计	2	必做	课程目标 1、2、3
10	EDTA 标准溶液的配制和标定(二)	3	综合	2	必做	课程目标 1、2、3
11	铅、铋混合液中铅铋含量的测定	3	综合	2	必做	课程目标 1、2、3
12	高锰酸钾标准溶液的配制与标定	3	综合	2	必做	课程目标 1、2、3

13	高锰酸钾法测定过氧化氢的含量	3	验证	2	必做	课程目标 1、2、3
14	高锰酸盐指数的测定	3	综合	2	必做	课程目标 1、2、3
15	分光光度法测定高锰酸盐指数	3	验证	2	必做	课程目标 1、2、3
16	间接碘量法测定铜盐中的铜	3	验证	2	必做	课程目标 1、2、3
合计		48				

注：实验类型：演示/验证/综合/设计；开出要求：必做/选做；分组要求：几人一组。

(二) 实验项目

1.1 分析化学实验的基本知识

【实验目的】

了解分析化学实验的基本知识及要求；了解化学分析实验的基本操作技术；了解滴定分析中量器的基本操作；了解分析化学实验报告的书写要求；认领仪器。

【主要试剂及仪器设备】

酸（碱）式滴定管；烧杯；量筒；移液管；锥形瓶；试剂瓶。

【内容提要】

介绍分析化学实验的基本知识，溶液的配制方法和实验报告撰写要求。

【实验安排】

教师先讲授分析化学实验的基本知识及基本要求，书写实验报告的基本要求，实验的基本操作技术，量器的使用方法，然后学生分两人一组认领仪器，分别贴标号，打扫实验室卫生。

【教学方法与手段】

(1) 理论讲解：通过课堂讲解，让学生了解分析化学实验基本知识和基本要求。

(2) 问题讨论：引导学生针对实验中可能遇到的问题进行讨论，培养解决问题的能力。

【实验场所】

分析化学实验室

【实验报告要求】

简述分析化学实验的基本知识，基本要求，酸碱滴定管及量器的基本操作技术，实验报告的书写要求。

1.2 分析天平的称量练习

【实验目的】

了解分析天平的构造及其使用方法；掌握分析天平正确的称量方法及使用规则、注意事项；学会用直接法和差减法称取试样。

【实验原理】

电磁力学平衡原理

【实验仪器】

电子天平（0.1mg）；100ml小烧杯；称量瓶。

【内容提要】

（1）称量法的分类和应用

介绍直接称量法和间接称量法的原理、操作步骤和应用范围。

（2）实验仪器

介绍分析天平的使用方法和注意事项。

（3）实验步骤

详细讲解间接称量法的步骤，强调操作过程中的注意事项。

（4）注意事项和问题处理

强调分析天平的日常维护和操作要点。讨论可能遇到的问题及解决方法。

【实验场所】

分析天平室

【实验安排】

教师先讲授分析天平的原理、构造、操作步骤及注意事项，然后学生分两人一组进行实验测定，强调实验中正确记录称量数据。

【教学方法与手段】

（1）理论讲解：通过课堂讲解，让学生了解天平的使用方法。

（2）演示操作：教师现场演示电子天平的操作过程和注意事项。

（3）实践操作：学生分组进行实际操作。

（4）问题讨论：引导学生针对实验中可能遇到的问题进行讨论，培养解决问题的能力。

【实验报告要求】

简述称量原理、称量方法，保留正确的有效数字，实验数据尽量采用表格形式，思考题要求写在实验报告上。

2. 容量器皿的校准

【实验目的】

考查学生对分析化学实验中量器的应用；考查学生对滴定管、移液管、吸量管和容量瓶的操作；继续熟悉分析天平的称量的操作。

【实验原理】

绝对校准法和相对校准法。

【主要试剂及仪器设备】

电子天平（0.1mg）.; 酸式滴定管；碱式滴定管；容量瓶；移液管。

【内容提要】

（1）了解相对较准和绝对校准的原理。

（2）实验步骤

详细讲解相对较准法的步骤，强调操作过程中的注意事项。

（3）注意事项和问题处理

强调玻璃仪器滴定管的日常维护和操作要点。讨论可能遇到的问题及解决方法。

【实验安排】

教师先讲授实验的原理、操作步骤及注意事项，然后学生分两人一组进行实验测定。

【教学方法与手段】

（1）理论讲解：通过课堂讲解，让学生了解容量器皿的校准原理。

（2）演示操作：教师现场演示操作过程和注意事项。

（3）实践操作：学生分组进行实际操作。

（4）问题讨论：引导学生针对实验中可能遇到的问题进行讨论，培养解决问题的能力。

【实验场所】

分析化学实验室。

【实验报告要求】

简述绝对校准法和相对校准法的原理、操作步骤，应根据所用仪器的精度，如实记录，保留正确的有效数字，实验数据尽量采用表格形式，思考题要求写在实验报告上。

3. 滴定分析基本操作练习

【实验目的】

学习滴定操作；初步掌握准确确定终点的方法；了解NaOH标准溶液的配制方法；熟悉指示剂的性质和终点颜色的变化；正确观察和记录消耗滴定剂的体积。

【实验原理】

盐酸和氢氧化钠相互滴定的过程中，同一指示剂指示终点，不断改变被滴定溶液的体积，则滴定剂的用量亦随之变化，但滴定的体积之比基本不变。

【主要试剂及仪器设备】

滴定管；容量瓶；移液管；试剂瓶；量筒。

【内容提要】

(1) 0.1 mol/L HCl与0.1 mol·L⁻¹ NaOH溶液的配制

(2) 滴定操作练习：酸碱溶液的相互滴定

详细讲解酸碱滴定操作的步骤，强调操作过程中的连续滴定、悬而不滴的操作方法。

(3) 数据记录与实验报告示例

强调数据记录方法和要点，讨论可能遇到的问题及解决方法。

【实验安排】

教师先讲授滴定分析的原理、操作步骤及注意事项，然后学生分两人一组进行实验测定。

【教学方法与手段】

(1) 理论讲解：通过课堂讲解，让学生了解滴定法的原理和操作步骤。

(2) 演示操作：教师现场演示操作过程和注意事项。

(3) 实践操作：学生分组进行实际操作。

(4) 问题讨论：引导学生针对实验中可能遇到的问题进行讨论，培养解决问题的能力。

【实验场所】

分析化学实验室

【实验报告要求】

简述实验原理、实验步骤，实验数据体积的记录应保留两位有效数字，实验数据要采用表格形式，体积比要求相对平均偏差不大于0.3%。

4. NaOH和HCl标准溶液浓度的标定

【实验目的】

进一步熟悉指示剂的性质和终点颜色的变化；学习基准物质标定酸碱标准溶液浓度的方法；掌握准确确定终点的方法。

【实验原理】

酸碱标准溶液采用间接配制法配制，因此必须用基准物质标定其准确浓度，只要标定出其中任何一种溶液的浓度，然后根据体积比即可计算出另一种溶液的浓度。

【主要试剂及仪器设备】

酸式滴定管；碱式滴定管；容量瓶；移液管；试剂瓶；量筒。

【内容提要】

(1) 0.1mol·L⁻¹NaOH溶液的配制及标定

讲解NaOH溶液的标定所用的基准试剂和滴定过程中用到的指示剂。

(2) 滴定操作：NaOH溶液的标定过程

详细讲解NaOH溶液的标定过程，继续强调操作过程中的连续滴定、悬而不滴的操作方法。

(3) 数据记录与实验报告示例

强调数据记录方法和要点。讨论可能遇到的问题及解决方法。

【实验安排】

实验安排：教师先讲授标定酸碱的基准试剂、标定原理、方法、操作步骤及注意事项，然后学生分两人一组进行实验测定。

【教学方法与手段】

(1) 理论讲解：通过课堂讲解，让学生了解NaOH标定的原理和操作步骤。

(2) 演示操作：教师现场演示操作过程和注意事项。

(3) 实践操作：学生分组进行实际操作。

(4) 问题讨论：引导学生针对实验中可能遇到的问题进行讨论，培养解决问题的能力。

【实验场所】

分析化学实验室

【实验报告要求】

简述实验原理、实验步骤，应根据所用仪器精度如实记录，保留正确的有效数字，实验数据要用表格形式，正确计算氢氧化钠、盐酸标准溶液的准确浓度，要求相对平均偏差不得大于0.3%，思考题要写在实验报告上。

5. 有机酸含量的测定

【实验目的】

学习酸碱滴定法在有机酸测定中的应用。

【实验原理】

草酸是二元弱酸，其两级解离常数都相差不大，故不能分步滴定，由于其最后一级K_a一般并不小，因此可以用氢氧化钠作滴定剂，按照多元酸一次完全滴定。

【主要试剂及仪器设备】

碱式滴定管；移液管；锥形瓶。

【内容提要】

(1) 草酸溶液的配制

(2) 草酸含量的计算

讲解通过酸碱滴定计算草酸含量的方法和实验操作步骤，强调操作过程中终点颜色的变化。

(3) 数据记录与实验报告示例

强调数据记录方法和要点。讨论可能遇到的问题及解决方法。

【实验安排】

教师先讲授有机酸含量测定的原理，据此设计测定的方法和步骤，以及实验中的注意事项，学生以两人一组开始实验测定。

【教学方法与手段】

(1) 理论讲解：通过课堂讲解，让学生了解有机酸含量测定的原理和操作步骤并自己设计测定的方法和步骤。

(2) 演示操作：教师现场演示操作过程和注意事项。

(3) 实践操作：学生分组进行实际操作。

(4) 问题讨论：引导学生针对实验中可能遇到的问题进行讨论，培养解决问题的能力。

【实验场所】

分析实验室

【实验报告要求】

简述实验原理、实验步骤，应根据所用仪器精度如实记录，保留正确的有效数字，实验数据要用表格形式，实验报告中要计算相对误差，并讨论产生误差的原因，思考题写在实验报告上。

6. 食用白醋中总酸含量的测定

【实验目的】

学习基准物质标定酸碱标准溶液浓度的方法；掌握准确确定终点的方法；了解食用白醋中总酸的成份；学会由液体试样分析方案的设计；进一步练习滴定中各种量器的操作技术；掌握食用白醋中总酸含量的测定方法。

【实验原理】

NaOH标准溶液采用间接配制法配制，因此必须用基准物质标定NaOH准确浓度，然后根据体积比即可计算出另一种溶液的浓度。食用白醋中的主要成分为乙酸，其 K_a 为 1.8×10^{-5} ，满足直接准确滴定一元弱酸的条件（ $CK_a \geq 10^{-8}$ ），因此可以用氢氧化钠直接滴定测定。

【主要试剂及仪器设备】

碱式滴定管；移液管；锥形瓶。

【内容提要】

(1) 0.1mol·L⁻¹NaOH溶液的配制以及标定

(2) 试液的制备

准确移取10.00mL食用白醋（HAc）置于100mL容量瓶中，用水稀释至刻度，摇匀备用。

(3) 总酸含量的测定及计算方法

讲解醋酸总酸含量的测定原理以及操作的步骤，强调操作过程中终点颜色的变化。

(4) 数据记录与实验报告示例

强调数据记录方法和要点。讨论可能遇到的问题及解决方法。

【实验安排】

教师先讲授标定酸碱的基准试剂、标定原理、方法,再讲授测定食用白醋的原理，然后设计实验思路、方法、步骤；强调实验中的注意事项，学生以两人一组开始实验测定。

【教学方法与手段】

(1) 理论讲解：通过课堂讲解，让学生了解醋酸含量测定的原理和操作步骤并让学生自行设计实验思路、方法、步骤。

(2) 演示操作：教师现场演示操作过程和注意事项。

(3) 实践操作：学生分组进行实际操作。

(4) 问题讨论：引导学生针对实验中可能遇到的问题进行讨论，培养解决问题的能力。

【实验场所】

分析实验室

【实验报告要求】

简述实验原理、实验步骤，应根据所用仪器精度如实记录，保留正确的有效数字，实验数据要用表格形式，醋酸结果含量以g/100mL表示，讨论实验中产生误差的原因，思考题写在实验报告上。

7. 混合碱的分析(双指示剂法)

【实验目的】

了解酸碱滴定法的应用；进一步熟练滴定操作和滴定终点的判断；掌握混合碱分析的测定原理、方法和结果的计算。

【实验原理】

工业混合碱一般有两种形式，采用盐酸标准溶液作为滴定剂，先后使用酚酞和甲基橙两种指示剂，在同一份试液中连续滴定，根据消耗滴定剂的体积，可以判断混合碱的组成并计算出各组分的含量。

【主要试剂及仪器设备】

酸式滴定管；移液管；锥形瓶。

【内容提要】

(1) 0.1mol·L⁻¹HCl溶液的配制以及标定

(2) 混合碱的判断及含量计算

讲解通过双指示剂判断混合碱的方法和实验操作步骤，强调操作过程中终点颜色的变化。

(3) 数据记录与实验报告示例

强调数据记录方法和要点。讨论可能遇到的问题及解决方法。

【实验安排】

教师先讲授混合碱测定的原理，然后设计测定的思路、方法和步骤，以及实验中的注意事项，并强调书写实验报告中存在的问题，学生以两人一组开始实验测定。

【教学方法与手段】

(1) 理论讲解：通过课堂讲解，让学生了解混合碱的分析和含量测定的原理和操作步骤。然后让学生自行设计该实验测定的思路、方法和步骤以及注意事项。

(2) 演示操作：教师现场演示操作过程和注意事项。

(3) 实践操作：学生分组进行实际操作。

(4) 问题讨论：引导学生针对实验中可能遇到的问题进行讨论，培养解决问题的能力。

【实验场所】

分析实验室

【实验报告要求】

简述双指示剂法测定混合碱的实验原理、实验步骤。正确记录保留有效数字位数，实验数据要用表格形式，计算结果以质量浓度表示，要求相对平均偏差不得大于0.3%，思考题写在实验报告上。

8. EDTA标准溶液的配制和标定（一）

【实验目的】

学习配制和标定EDTA标准溶液的方法，了解络合滴定法的特点；掌握铬黑T指示剂和钙指示剂的使用条件和在终点时颜色的变化。

【实验原理】

EDTA采用间接配制法配制，在pH为12~13的条件下，用碳酸钙基准试剂标定EDTA，选用钙指示剂指示终点。

【主要试剂及仪器设备】

酸式滴定管；移液管；锥形瓶。

【内容提要】

(1) 0.02mol/L EDTA标准溶液的配制

(2) EDTA标准溶液的标定

讲解用碳酸钙标准溶液标定EDTA以及所使用的指示剂以及用锌离子标准溶液标定EDTA以及所使用的指示剂及溶液所需要的 pH 。

(3) 数据记录与实验报告示例

强调数据记录方法和要点。讨论可能遇到的问题及解决方法。

【实验安排】

教师先讲授EDTA标准溶液的配制和标定的原理、方法、测定条件和步骤，以及实验中的注意事项，并强调书写实验报告的基本要求，学生以两人一组开始实验测定。

【教学方法与手段】

(1) 理论讲解：通过课堂讲解，让学生了解EDTA标准溶液的配制、标定和操作步骤。

(2) 演示操作：教师现场演示操作过程和注意事项。

(3) 实践操作：学生分组进行实际操作。

(4) 问题讨论：引导学生针对实验中可能遇到的问题进行讨论，培养解决问题的能力。

【实验场所】

分析实验室

【实验报告要求】

简述实验原理、实验内容、操作步骤简明扼要，正确保留有效数字位数，实验数据要用表格形式，正确计算EDTA的准确浓度，要求相对平均偏差不大于0.3%，实验报告中要计算相对误差，并讨论产生误差的原因。思考题要写在实验报告上。

9. 水的总硬度及其钙硬、镁硬的测定

【实验目的】

学习配制和标定EDTA标准溶液的方法，了解络合滴定法的特点；掌握铬黑T指示剂和钙指示剂的使用条件和在终点时颜色的变化；学习测定水的总硬度、钙硬度、镁硬度的原理和方法。

【实验原理】

EDTA采用间接配制法配制，在 pH 为12~13的条件下，用碳酸钙基准试

剂标定EDTA，选用钙指示剂指示终点；在pH≈10.00的NH₃-NH₄Cl的缓冲溶液中，以铬黑T为指示剂，用EDTA标准溶液直接测定水中钙离子和镁离子的总量，取等量水样，用40g·L⁻¹的NaOH溶液调节溶液的pH为12~13，使镁离子形成氢氧化镁沉淀，选用钙指示剂指示终点。用EDTA标准溶液测定溶液中的钙分量，镁分量即可由钙镁总量与钙分量之差求得。

【主要试剂及仪器设备】

酸式滴定管；移液管；锥形瓶。

【内容提要】

(1) 0.02mol/L EDTA标准溶液的配制与标定

讲解用碳酸钙标准溶液标定EDTA以及所使用的指示剂。

(2) 总硬度的测定和钙硬的测定

讲解水中总硬度的测定和钙硬的测定方法和步骤，强调操作过程中终点颜色的变化。

(3) 数据记录与实验报告示例

强调数据记录方法和要点，讨论可能遇到的问题及解决方法。

【实验安排】

教师先讲授EDTA标准溶液的配制和标定的原理、方法、测定条件和步骤，以及实验中的注意事项，再讲授水中钙离子和镁离子测定的原理、方法和步骤；以及实验中的注意事项，并强调上次实验报告中存在的问题，学生以两人一组开始实验测定。

【教学方法与手段】

(1) 理论讲解：通过课堂讲解，让学生了解水中钙镁离子含量测定的原理和操作步骤。

(2) 演示操作：教师现场演示操作过程和注意事项。

(3) 实践操作：学生分组进行实际操作。

(4) 问题讨论：引导学生针对实验中可能遇到的问题进行讨论，培养解决问题的能力。

【实验场所】

分析实验室。

【实验报告要求】

实验原理、实验内容、操作步骤简明扼要，正确保留有效数字位数，实验数据要用表格形式，正确计算水的总硬度及钙硬和镁硬，要求相对平均偏差不大于0.3%，要分析讨论产生误差的原因，提出提高测定准确度采取的措施和方法。

10. EDTA标准溶液的配制和标定（二）

【实验目的】

学习在酸性条件下标定EDTA标准溶液的方法。

了解络合滴定法的特点；

掌握二甲酚橙指示剂的使用条件和在终点时颜色的变化。

【实验原理】

EDTA采用间接配制法配制，用盐酸—六亚甲基四胺控制溶液pH为5~6，选用二甲酚橙为指示剂，以 $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 为基准试剂标定EDTA。

【主要试剂及仪器设备】

(1) 酸式滴定管；移液管；锥形瓶。

(2) EDTA, $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 。

【内容提要】

硫酸锌标准溶液的配制；

EDTA溶液的配制和标定。

【实验安排】

教师先讲授EDTA标准溶液的配制和标定的原理、方法、测定条件和步骤，以及实验中的注意事项，并强调书写实验报告的基本要求，学生以两人一组开始实验测定。

【教学方法与手段】

(1) 理论讲解：通过课堂讲解，让学生了解EDTA标准溶液的配制、另一种标定方法和操作步骤。

(2) 演示操作：教师现场演示操作过程和注意事项。

(3) 实践操作：学生分组进行实际操作。

(4) 问题讨论：引导学生针对实验中可能遇到的问题进行讨论，培养解决问题的能力。

【实验报告要求】

简述实验原理、实验内容、操作步骤简明扼要，正确保留有效数字位数，实验数据要用表格形式，正确计算EDTA的准确浓度，要求相对平均偏差不大于0.3%，实验报告中要计算相对误差，并讨论产生误差的原因。思考题要写在实验报告上。

11. 铅、铋混合液中铅铋含量的测定

【实验目的】

学习通过控制溶液酸度对 Pb^{2+} ， Bi^{3+} 进行连续滴定的原理和方法；掌握二甲酚橙指示剂的使用条件和它在终点时的变色情况。

【实验原理】

Pb^{2+} , Bi^{3+} 均能与EDTA形成稳定的螯合物, 但它们的绝对形成常数有很大的差别, 符合混合离子分步滴定的条件, 因此可以通过控制溶液酸度对 Pb^{2+} , Bi^{3+} 进行连续滴定, 采用二甲酚橙为指示剂。

【主要试剂及仪器设备】

酸式滴定管; 移液管; 锥形瓶。

【内容提要】

(1) 0.02mol/L EDTA标准溶液的配制与标定

讲解用锌标准溶液标定EDTA以及所使用的指示剂。

(2) 铅、铋混合液中铅铋含量的测定

讲解双组分混合溶液滴定的原理和步骤, 强调操作过程中终点颜色的变化。

(3) 数据记录与实验报告示例

强调数据记录方法和要点。讨论可能遇到的问题及解决方法。

【实验安排】

教师先讲授测定的原理、方法和步骤, 以及实验中的注意事项, 并强调上次实验报告中存在的问题, 学生以两人一组开始实验测定。

【教学方法与手段】

(1) 理论讲解: 通过课堂讲解, 让学生了解混合溶液金属离子含量测定的原理和操作步骤。

(2) 演示操作: 教师现场演示操作过程和注意事项。

(3) 实践操作: 学生分组进行实际操作。

(4) 问题讨论: 引导学生针对实验中可能遇到的问题进行讨论, 培养解决问题的能力。

【实验场所】

分析实验室

【实验报告要求】

实验原理、实验内容、操作步骤简明扼要, 正确保留有效数字位数, 实验数据要用表格形式, 正确计算铅、铋含量, 要求相对平均偏差不大于0.3%, 要分析讨论产生误差的原因, 提出提高测定准确度采取的措施和方法, 思考题写在实验报告上。

12. 高锰酸钾标准溶液的配制与标定

【实验目的】

了解高锰酸钾标准溶液的配制、标定方法和保存条件; 掌握采用 $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$

作基准物标定高锰酸钾标准溶液的方法；了解高锰酸钾滴定法自身指示剂的实验过程和自身氧化还原反应的特点。

【实验原理】

高锰酸钾采用间接配制法配制，在酸性条件下，用草酸钠标定高锰酸钾，自身指示剂。

【主要试剂及仪器设备】

酸式滴定管；移液管；锥形瓶。

【内容提要】

(1) 0.02mol/L高锰酸钾标准溶液的配制

讲解高锰酸钾标准溶液的配制方法以及注意事项。

(2) 高锰酸钾标准溶液的标定

讲解高锰酸钾标准溶液的标定的原理和步骤，强调操作过程中终点颜色的变化。

(3) 数据记录与实验报告示例

强调数据记录方法和要点。讨论可能遇到的问题及解决方法。

【实验安排】

教师先讲授测定的原理、方法和步骤，以及实验中的注意事项，并强调上次实验报告中存在的问题，学生以两人一组开始实验测定。

【教学方法与手段】

(1) 理论讲解：通过课堂讲解，让学生了解混合溶液金属离子含量测定的原理和操作步骤。

(2) 演示操作：教师现场演示操作过程和注意事项。

(3) 实践操作：学生分组进行实际操作。

(4) 问题讨论：引导学生针对实验中可能遇到的问题进行讨论，培养解决问题的能力。

【实验场所】

分析实验室

【实验报告要求】

实验原理、实验内容、操作步骤简明扼要，正确保留有效数字位数，实验数据要用表格形式，正确计算高锰酸钾标准溶液的准确浓度，要求相对平均偏差不大于0.3%，要分析讨论产生误差的原因，提出提高测定准确度采取的措施和方法，思考题写在实验报告上。

13. 高锰酸钾法测定过氧化氢的含量

【实验目的】

了解高锰酸钾标准溶液的配制、标定方法和保存条件；掌握采用 $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 作基准物标定高锰酸钾标准溶液的方法；了解高锰酸钾滴定法自身指示剂的实验过程和自身氧化还原反应的特点；掌握高锰酸钾法测定过氧化氢的原理；高锰酸钾滴定法的应用。

【实验原理】

高锰酸钾采用间接配制法配制，在酸性条件下，用草酸钠标定高锰酸钾，自身指示剂。过氧化氢具有还原性，在酸性介质和室温条件下，能被高锰酸钾定量氧化，自身指示剂。

【主要试剂及仪器设备】

酸式滴定管；移液管；锥形瓶。

【内容提要】

(1) 0.02mol/L高锰酸钾标准溶液的配制

讲解高锰酸钾标准溶液的配制方法以及注意事项和所用的指示剂。

(2) 过氧化氢含量的测定

讲解过氧化氢含量测定的原理和步骤，强调操作过程中指示剂的选择和终点颜色的变化。

(3) 数据记录与实验报告示例

强调数据记录方法和要点。讨论可能遇到的问题及解决方法。

【实验安排】

教师先讲授测定的原理、方法和步骤，以及实验中的注意事项，并强调上次实验报告中存在的问题，学生以两人一组开始实验测定。

【教学方法与手段】

(1) 理论讲解：通过课堂讲解，让学生了解过氧化氢含量测定的原理和操作步骤。

(2) 演示操作：教师现场演示操作过程和注意事项。

(3) 实践操作：学生分组进行实际操作。

(4) 问题讨论：引导学生针对实验中可能遇到的问题进行讨论，培养解决问题的能力。

【实验场所】

分析实验室

【实验报告要求】

实验原理、实验内容、操作步骤简明扼要，正确保留有效数字位数，实验数据要用表格形式，正确计算过氧水的质量浓度和相对平均偏差，要求相对平均偏差不大于0.3%，要分析讨论产生误差的原因，提出提高测定准确度

采取的措施和方法。

14. 高锰酸盐指数的测定

【实验目的】

掌握水样中测定高锰酸盐指数的原理和方法。

【实验原理】

本实验通过用高锰酸钾煮沸消解法，采用返滴定法对水样进行高锰酸盐指数的测定。

【主要试剂及仪器设备】

酸式滴定管；移液管；锥形瓶。

【内容提要】

(1) 0.002mol/L高锰酸钾标准溶液的配制及标定

(2) $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 标准溶液（约0.005 mol/L）的配制

(3) 高锰酸盐指数的测定

讲解高锰酸盐指数的测定的原理和步骤，强调操作过程中指示剂的选择和终点颜色的变化。

(4) 数据记录与实验报告示例

强调数据记录方法和要点。讨论可能遇到的问题及解决方法。

【实验安排】

教师先讲授测定的原理、方法和步骤，以及实验中的注意事项，并强调上次实验报告中存在的问题，学生以两人一组开始实验测定。

【教学方法与手段】

(1) 理论讲解：通过课堂讲解，让学生了解高锰酸盐指数测定的原理和操作步骤。

(2) 演示操作：教师现场演示操作过程和注意事项。

(3) 实践操作：学生分组进行实际操作。

(4) 问题讨论：引导学生针对实验中可能遇到的问题进行讨论，培养解决问题的能力。

【实验场所】

分析实验室

【实验报告要求】

实验原理、实验内容、操作步骤简明扼要，正确保留有效数字位数，实验数据要用表格形式，正确计算测定结果和相对平均偏差，要求相对平均偏差不大于0.3%，要分析讨论产生误差的原因，提出提高测定准确度采取的措施和方法。

15. 分光光度法测定高锰酸盐指数

【实验目的】

掌握水样中测定高锰酸盐指数的原理和方法。

【实验原理】

本实验通过用高锰酸钾煮沸消解法，采用返滴定法对水样进行高锰酸盐指数的测定。

【主要试剂及仪器设备】

- (1) 酸式滴定管；移液管；锥形瓶。
- (2) $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 标准溶液；高锰酸钾标准溶液； H_2SO_4 。

【内容提要】

用过量高锰酸钾标准溶液氧化水样；
加入过量草酸标准溶液将水样还原；
用高锰酸钾标准溶液滴定过量的草酸。

【实验安排】

教师先讲授测定的原理、方法和步骤，以及实验中的注意事项，并强调上次实验报告中存在的问题，学生以两人一组开始实验测定。

【教学方法与手段】

- (1) 理论讲解：通过课堂讲解，让学生了解分光光度法测定高锰酸盐指数的原理和操作步骤。
- (2) 演示操作：教师现场演示操作过程和注意事项。
- (3) 实践操作：学生分组进行实际操作。
- (4) 问题讨论：引导学生针对实验中可能遇到的问题进行讨论，培养解决问题的能力。

【实验报告要求】

实验原理、实验内容、操作步骤简明扼要，正确保留有效数字位数，实验数据要用表格形式，正确计算测定结果和相对平均偏差，要求相对平均偏差不大于0.3%，要分析讨论产生误差的原因，提出提高测定准确度采取的措施和方法。

16. 间接碘量法测定铜盐中的铜

【实验目的】

学习间接碘量法测定铜的基本原理；了解间接碘量法中误差的来源；掌握提高分析结果准确度的方法。

【实验原理】

在弱酸性条件下， Cu^{2+} 可以被KI还原为CuI，同时析出与之计量相当的 I_2 ，

用 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 标准溶液滴定，以淀粉为指示剂。

【主要试剂及仪器设备】

酸式滴定管；移液管；锥形瓶。

【内容提要】

(1) $0.10 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 标准溶液的标定

讲解 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 标准溶液配制步骤和注意事项。

(2) 铜的测定

讲解 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 标准溶液测定铜的原理和实验步骤以及指示剂的选择。

(3) 数据记录与实验报告示例

强调数据记录方法和要点，讨论可能遇到的问题及解决方法。

【实验安排】

教师先讲授测定的原理、方法和步骤；以及实验中的注意事项，并强调上次实验报告中存在的问题，学生以两人一组开始实验测定。

【教学方法与手段】

(1) 理论讲解：通过课堂讲解，让学生了解碘量法测定铜的原理和操作步骤。

(2) 演示操作：教师现场演示操作过程和注意事项。

(3) 实践操作：学生分组进行实际操作。

(4) 问题讨论：引导学生针对实验中可能遇到的问题进行讨论，培养解决问题的能力。

【实验场所】

分析实验室

【实验报告要求】

实验原理、实验内容、操作步骤简明扼要，正确保留有效数字位数，实验数据要用表格形式，正确计算铜盐中的铜含量，要求相对平均偏差不大于0.3%，并讨论产生误差的原因，提出提高测定准确度采取的措施和方法，思考题要写在实验报告上。

五、考核方式

(一) 考核方式

课程考核方式分为过程性考核、期末考核与技能考核。

过程性考核成绩以实验报告成绩为准。

期末考核采用闭卷考试。

(二) 考核方式与课程目标的关系

课程目标	考核内容及所占比例 (%)	考核方式
课程目标1 (40%)	关于实验室基本仪器的认识与使用, 各种仪器的规范使用, 实验数据的正确分析和处理 (100%)。	平时作业、技能成绩、期末考试
课程目标2 (40%)	实验方案评价, 实验思路整合, 实验可行性分析, 实验结果总结归纳 (100%)。	平时作业、技能成绩、期末考试
课程目标3 (20%)	实验协作情况, 讨论实验问题时的参与度 (100%)。	平时作业、技能成绩、期末考试

六、成绩评定

(一) 评定方式

总成绩 = 过程性考核成绩 (30%) + 技能成绩 (40%) + 期末考核成绩 (30%)。

过程性考核成绩即为实验报告成绩。

(二) 评分标准

序号	课程目标	评价项目	评分标准				
			90-100	80-89	70-79	60-69	0-59
			优	良	中	及格	不及格
1	课程目标 1/2/3	实验报告	按时完成报告, 格式规范, 字迹规整, 内容完整, 绘图精美, 实验结果分析深入合理, 思考题回答准确、完整。	按时完成报告, 格式规范, 字迹较规整, 内容基本完整, 绘图规范, 实验结果分析合理, 思考题回答较准确、完整。	按时完成报告, 格式欠规范, 字迹欠规整, 绘图较规范, 实验结果分析较合理, 思考题回答完整。	催交, 格式欠规范, 字迹不规整, 绘图欠规范, 实验结果分析不深入或无分析, 思考题回答不完整。	反复催交, 格式不规范, 字迹不规整, 绘图不规范, 无结果分析, 不回答思考题或催交未果。
2	课程目标 1/2/3	实验技能	能够流畅陈述实验流程, 完整并准确的准备实验器材, 实验操作规范, 时间安排合理, 实验数据准确或产率高。	能够较为流畅的陈述实验流程, 实验器材准备妥当, 实验操作规范, 合理安排时间, 实验数据较准确或产率较高。	能够基本陈述实验流程, 不能全部准备好实验器材、实验操作欠规范, 不能在规定时间内完成实验, 实验数据欠准确或产率不高。	不清楚实验流程, 实验器材准备欠妥, 实验操作欠规范, 时间安排欠合理, 实验数据不准确或产率非常低。	对实验流程一无所知, 不能独立准备实验器材, 实验操作不规范, 时间安排不合理或不能进行实验操作。

3	课程目标 1/2/3	期末 考核	详见期末考试评分细则
---	---------------	----------	------------

七、教学参考资源（含课程思政资源）

1. 主要参考书目

武汉大学，东北师范大学，陕西师范大学，北京师范大学，西南大学，
华南师范大学.分析化学实验（第四版).北京：高等教育出版社.2015.1

2. 与实验课程相关主要网站

[分析化学实验_中国大学 MOOC\(慕课\)\(icourse163.org\)](http://icourse163.org)

八、选用教材

教材名称	编者	出版社	出版时间	是否马工程教材	备注
分析化学实验	华中师范大学等	高等教育出版社	2015.1	否	无

九、课程学习建议

分析化学实验课程的学习不仅限于掌握基本原理和操作技能，更重要的是培养学生的综合素质和应用能力，以适应未来就业和发展的需要。



应用化学专业

《仪器分析实验》

课程大纲

晋中学院化学化工系

2023年8月

《仪器分析实验》课程大纲

一、课程信息

课程名称	仪器分析实验 / Instrumental Analytical Experiments		
课程编码	230910911B	适用专业	应用化学
先修课程	分析化学, 分析化学实验	修读学期	第四学期
课程类别	学科专业基础课程	课程性质	<input checked="" type="checkbox"/> 必修 <input type="checkbox"/> 选修
设置类别	独立设课	课程学分	1.5
课程学时	48	考核方式	<input checked="" type="checkbox"/> 考试 <input type="checkbox"/> 考查
执笔人	李芬芳	审核人	张保柱

二、课程简介

近年来, 分析化学学科飞速发展与其它学科相互交融, 设计出精密度高、检测限低的各种仪器, 除掌握相关仪器的基本结构和原理外, 同时还必须掌握分析仪器的正确操作。仪器分析实验是在教师指导下, 以分析仪器为工具, 让学生亲自动手获得所需物质化学组成和含量等信息的教学实践活动, 是分析化学学科中重要的课程。《仪器分析实验》是应用化学类学生必修的学科专业基础课程。在应用化学专业课程安排中, 该课程占有重要的地位, 对于培养学生操作分析仪器的技能方面必不可少, 是不可缺少的专业教学实践课程。

三、课程目标

(一) 课程目标

课程目标 1: 能应用基本工程原理来筛选备选方案。【毕业要求 2: 问题分析】

课程目标 2: 能在法律、安全、环境等外部约束条件下设计解决方案。【毕业要求 3: 设计开发解决方案】

课程目标 3: 针对具体应用化工的对象, 能够选择与使用恰当的现代仪器、信息技术工具、工程工具和专业模拟软件, 进行合理的预测与模拟, 并理解其局限性。【毕业要求 5: 使用现代工具】

(二) 课程目标与毕业要求的关系

课程目标	支撑的毕业要求	支撑的毕业要求指标点
课程目标 1	毕业要求 2 【问题分析】	2.3 能应用基本工程原理来筛选备选方案。
课程目标 2	毕业要求 3 【设计开发解决方案】	3.1 能在法律、安全、环境等外部约束条件下设计解决方案。
课程目标 3	毕业要求 5 【使用现代工具】	5.2 针对具体应用化工的对象，能够选择与使用恰当的现代仪器、信息技术工具、工程工具和专业模拟软件，进行合理的预测与模拟，并理解其局限性。

四、实验项目设置与要求

(一) 实验项目与课程目标的关系

序号	实验项目	实验学时	实验类型	分组要求	开出要求	支撑课程目标
1	仪器分析实验的基本知识和操作指南	3	验证性	4	必做	课程目标 1
2	分光光度法测定未知物铁的含	3	验证性	4	必做	课程目标 1,2
3	邻二氮菲分光光度法测铁（条件实验）	3	设计性	4	必做	课程目标 1,2
4	分光光度法测定络合物邻二氮菲—铁（III）络合物的组成	3	验证性	4	必做	课程目标 1,2
5	混合物中铬锰含量的同时测定	3	验证性	4	必做	课程目标 1,2
6	铬、锰光吸收曲线的绘制及吸光度加和性试验	3	验证性	4	必做	课程目标 1,2
7	醒目饮料中柠檬黄和亮蓝的同时测定	3	设计性	4	必做	课程目标 1,2
8	食品中 NO ₂ ⁻ 含量的测定	3	综合性	4	必做	课程目标 1,2
9	有机化合物的紫外吸收光谱及溶剂性质对吸收光谱的影响	3	验证性	4	必做	课程目标 1,2
10	火焰原子吸收光度法测定水中的铜	3	设计性	4	必做	课程目标 1,2

11	火焰原子吸收光度法测定水中的锰	3	设计性	4	必做	课程目标 1,2, 3
12	分子荧光法测定奎宁的含量	3	验证性	4	必做	课程目标 1,2
13	荧光素钠含量的测定	3	验证性	4	必做	课程目标 1,2
14	红外光谱测定有机化合物的结构	3	验证性	4	必做	课程目标 1,2
15	玻璃电极响应斜率和溶液 pH 的测定	3	验证性	4	必做	课程目标 1,2
16	气相色谱法混合物定性、定量分析	3	验证性	4	必做	课程目标 1,2, 3
合计		48				

(二) 实验项目

1. 仪器分析实验的基本知识和操作指南

【实验目的】

仪器分析实验对实验操作和实验结果的要求；培养学生的实验素养和实验能力；练习 V1200 分光光度计的操作。

【主要试剂及仪器设备】

V1200 分光光度计或 UV1200 分光光度计。

【内容提要】

介绍仪器分析实验的基本知识，溶液的配制方法和实验报告撰写要求。

【实验安排】

教师介绍 V1200 分光光度计的构造，进行操作演示；学生以 4 人一组，练习仪器的操作。

【教学方法与手段】

- (1) 理论讲解：通过课堂讲解，让学生了解分析仪器的注意事项。
- (2) 问题讨论：引导学生针对实验中可能遇到的问题进行讨论，培养解决问题的能力。

【实验场所】

分析实验室和分光光度计实验室

【实验报告要求】

简述仪器分析实验的基本知识；记录比色皿的使用方法和实验数据及结果的处理方法；写出 V1200 分光光度计的构造及操作方法；写出实验的体会与疑问。

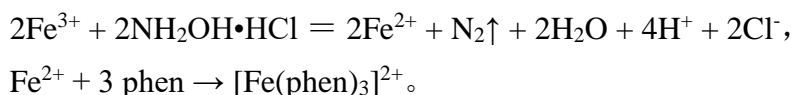
2. 邻二氮菲分光光度法测定未知物中铁的含量

【实验目的】

分光光度法测定铁的基本原理；分光光度法测定铁的分析方法；分光光度计和吸量管的使用方法练习。

【实验原理】

标准曲线法



【主要试剂及仪器设备】

V1200 分光光度计或 UV1200 分光光度计。

【内容提要】

(1) 铁系列标准溶液的配制

讲解标准系列溶液的配制方法以及注意事项。

(2) 分光光度法测定的步骤

讲解分光光度法测定单组份含量的原理和步骤，强调操作过程中分光光度计的构成以及使用方法。

(3) 数据记录与实验报告示例

强调数据记录方法和要点。讨论可能遇到的问题及解决方法。

【实验安排】

教师讲解标准曲线法测定未知溶液的原理，进行分光光度计的操作演示，测定一份已知浓度的试样；学生以 4 人一组，对事先准备好的样品进行吸光度的测定；学生对测定后的数据进行处理，计算出未知溶液的浓度。

【教学方法与手段】

(1) 理论讲解：通过课堂讲解，让学生了解过分光光度法测定的原理和操作步骤。

(2) 演示操作：教师现场演示操作过程和注意事项。

(3) 实践操作：学生分组进行实际操作。

(4) 问题讨论：引导学生针对实验中可能遇到的问题进行讨论，培养解决问题的能力。

【实验场所】

分析实验室和分光光度计实验室

【实验报告要求】

简述标准曲线法测定未知溶液的原理；记录不同浓度下吸光度的数据，将实验数据以列表法，图解法列出；通过 Excell 作图得到一元线性回归方程

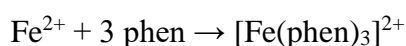
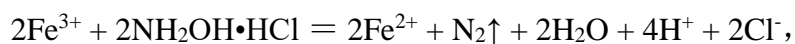
及相关系数，同时计算出未知溶液的浓度；写出实验的体会与疑问。

3. 邻二氮菲分光光度法测铁（条件实验）

【实验目的】

分光光度法测定铁的实验条件的选择；分光光度计和吸量管的使用。

【实验原理】



【主要试剂及仪器设备】

V1200 分光光度计或 UV1200 分光光度计。

【内容提要】

- (1) 显色剂用量的确定
- (2) 溶液适宜酸度范围的确定
- (3) 络合物稳定性的研究
- (4) 数据记录与实验报告示例

强调数据记录方法和要点，讨论可能遇到的问题及解决方法。

【实验安排】

教师介绍邻二氮菲分光光度法测定铁的实验条件，选择最佳实验条件的依据；介绍用单因素变换法和正交实验法选择实验条件方法；学生以 4 人一组，对事先准备好的样品进行吸光度的测定；学生对测定后的数据进行处理，得出最佳实验条件。

【教学方法与手段】

- (1) 理论讲解：通过课堂讲解，让学生了解二氮菲分光光度法测定铁的实验条件和操作步骤选择，最佳实验条件的依据。
- (2) 演示操作：教师现场演示操作过程和注意事项。
- (3) 实践操作：学生分组进行实际操作。
- (4) 问题讨论：引导学生针对实验中可能遇到的问题进行讨论，培养解决问题的能力。

【实验场所】

分析实验室和分光光度计实验室

【实验报告要求】

简述邻二氮菲分光光度法测定铁最优实验条件的选择方法；记录用单因素变换法测定样品吸光度的数据，将实验数据以列表法，图解法列出，得出最优条件；写出实验的体会与疑问。

4. 邻二氮菲—铁(Ⅱ)络合物的组成测定

【实验目的】

分光光度法测定络合物组成的原理及方法；分光光度计的操作使用方法。

【实验原理】

JOB 曲线；朗伯比尔定律。

【主要试剂及仪器设备】

V1200 分光光度计或 UV1200 分光光度计。

【内容提要】

- (1) 分光光度法测定络合物组成的原理
- (2) 介绍用图表法得到络合比的方法
- (3) 数据记录与实验报告示例

强调数据记录方法和要点，讨论可能遇到的问题及解决方法。

【实验安排】

教师介绍分光光度法测定络合物组成的原理，介绍用图表法得到络合比的方法；学生以 4 人一组，对事先准备好的样品进行吸光度的测定；学生对测定后的数据进行处理，得出络合比。

【教学方法与手段】

- (1) 理论讲解：通过课堂讲解，让学生了解分光光度法测定络合物组成的原理和操作步骤，通过图表法得到络合比。
- (2) 演示操作：教师现场演示操作过程和注意事项。
- (3) 实践操作：学生分组进行实际操作。
- (4) 问题讨论：引导学生针对实验中可能遇到的问题进行讨论，培养解决问题的能力。

【实验场所】

分析实验室和分光光度计实验室

【实验报告要求】

简述分光光度法测定络合物组成的原理及方法；记录样品吸光度的数据，将实验数据以列表法，图解法列出，得出络合比；写出实验的体会与疑问。

5. 混合物中铬锰含量的同时测定

【实验目的】

分光光度法进行多组分同时测定的方法；正确测定摩尔吸收系数的方法；分光光度计的结构和正确的使用方法。

【实验原理】

利用吸光度具有加和性特性，采用解联立方程组的方法。

【主要试剂及仪器设备】

V1200 分光光度计或 UV1200 分光光度计。

【内容提要】

(1) 配制 KMnO_4 标准系列溶液

(2) 配制 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 溶液标准系列溶液

(3) 测定上述种溶液在波长 440nm 和 545nm 处的吸光度 $A_{\lambda_1}^{a+b}$ 、 $A_{\lambda_2}^{a+b}$ 和未知试样溶液在波长 440nm 和 545nm 处的吸光度。

(4) 数据记录与实验报告示例

强调数据记录方法和要点，讨论可能遇到的问题及解决方法。

【实验安排】

教师介绍铬、锰标准溶液的吸收曲线的绘制，介绍利用吸光度具有加和性的特点计算铬、锰含量的方法；学生以 4 人一组，对铬、锰标准溶液及混合物样品进行吸光度的测定；学生对测定后的数据进行处理，得出铬、锰含量。

【教学方法与手段】

(1) 理论讲解：通过课堂讲解，让学生学会用解联立方程组的方法，定量测定吸收曲线相互重叠的二元混合物。

(2) 演示操作：教师现场演示操作过程和注意事项。

(3) 实践操作：学生分组进行实际操作。

(4) 问题讨论：引导学生针对实验中可能遇到的问题进行讨论，培养解决问题的能力。

【实验场所】

分析实验室和分光光度计实验室

【实验报告要求】

简述分光光度法进行多组分同时测定的方法；记录样品吸光度的数据，将实验数据以列表法列出，绘制铬、锰的标准曲线，计算出混合物中铬、锰的含量；写出实验的体会与疑问。

6. 铬、锰光吸收曲线的绘制及吸光度加和性试验

【实验目的】

紫外可见分光光度计构造及自动扫描吸收光谱的操作方法； KMnO_4 和 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 的可见吸收光谱； KMnO_4 和 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 双组分吸光度的加和性。

【实验原理】

吸光度的加和性；朗伯比尔定律。

【主要试剂及仪器设备】

TU-1901 紫外可见分光光度计。

【内容提要】

(1) 配制 KMnO_4 标准系列溶液

(2) 配制 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 溶液标准系列溶液

(3) 测定上述种溶液在波长 440nm 和 545nm 处的吸光度 $A_{\lambda_1}^{a+b}$ 、 $A_{\lambda_2}^{a+b}$ 和未知试样溶液在波长 440nm 和 545nm 处的吸光度。

(4) 数据记录与实验报告示例

强调数据记录方法和要点，讨论可能遇到的问题及解决方法。

【实验安排】

教师介绍 TU-1901 紫外可见分光光度计的构造，进行操作演示，采集并描绘一张 KMnO_4 的紫外可见吸收谱图；学生以 12 人一组，对 KMnO_4 和 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 及混合物样品进行紫外可见吸收光谱的测定及数据保存；学生对测定后的数据进行处理，得出混合物中铬、锰含量。

【教学方法与手段】

(1) 理论讲解：通过课堂讲解，让学生学会 TU-1901 紫外可见分光光度计的使用方法。

(2) 演示操作：教师现场演示操作过程和注意事项。

(3) 实践操作：学生分组进行实际操作。

(4) 问题讨论：引导学生针对实验中可能遇到的问题进行讨论，培养解决问题的能力。

【实验场所】

分析实验室和紫外荧光实验室

【实验报告要求】

简述紫外可见分光光度计的结构及自动扫描吸收光谱的操作方法；记录 KMnO_4 和 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 及混合物样品的紫外可见吸收光谱及数据；写出实验的体会与疑问。

7. 醒目饮料中柠檬黄和亮蓝的同时测定

【实验目的】

分光光度法测定有机染料的方法；分光光度计的结构和正确的使用方法。

【实验原理】

柠檬黄 ($\lambda_{\text{max}}=428\text{nm}$) 和亮蓝 ($\lambda_{\text{max}}=630\text{nm}$) 的吸收峰相互干扰较少，在饮料中不含其它有色物质的情况下，两色素在各自的最大吸收波长处的吸光度值与浓度之间有良好的线性关系，符合朗伯比耳定律。

【主要试剂及仪器设备】

V1200 分光光度计或 UV1200 分光光度计。

【内容提要】

- (1) 配制柠檬黄标准系列溶液
- (2) 配制亮蓝标准系列溶液
- (3) 测定上述两种标准溶液及样品的吸光度。
- (4) 数据记录与实验报告示例

强调数据记录方法和要点，讨论可能遇到的问题及解决方法。

【实验安排】

教师介绍柠檬黄和亮蓝标准溶液的吸收曲线的绘制，介绍利用吸光度具有加和性的特点计算柠檬黄和亮蓝含量的方法；学生以 4 人一组，对柠檬黄和亮蓝标准溶液及混合物样品进行吸光度的测定；学生对测定后的数据进行处理，得出混合溶液中柠檬黄和亮蓝的含量。

【教学方法与手段】

(1) 理论讲解：通过课堂讲解，让学生掌握柠檬黄和亮蓝的性质及分光光度法进行多组分同时测定的方法。

(2) 演示操作：教师现场演示操作过程和注意事项。

(3) 实践操作：学生分组进行实际操作。

(4) 问题讨论：引导学生针对实验中可能遇到的问题进行讨论，培养解决问题的能力。

【实验场所】

分析实验室和分光光度计实验室

【实验报告要求】

简述柠檬黄和亮蓝的性质及分光光度法进行多组分同时测定的方法；记录样品吸光度的数据，将实验数据以列表法列出，绘制柠檬黄和亮蓝的标准曲线，计算出混合物中柠檬黄和亮蓝的含量；写出实验的体会与疑问。

8. 食品中 NO₂ 含量的测定

【实验目的】

学习盐酸萘乙二胺光度法测定亚硝酸盐的原理和方法；分光光度法在食品分析中的应用。

【实验原理】

盐酸萘乙二胺光度法的反应原理。

【主要试剂及仪器设备】

V1200 分光光度计或 UV1200 分光光度计。

【内容提要】

- (1) 试样预处理
- (2) 配制 NO_2^- 标准系列溶液
- (3) 测定上述标准溶液及样品的吸光度。
- (4) 数据记录与实验报告示例

强调数据记录方法和要点，讨论可能遇到的问题及解决方法。

【实验安排】

教师介绍盐酸萘乙二胺光度法测定亚硝酸盐的原理和方法，简述香肠样品预处理方法、标准曲线的绘制及试样的测定；学生以 4 人一组，对火腿肠样品中 NO_2^- 进行提取，测定提取液和 NO_2^- 标准溶液的吸光度；学生对测定后的数据进行处理，得出火腿肠中 NO_2^- 的含量。

【教学方法与手段】

- (1) 理论讲解：通过课堂讲解，让学生掌握香肠样品预处理方法、标准曲线的绘制及试样的测定。
- (2) 演示操作：教师现场演示操作过程和注意事项。
- (3) 实践操作：学生分组进行实际操作。
- (4) 问题讨论：引导学生针对实验中可能遇到的问题进行讨论，培养解决问题的能力。

【实验场所】

分析实验室和分光光度计实验室

【实验报告要求】

简述盐酸萘乙二胺光度法测定亚硝酸盐的原理和方法；记录提取液和 NO_2^- 标准溶液吸光度的数据，将实验数据列表法列出，绘制 NO_2^- 的标准曲线，计算出火腿肠中 NO_2^- 的含量；写出实验的体会与疑问。

9. 有机化合物的紫外吸收光谱及溶剂性质对吸收光谱的影响

【实验目的】

加深理解紫外吸收光谱的产生机理和溶剂对紫外吸收光谱的影响；学习紫外吸收光谱定性分析方法。

【实验原理】

紫外吸收光谱的产生机理。

【主要试剂及仪器设备】

TU-1901 紫外可见分光光度计。

【内容提要】

- (1) 苯的吸收光谱的绘制
- (2) 溶剂性质对紫外吸收光谱的影响

(3) 数据记录与实验报告示例

强调数据记录方法和要点，讨论可能遇到的问题及解决方法。

【实验安排】

教师介绍 TU-1901 紫外可见分光光度计的构造，进行操作演示，采集并描绘一张苯的紫外可见吸收谱图；学生以 12 人一组，对苯、乙醇中苯样品及不同极性溶剂对丁酮和异亚丙基丙酮进行紫外可见吸收光谱的测定及数据保存；学生对测定后的数据进行处理，得出结论。

【教学方法与手段】

(1) 理论讲解：通过课堂讲解，让学生掌握苯的紫外可见吸收谱图以及不同极性溶剂对丁酮和异亚丙基丙酮最大吸收波长的影响。

(2) 演示操作：教师现场演示操作过程和注意事项。

(3) 实践操作：学生分组进行实际操作。

(4) 问题讨论：引导学生针对实验中可能遇到的问题进行讨论，培养解决问题的能力。

【实验场所】

分析实验室和紫外荧光实验室

【实验报告要求】

简述紫外可见分光光度计的结构及自动扫描吸收光谱的操作方法；记录苯及不同极性溶剂对丁酮和异亚丙基丙酮样品的紫外可见吸收光谱；写出实验的体会与疑问。

10. 火焰原子吸收光度法测定水中的铜

【实验目的】

原子吸收光谱分析法测定铜的基本原理；TAS-986 原子吸收光谱仪的构造和仪器的使用方法；原子吸收分光光度定量分析方法。

【实验原理】

利用气态的基态原子数与物质的含量成正比，进行定量分析。

【主要试剂及仪器设备】

TAS-986 原子吸收光谱仪。

【内容提要】

(1) 铜标准溶液系列的配置

(2) 标准曲线的绘制

(3) 数据记录与实验报告示例

强调数据记录方法和要点，讨论可能遇到的问题及解决方法。

【实验安排】

教师介绍 TAS-986 原子吸收光谱仪的构造，进行操作演示，采集并记录样品的吸光度；学生以 12 人一组，对铜标准溶液及自来水中铜原子进行吸光度的测定；学生对测定后的数据进行处理。

【教学方法与手段】

(1) 理论讲解：通过课堂讲解，让学生掌握 TAS-986 原子吸收光谱仪的构造以及用标准曲线法测定水中铜离子的含量。

(2) 演示操作：教师现场演示操作过程和注意事项。

(3) 实践操作：学生分组进行实际操作。

(4) 问题讨论：引导学生针对实验中可能遇到的问题进行讨论，培养解决问题的能力。

【实验场所】

分析实验室和原子吸收实验室。

【实验报告要求】

简述 TAS-986 原子吸收光谱仪的构造；记录测试条件及铜标准溶液及自来水中铜原子的吸光度值，将实验数据及结果以表格列出，绘制标准曲线，得出自来水中铜原子含量；写出实验的体会与疑问。

11. 火焰原子吸收光度法测定水中的锰

【实验目的】

原子吸收光谱分析法测定锰的基本原理；TAS-986 原子吸收光谱仪的构造和仪器的使用方法；原子吸收分光光度定量分析中标准加入法的计算方法。

【实验原理】

利用气态的基态原子数与物质的含量成正比，进行定量分析。

【主要试剂及仪器设备】

TAS-986 原子吸收光谱仪。

【内容提要】

(1) 锰标准溶液系列的配置

(2) 标准曲线的绘制

(3) 数据记录与实验报告示例

强调数据记录方法和要点，讨论可能遇到的问题及解决方法。

【实验安排】

教师介绍 TAS-986 原子吸收光谱仪的构造，进行测试条件的设置和操作演示，采集并记录样品的吸光度；学生以 12 人一组，采用标准加入法对样品进行吸光度的测定；学生对测定后的数据进行处理。

【教学方法与手段】

(1) 理论讲解：通过课堂讲解，让学生掌握 TAS-986 原子吸收光谱仪的构造以及用标准加入法测定水中锰离子的含量。

(2) 演示操作：教师现场演示操作过程和注意事项。

(3) 实践操作：学生分组进行实际操作。

(4) 问题讨论：引导学生针对实验中可能遇到的问题进行讨论，培养解决问题的能力。

【实验场所】

分析实验室和原子吸收实验室

【实验报告要求】

简述 TAS-986 原子吸收光谱仪的构造；记录测试条件及锰样品中锰原子的吸光度值，将实验数据及结果以表格列出，绘制标准曲线，得出自来水中锰原子含量；写出实验的体会与疑问。

12. 分子荧光法测定奎宁的含量

【实验目的】

荧光分析法的基本原理；荧光分析仪的基本结构、性能与操作方法；荧光分析法测定奎宁的含量。

【实验原理】

$$I = Kc。$$

【主要试剂及仪器设备】

Cary Eclipse 荧光光度计

【内容提要】

(1) 奎宁标准溶液系列的配置

(2) 标准曲线的绘制

(3) 数据记录与实验报告示例

强调数据记录方法和要点，讨论可能遇到的问题及解决方法。

【实验安排】

教师介绍 Cary Eclipse 荧光光度计的构造，进行测试条件的设置和操作演示，采集并记录样品的荧光强度；学生以 12 人一组，测定标准溶液及未知溶液的荧光强度；学生对测定后的数据进行处理。

【教学方法与手段】

(1) 理论讲解：通过课堂讲解，让学生掌握 Cary Eclipse 荧光光度计的构造以及用标准曲线法测定奎宁的含量。

(2) 演示操作：教师现场演示操作过程和注意事项。

(3) 实践操作：学生分组进行实际操作。

(4) 问题讨论：引导学生针对实验中可能遇到的问题进行讨论，培养解决问题的能力。

【实验场所】

分析实验室和紫外荧光实验室

【实验报告要求】

简述 Cary Eclipse 荧光光度计的构造；记录测试条件及标准溶液及未知溶液的荧光强度，将实验数据及结果以表格列出，绘制标准曲线，得出未知溶液中奎宁的含量；写出实验的体会与疑问。

13. 荧光素钠含量的测定

【实验目的】

荧光分析法测定荧光素钠的含量；荧光分析法的基本原理；荧光分析仪的基本结构、性能与操作方法。

【实验原理】

$$I = Kc。$$

【主要试剂及仪器设备】

Cary Eclipse 荧光光度计。

【内容提要】

- (1) 荧光素钠标准溶液系列的配置
- (2) 标准曲线的绘制
- (3) 数据记录与实验报告示例

强调数据记录方法和要点，讨论可能遇到的问题及解决方法。

【实验安排】

教师介绍 Cary Eclipse 荧光光度计的构造，进行测试条件的设置和操作演示，采集并记录样品的荧光强度；学生以 12 人一组，测定荧光素钠标准溶液及注射液的荧光强度；学生对测定后的数据进行处理。

【教学方法与手段】

- (1) 理论讲解：通过课堂讲解，让学生掌握 Cary Eclipse 荧光光度计的构造以及用标准曲线法测定荧光素钠的含量。
- (2) 演示操作：教师现场演示操作过程和注意事项。
- (3) 实践操作：学生分组进行实际操作。
- (4) 问题讨论：引导学生针对实验中可能遇到的问题进行讨论，培养解决问题的能力。

【实验场所】

分析实验室和紫外荧光实验室。

【实验报告要求】

简述 Cary Eclipse 荧光光度计的构造；记录测试条件及荧光素钠标准溶液及注射液的荧光强度，将实验数据及结果以表格列出，绘制标准曲线，得出注射液中荧光素钠的含量；写出实验的体会与疑问。

14. 红外光谱测定有机化合物的结构

【实验目的】

薄膜的制备方法，并用于红外光谱的测定；红外分光光度计的结构、原理及操作方法。

【实验原理】

采用与已知标准物对照的方法定性分析有机化合物的结构。

【主要试剂及仪器设备】

傅立叶变换红外光谱仪。

【内容提要】

(1) 固体试剂苯甲酸的红外吸收谱图的绘制

(2) 数据记录与实验报告示例

强调数据记录方法和要点，讨论可能遇到的问题及解决方法。

【实验安排】

教师介绍傅立叶变换红外光谱仪的构造，制备苯甲酸薄膜，采集并打印一张苯甲酸的红外光谱谱图；学生以 12 人一组，保存苯甲酸的红外光谱谱图及数据；学生对红外光谱图进行分析，找出特征吸收峰及对应苯甲酸结构。

【教学方法与手段】

(1) 理论讲解：通过课堂讲解，让学生掌握傅立叶变换红外光谱仪的结构以及记录苯甲酸的红外光谱图。

(2) 演示操作：教师现场演示操作过程和注意事项。

(3) 实践操作：学生分组进行实际操作。

(4) 问题讨论：引导学生针对实验中可能遇到的问题进行讨论，培养解决问题的能力。

【实验场所】

分析实验室和红外光谱实验室

【实验报告要求】

简述傅立叶变换红外光谱仪的结构及苯甲酸薄膜的制备方法；记录苯甲酸的红外光谱图；写出实验的体会与疑问。

15. 玻璃电极响应斜率和溶液 pH 的测定

【实验目的】

准确测定溶液 pH 的方法；pH 玻璃电极的构造及使用方法；酸度计的使用方法。

【实验原理】

能斯特方程

【主要试剂及仪器设备】

pH 酸度计

【内容提要】

- (1) 玻璃电极响应斜率的测定
- (2) 未知试液 pH 的测定
- (3) 数据记录与实验报告示例

强调数据记录方法和要点，讨论可能遇到的问题及解决方法。

【实验安排】

教师介绍 pH 酸度计的构造，进行操作演示，测试样品的 pH 值；学生以 6 人一组，首先对酸度计进行校准，测试不同样品的 pH 值；学生对测定后的数据进行处理。

【教学方法与手段】

(1) 理论讲解：通过课堂讲解，让学生掌握 pH 酸度计的构造以及不同样品 pH 值的测定方法。

(2) 演示操作：教师现场演示操作过程和注意事项。

(3) 实践操作：学生分组进行实际操作。

(4) 问题讨论：引导学生针对实验中可能遇到的问题进行讨论，培养解决问题的能力。

【实验场所】

分析实验室

【实验报告要求】

简述 pH 酸度计的构造；校正酸度计，记录不同样品的 pH 值和 E 值，将实验数据及结果以表格列出，得出不同样品的 pH 值；写出实验的体会与疑问。

16. 气相色谱法混合物定性、定量分析

【实验目的】

通过模拟实验，了解气相色谱法的分离原理，分离分析的过程；气相色谱仪的组成和使用。

【实验原理】

气相色谱法的原理

【主要试剂及仪器设备】 电脑

【内容提要】

- (1) 按照下列色谱条件开启色谱仪
- (2) 准确配制正乙烷：环乙烷：苯：甲苯为 1：1：1.5：2.5（质量比）的标准溶液。
- (3) 进未知混合试样约 1.4 μ L—2 μ L 和空气 20 μ L—40 μ L，各 2—3 次，记录色谱图上各峰的保留时间 t_R 和死时间 t_M 。
- (4) 分别注射正己烷、苯、环乙烷、甲苯等纯试剂 0.2 μ L，各 2—3 次，记录色谱图上各峰的保留时间 t_R 。

强调数据记录方法和要点，讨论可能遇到的问题及解决方法。

【实验安排】

教师介绍气相色谱仪的构造，在电脑上进行操作演示，采集并描绘一张气相色谱图；每位学生在电脑上按照操作流程模拟定性定量分析苯系物。

【教学方法与手段】

- (1) 理论讲解：通过课堂讲解，让学生掌握气相色谱仪的构造及原理。
- (2) 演示操作：教师现场演示操作过程和注意事项。
- (3) 实践操作：学生分组进行实际操作。
- (4) 问题讨论：引导学生针对实验中可能遇到的问题进行讨论，培养解决问题的能力。

【实验场所】

仿真实验室

【实验报告要求】

简述气相色谱仪的构造及原理；记录气相色谱的测试条件，绘制测试谱图；写出实验的体会与疑问。

五、考核方式

（一）考核方式

课程考核方式分为过程性考核、期末考核与技能考核。

过程性考核成绩以实验报告成绩为准。

期末考核采用闭卷考试。

（二）考核方式与课程目标的关系

课程目标	考核内容及所占比例（%）	考核方式
课程目标 1 (40%)	关于实验室基本仪器的认识与使用，各种仪器的规范使用，实验数据的正确分析和处理（100%）。	平时作业、技能成绩、 期末考试

课程目标 2 (40%)	实验方案评价, 实验思路整合, 实验可行性分析, 实验结果总结归纳 (100%)。	平时作业、技能成绩、 期末考试
课程目标 3 (20%)	实验协作情况, 讨论实验问题时的参与度 (100%)。	平时作业、技能成绩、 期末考试

六、成绩评定

(一) 评定方式

总成绩 = 过程性考核成绩 (30%) + 技能成绩 (40%) + 期末考核成绩 (30%)。

过程性考核成绩即为实验报告成绩。

(二) 评分标准

序号	课程目标	评价项目	评分标准				
			90-100	80-89	70-79	60-69	0-59
			优	良	中	及格	不及格
1	课程目标 1/2/3	实验报告	按时完成报告, 格式规范, 字迹规整, 内容完整, 绘图精美, 实验结果分析深入合理, 思考题回答准确、完整。	按时完成报告, 格式规范, 字迹较规整, 内容基本完整, 绘图规范, 实验结果分析合理, 思考题回答较准确、完整。	按时完成报告, 格式欠规范, 字迹欠规整, 绘图较规范, 实验结果分析较合理, 思考题回答完整。	催交, 格式欠规范, 字迹不规整, 绘图欠规范, 实验结果分析不深入或无分析, 思考题回答不完整。	反复催交, 格式不规范, 字迹不规整, 绘图不规范, 无结果分析, 不回答思考题或催交未果。
2	课程目标 1/2/3	实验技能	能够流畅陈述实验流程, 完整并准确的准备实验器材, 实验操作规范, 时间安排合理, 实验数据准确或产率高。	能够较为流畅的陈述实验流程, 实验器材准备妥当, 实验操作规范, 时间安排较合理, 实验数据较准确或产率较高。	能够基本陈述实验流程, 不能全部准备好实验器材、实验操作欠规范, 不能在规定时间内完成实验, 实验数据欠准确或产率不高。	不清楚实验流程, 实验器材准备欠妥, 实验操作欠规范, 时间安排欠合理, 实验数据不准确或产率非常低。	对实验流程一无所知, 不能独立准备实验器材, 实验操作不规范, 时间安排不合理或不能进行实验操作。
3	课程目标 1/2/3	期末考核	详见期末考试评分细则				

七、教学参考资源（含课程思政资源）

1. 主要参考书目

武汉大学，东北师范大学，陕西师范大学，北京师范大学，西南大学，华南师范大学.分析化学实验（第四版).北京：高等教育出版社.2015.1

2. 与实验课程相关主要网站

<https://www.icourse163.org/course/ECNU-1206887802>

八、选用教材

教材名称	编者	出版社	出版时间	是否马工程教材	备注
分析化学实验	华中师范大学等	高等教育出版社	2015.1	否	无

九、课程学习建议

1. 提前预习：在进行实验前，认真预习实验内容，了解实验的目的、原理和步骤。这将帮助你更好地理解实验过程，并提高实验的成功率。

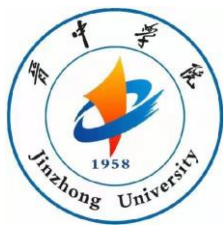
2. 重视理论基础：仪器分析实验是建立在理论知识的基础上的，因此要牢固掌握相关的理论知识。

3. 多做实验：实践是提高实验技能的关键。尽量多参与实验操作，通过反复练习来熟悉实验操作过程。

4. 注意实验安全：严格遵守实验室的安全规定，正确使用实验仪器和设备，避免发生安全事故。同时，要注意个人卫生，防止实验操作中的交叉污染。

5. 善于观察和记录：在实验过程中，仔细观察实验现象，并及时记录实验数据和结果。这将有助于你分析和解释实验结果，发现问题并进行改进。

6. 团队合作：很多实验需要团队合作完成，要积极与同学交流和协作，分享经验和技巧，共同提高实验技能。



应用化学专业

《有机化学实验》

课程大纲

晋中学院化学化工系

2023年8月

《有机化学实验》课程大纲

一、课程信息

课程名称	有机化学实验/ Organic Chemistry Experiments		
课程编码	230910912B、230910913B	适用专业	应用化学
先修课程	无机化学，无机化学实验	修读学期	第三、四学期
课程类别	学科专业基础课程	课程性质	<input checked="" type="checkbox"/> 必修 <input type="checkbox"/> 选修
设置类别	独立设课	课程学分	3
课程学时	96	考核方式	<input type="checkbox"/> 考试 <input checked="" type="checkbox"/> 考查
执笔人	李萍	审核人	张保柱

二、课程简介

《有机化学实验》作为化学实验科学的重要分支，是应用化学专业学生本科必修的一门独立的专业基础课。通过一般知识的学习，掌握有机化学实验的一般知识，具备处理实验室一般事故的能力。通过基本操作实验，为进一步合成有机物打下坚实的基础。通过合成实验，进一步巩固和提高基本操作技能，学会一些重要有机物制备、分离和提纯方法，加深对典型有机反应的认识，增强运用所学理论知识及方法分析和解决实际问题的能力。有机化学实验课既注重与课堂教学的衔接，又注重实验教学的完整性和独立性。

三、课程目标

(一) 课程目标

通过本课程的学习，学生可以达到以下目标：

课程目标 1：学生能够规范化操作技能、准确观察现象、合理处理数据、正确描绘仪器装置简图。【毕业要求 1：工程知识】

课程目标 2：具备如实撰写实验报告的严谨科学态度和良好实验习惯；能较熟练查阅文献、能正确独立完成实验合成、实验设计、有一定的创新意识能力。【毕业要求 3：设计/开发解决方案】

课程目标 3：具有运用有机化学实验技能解决问题的能力，能够以小组

合作的能力对设计实验、分析与解释数据、并通过信息综合得到合理有效的结论。【毕业要求 7：环境和可持续发展】

(二) 课程目标与毕业要求的关系

课程目标	支撑的毕业要求	支撑的毕业要求指标点
课程目标 1	毕业要求 1 【工程知识】	1.3 能判别复杂工程问题的多种解决方案的优劣和优化途径。
课程目标 2	毕业要求 3 【设计/开发解决方案】	3.1 能在法律、安全、环境等外部约束条件下设计解决方案。
课程目标 3	毕业要求 7 【环境和可持续发展】	7.2 能够站在社会可持续发展的角度思考应用化学工程实践的可持续性，评价产品周期中可能对人类和环境造成的损害和隐患。

四、实验项目设置与要求

(一) 实验项目与课程目标的关系

序号	实验项目	实验学时	实验类型	分组要求	开出要求	支撑课程目标
1	始业教育、仪器认领和洗涤	3	演示	2	必做	课程目标 1、2、3
2	熔点的测定及温度计校正	3	验证	2	必做	课程目标 1、2、3
3	微量法沸点的测定	3	验证	2	必做	课程目标 1、2、3
4	常压蒸馏	3	验证	2	必做	课程目标 1、2、3
5	简单分馏	3	验证	2	必做	课程目标 1、2、3
6	旋光度的测定	3	验证	2	必做	课程目标 1、2、3
7	萃取	3	验证	2	必做	课程目标 1、2、3
8	液体有机化合物的干燥	3	验证	2	必做	课程目标 1、2、3
9	重结晶	6	验证	2	必做	课程目标 1、2、3
10	菠菜中色素的提取与分离	6	综合	2	必做	课程目标 1、2、3
11	茶叶中提取咖啡因	6	综合	2	必做	课程目标 1、2、3
12	环己烯的制备	6	设计	2	必做	课程目标 1、2、3

13	1—溴丁烷的制备	6	综合	2	必做	课程目标 1、2、3
14	正丁醚的制备	6	综合	2	必做	课程目标 1、2、3
15	乙酸乙酯的制备	6	设计	2	必做	课程目标 1、2、3
16	己二酸的制备	6	综合	2	必做	课程目标 1、2、3
17	环己酮的制备	6	综合	2	必做	课程目标 1、2、3
18	乙酸异戊酯的制备	6	综合	2	必做	课程目标 1、2、3
19	甲基橙的制备	6	综合	2	必做	课程目标 1、2、3
20	安息香的辅酶合成	6	综合	2	必做	课程目标 1、2、3
21	羧酸及其衍生物的鉴定	6	验证	2	选做	课程目标 1、2、3
22	升华	3	设计	2	选做	课程目标 1、2、3
23	减压蒸馏	3	验证	2	选做	课程目标 1、2、3
24	简单玻璃工操作	3	演示	2	选做	课程目标 1、2、3
25	无水乙醇的制备	3	设计	2	选做	课程目标 1、2、3
合计		96				

(二) 实验项目

实验 1. 始业教育

【实验目的】

使学生了解有机实验的目的、要求、内容及有机化学实验的一般知识。认识有机实验中可用到的玻璃仪器名称及用途，了解洗涤玻璃仪器的要领及方法。认识有机实验中可用到的玻璃仪器名称及用途。了解洗涤玻璃仪器的要领及方法，会正确使用有机洗液。

【实验原理】

本实验不特定于某一化学反应或化合物的合成，而是侧重于介绍有机化学实验的基本原理、安全知识及基本操作技能。通过理论讲解与演示相结合的方式，使学生理解有机化学实验的基本概念和原理，为后续实验打下坚实基础。

【主要试剂及仪器设备】

由于始业教育不涉及具体化学反应，故不列出特定试剂。但会介绍试剂

的分类、存放要求、取用方法以及危险化学品的标识与管理。包括但不限于：电子天平、磁力搅拌器、旋转蒸发仪、分液漏斗、烧瓶、冷凝管、温度计、移液管、容量瓶等常用有机化学实验仪器，以及防护眼镜、实验服、手套等个人防护装备。

【内容提要】

实验室安全规则；个人防护装备的使用；基本操作技能；试剂的取用与保存；实验记录与数据处理；环保意识与废弃物处理。

【实验安排】

教师先讲授理论知识、操作步骤及注意事项，然后学生分两人一组进行基本技能操作。

【教学方法与手段】

课前讲解，现场指导，课后总结。

【实验报告要求】

实验报告完整，文字通顺，字迹端正，思考题回答准确。

实验 2. 熔点的测定及温度计校正

【实验目的】

了解熔点测定的原理和意义，掌握熔点测定的操作方法。

【实验原理】

化合物熔化时固液两相蒸汽压一致时候的温度就是该化合物熔点。

【主要试剂及仪器设备】

萘、液体石蜡、*b*形管、酒精灯、温度计、熔点管。

【内容提要】

将液体石蜡装入 *b* 型管加热萘晶体，测出其初熔和全熔的温度。

【实验安排】

教师先讲授实验的原理、操作步骤及注意事项，然后学生分两人一组进行实验测定。

【教学方法与手段】

课前讲解，现场指导，课后总结。

【实验报告要求】

实验报告完整，步骤简明扼要，文字通顺，字迹端正，图表整齐、规范，将实验数据及结果以表格列出，思考题回答准确。

实验 3. 微量法沸点的测定

【实验目的】

了解测定沸点的意义，掌握微量法测定沸点的原理和方法。

【实验原理】

液体化合物的蒸气压与外界大气压力相等时的温度就是该化合物沸点。

【主要试剂及仪器设备】

奈、液体石蜡、无水乙醇、*b*形管、酒精灯、温度计、小试管。

【内容提要】

将液体石蜡装入 *b* 型管，小试管里装少量被测液体，开口向下放一支熔点管。加热测定熔点管最后一个气泡刚冒出的温度。

【实验安排】

教师先讲授实验的原理、操作步骤及注意事项，然后学生分两人一组进行实验测定。

【教学方法与手段】

课前讲解，现场指导，课后总结。

【实验报告要求】

实验报告完整，步骤简明扼要，文字通顺，字迹端正，图表整齐、规范，将实验数据及结果以表格列出，要求得出两次测量结果的平均值，思考题回答准确。

实验 4. 常压蒸馏

【实验目的】

了解测定蒸馏的意义，掌握常压蒸馏原理和操作方法。

【实验原理】

利用气压平衡原理，将液体混合物形成汽、液两相平衡体系，使易挥发组分浓集到汽相，难挥发组分浓集到液相的传质分离过程。

【主要试剂及仪器设备】

甲醇、圆底烧瓶、蒸馏头、温度计套管、温度计、直型冷凝管、接液管、锥形瓶。

【内容提要】

通过蒸馏分离出甲醇与水。分别收集不同温度范围的流出液体的体积。达到将混合物分离的目的。

【实验安排】

教师先讲授实验的原理、操作步骤及注意事项，然后学生分两人一组进行实验测定。

【教学方法与手段】

课前讲解，现场指导，课后总结。

【实验报告要求】

实验报告完整，步骤简明扼要，文字通顺，字迹端正，图表整齐、规范，蒸馏图中强调各个细节准确，将各个馏分实验数据及结果以表格列出，思考题回答准确。

实验 5. 简单分馏

【实验目的】

学习分馏的原理及其应用，掌握实验室常用的分馏的操作技术。

【实验原理】

沸腾着的混合物蒸汽进行一系列的热交换而将沸点不同的物质分离出。

【主要试剂及仪器设备】甲醇、水、电热套、分馏柱、冷凝管、接液管、圆底烧瓶、温度计等。

【内容提要】通过分馏分离出甲醇与水。分别收集不同温度范围的流出液体的体积。达到将混合物分离的目的。与蒸馏的效果作比较。

【实验安排】教师先讲授实验的原理操作步骤及注意事项，然后学生分两人一组进行实验。

【教学方法与手段】课前讲解，现场指导，课后总结

【实验报告要求】实验报告完整，步骤简明扼要，文字通顺，字迹端正，图表整齐、规范，将各个馏分实验数据及结果以表格列出，思考题回答准确。

实验 6. 旋光度的测定

【实验目的】

了解旋光仪的构造、原理。掌握使用旋光仪测定物质的旋光度的方法。学习比旋光度的计算。

【实验原理】

比旋光度是物质特性常数之一，测定旋光度，可以检验旋光性物质的纯度和含量。

【主要试剂及仪器设备】

葡萄糖、旋光仪、容量瓶等。

【内容提要】

利用旋光仪测定浓度为 0.1g/ml 的葡萄糖的旋光度。

【实验安排】

教师先讲授实验的原理、操作步骤及注意事项，然后学生分两人一组进行实验测定。

【教学方法与手段】

课前讲解，现场指导，互助完成。

【实验报告要求】

实验报告完整，步骤简明扼要，文字通顺，字迹端正，将实验数据及结果以表格列出，结果准确。思考题回答准确。

实验 7. 萃取

【实验目的】

了解萃取的原理意义及萃取与洗涤的区别。掌握萃取的操作方法。

【实验原理】

利用物质在两种互不相溶的溶剂中溶解度或分配比的不同达到分离和纯化的目的。

【主要试剂及仪器设备】

乙酸乙酯、分液漏斗、锥形瓶、铁架台等。

【内容提要】

利用分液漏斗水溶液中的色素转移到乙酸乙酯中，然后利用比重的不同将其分离开来。

【实验安排】

教师先讲授测定的原理、方法和步骤；以及实验中的注意事项，并强调实验报告书写中存在的问题，学生以两人一组开始实验。

【教学方法与手段】

课前讲解，现场指导，点评分析。

【实验报告要求】

实验报告完整，步骤简明扼要，文字通顺，字迹端正，画图整齐、规范，思考题回答准确。

实验 8. 液体有机化合物的干燥定

【实验目的】

了解液体有机物的干燥原理和方法了解液体有机化合物干燥剂的选择干燥剂的用量。

【实验原理】

利用物质与水反应生成水合物的原理。

【主要试剂及仪器设备】

无水氯化钙、无水硫酸镁、锥形瓶、天平、分液漏斗

【内容提要】

将适量的干燥剂加入到液体有机化合物中，干燥 1 小时过滤除去干燥剂。

【实验安排】

教师先讲授实验的原理操作步骤及注意事项，然后学生分两人一组进行实验。

【教学方法与手段】

课前讲解，现场指导

【实验报告要求】

实验报告完整，步骤简明扼要，文字通顺，字迹端正，图表整齐、规范，思考题回答准确。

实验 9. 重结晶

【实验目的】

了解重结晶的原理和用途，.掌握溶剂的选择、热饱和溶液的配制、活性炭用法、热滤漏斗的用途，.学习热过滤操作、抽滤装置安装及抽滤操作，学习晶体的析出、收集、洗涤、干燥及称量操作。

【实验原理】

利用物质对被提纯物及杂质溶解度的不同，可以被提纯物从过饱和溶液中析出，从而达到提纯目的。

【主要试剂及仪器设备】

苯甲酸、蒸馏水、玻璃漏斗、热滤漏斗、滤纸、布氏漏斗真空水泵等

【内容提要】

将粗苯甲酸配成沸点附近热的饱和溶液，活性炭脱色，趁热过滤，冷却液体析出晶体，抽滤、洗涤、干燥、称重。

【实验安排】

教师先讲授重结晶的原理、方法和步骤；以及实验中的注意事项，并强调书写实验报告的基本要求，学生以两人一组开始实验。

【教学方法与手段】

课前讲解，现场指导，结果点评分析。

【实验报告要求】

实验报告完整，步骤简明扼要，文字通顺，字迹端正，如实书写实验数据及结果，思考题回答准确。

实验 10. 菠菜中色素的提取与分离

【实验目的】

学习薄层色谱分离的原理应用掌握比移值 (R_f) 的计算方法掌握薄层色谱的操作方法。学习菠菜中色素的提取方实验原理：比旋光度是物质特性常数之一，测定旋光度，可以检验旋光性物质的纯度和含量。

【实验原理】

利用混合物各组分在某一物质中吸附与解析性能的平衡原理。

【主要试剂及仪器设备】

菠菜、乙醇、丙酮、石油醚、乙酸乙酯、研钵、分液漏斗、层析缸、载玻片等。

【内容提要】

铺板、活化、提取菠菜中的色素、分离色素（叶绿素 a、叶绿素 b、叶黄素、胡萝卜素）、计算比移植。

【实验安排】

教师先讲授实验的原理操作步骤及注意事项，然后学生分两人一组进行实验。

【教学方法与手段】

课前讲解，现场指导，结果点评分析

【实验报告要求】

实验报告完整，步骤简明扼要，文字通顺，字迹端正，图表整齐、规范，将四种色素的比移值的实验数据及结果以表格列出，思考题回答准确。

实验 11. 茶叶中提取咖啡因

【实验目的】

学习从天然产物—茶叶中提取咖啡因的原理与方法 掌握索氏提取器的使用并了解其原理 巩固升华的基本操作。

【实验原理】

虹吸回流及升华的原理。

【主要试剂及仪器设备】 茶叶、95%乙醇、氧化钙、索氏提取器、蒸馏装置、升华装置等。

【内容提要】

索氏提取器将茶叶中的咖啡因提取出来，蒸馏浓缩至 10ml，加入氧化钙烘炒至干砂状，最后进行升华。

【实验安排】

教师先讲授原理、方法和步骤；以及实验中的注意事项，学生以两人一组开始实验。

【教学方法与手段】

课前讲解，现场指导，结果点评分析

【实验报告要求】

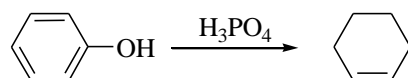
实验报告完整，步骤简明扼要，文字通顺，字迹端正，画图整齐、规范，思考题回答准确。

实验 12. 环己烯的制备

【实验目的】

学习环己醇制备的原理和方法，进一步巩固和练习蒸馏、分馏、洗涤、干燥等基本操作。

【实验原理】



【主要试剂及仪器设备】

环己醇、浓硫酸、食盐、无水氯化钙、碳酸钠、分馏装置、蒸馏装置、分液漏斗等。

【内容提要】

通过分馏装置使环己醇在浓硫酸是催化作用下脱水生成粗环己烯，然后进行洗涤、干燥、水浴蒸馏获得纯产品。

【实验安排】

根据实验的目的和原理，首先让学生进行实验方案设计、经课堂讨论后选择合理合成路线及操作步骤和注意事项，然后学生分两人一组进行实验。

【教学方法与手段】

课前讲解，课堂讨论、现场指导，结果点评分析。

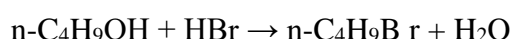
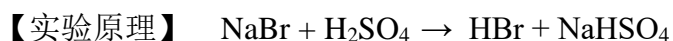
【实验报告要求】

实验报告完整，步骤简明扼要，文字通顺，字迹端正，装置图正确、整齐、规范，实验数据详实，实验数据处理及思考题回答准确。

实验 13. 1-溴丁烷的制备

【实验目的】

学习正溴丁烷制备的原理和方法，进一步巩固和练习气体吸收、蒸馏、洗涤、干燥等基本操作。



【主要试剂及仪器设备】

正丁醇、浓硫酸、溴化钠、等。回流及气体吸收装置、蒸馏装置、分液漏斗等。

【内容提要】

用回流加气体吸收装置，以 5% 的氢氧化钠溶液作为吸收剂，加热原料 40 分钟，粗产品经洗涤、干燥后进行蒸馏，收集 96=100 度馏分。

【实验安排】

教师先行讲授实验目的、原理、操作步骤及注意事项，然后学生分两人一组进行实验。

【教学方法与手段】

课前讲解，现场指导，结果记录、点评分析

【实验报告要求】

实验报告完整，步骤简明扼要，文字通顺，字迹端正，装置图正确、整齐、规范，实验数据详实，实验数据处理及思考题回答准确。

实验 14. 正丁醚的制备

【实验目的】

学习正丁醚制备的原理和方法，学习分水器的用途，进一步巩固和练习蒸馏、洗涤、干燥等基本操作。

【实验原理】



【主要试剂及仪器设备】

正丁醇、浓硫酸、无水氯化钙、回流分水装置、蒸馏装置、分液漏斗等。

【内容提要】

用回流分水装置加热原料约 1.5 小时，分水器水满。冷却后经洗涤、干燥、蒸馏收集 137-141 度馏分。

【实验安排】

教师先行讲授实验的目的、原理、操作步骤及注意事项，然后学生分两人一组进行实验。

【教学方法与手段】

课前讲解，现场指导，结果记录、点评分析

【实验报告要求】

实验报告完整，步骤简明扼要，文字通顺，字迹端正，装置图正确、整齐、规范，实验数据详实，实验数据处理及思考题回答准确。

实验 15. 乙酸乙酯的制备

【实验目的】

学习乙酸乙酯制备的原理和方法，进一步巩固和练习蒸馏、回流、洗涤、干燥等基本操作。

【实验原理】



【主要试剂及仪器设备】

冰醋酸、95%乙醇、浓硫酸、碳酸钠、氯化钠、无水硫酸镁、回流装置、蒸馏装置、分液漏斗等。

【内容提要】

水浴回流 0.5 小时，然后蒸出粗产品，经洗涤、干燥后水浴蒸馏，收集

70-75 度馏分。

【实验安排】

教师先行讲授实验的目的、原理、操作步骤及注意事项，然后学生分两人一组进行实验。

【教学方法与手段】

课前讲解，现场指导，结果记录、点评分析

【实验报告要求】

实验报告完整，步骤简明扼要，文字通顺，字迹端正，装置图正确、整齐、规范，实验数据详实，实验数据处理及思考题回答准确。

实验 16. 己二酸的制备

【实验目的】

学习己二酸制备的原理和方法，学习搅拌装置的使用方法，进一步巩固和练减压抽滤等基本操作。

【实验原理】



【主要试剂及仪器设备】

环己醇、高锰酸钾、氢氧化钠、亚硫酸氢钠、浓盐酸、烧杯、磁力搅拌加热套、减压抽滤装置等。

【内容提要】

本实验是氧化反应，用碱性高锰酸钾氧化环己醇，保持温度 45 度左右，沸水浴煮沸 5 分钟，趁热抽滤，滤液经冷却、结晶、抽滤、洗涤晶体、干燥、称重。

【实验安排】

教师先行讲授实验的目的、原理、操作步骤及注意事项，然后学生分两人一组进行实验。

【教学方法与手段】

课前讲解，现场指导，课后总结。

【实验报告要求】

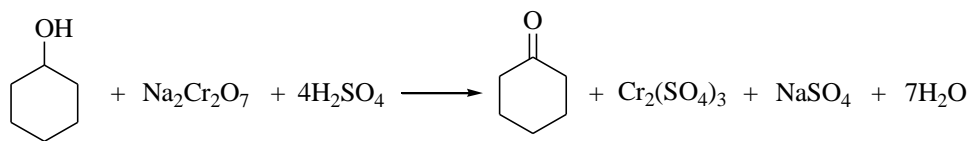
实验报告完整，步骤简明扼要，文字通顺，字迹端正，装置图正确、整齐、规范，实验数据详实，实验数据处理及思考题回答准确。

实验 17. 环己酮的制备

【实验目的】

学习重铬酸钾氧化法制备环己醇的原理和实验方法，进一步了解醇与酮的区别和联系，巩固和练习蒸馏、洗涤、干燥等基本操作。

【实验原理】



【主要试剂及仪器设备】

环己醇、重铬酸钠、浓硫酸、食盐、蒸馏装置、空气冷凝管、分液漏斗等。

【内容提要】

先制得铬酸溶液，然后氧化环己醇使溶液由橙红色变为墨绿色，加水蒸馏得粗产品。用食盐饱和，分离、干燥后用空气冷凝管进行蒸馏，收集 148-152°C 馏分，得纯产品。

【实验安排】

教师先行讲授实验的目的、原理、操作步骤及注意事项，然后学生分两人一组进行实验。

【教学方法与手段】

课前讲解，现场指导，课后总结。

【实验报告要求】

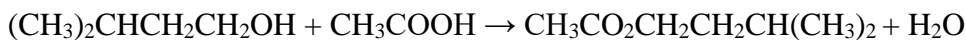
实验报告完整，步骤简明扼要，文字通顺，字迹端正，装置图正确、整齐、规范，实验数据详实，实验数据处理及思考题回答准确。

实验 18. 乙酸异戊酯的制备

【实验目的】

学习乙酸异戊酯制备的原理和方法，进一步巩固和练习蒸馏、回流、洗涤、干燥等基本操作。

【实验原理】



【主要试剂及仪器设备】

冰醋酸、异戊醇、浓硫酸、碳酸氢钠、氯化钠、无水硫酸镁、回流装置、蒸馏装置、分水器、分液漏斗等。

【内容提要】

用回流或回流分水装置加热原料 1 小时，待冷却后进行洗涤、干燥后滤去干燥剂蒸馏，收集 135-140°C 的馏分得纯产品。

【实验安排】

根据实验的目的和原理，首先让学生进行实验方案设计、经课堂讨论后选择合理合成路线及操作步骤和注意事项，然后学生分两人一组进行实验。

【教学方法与手段】

课前讲解，课堂讨论、现场指导，点评分析。

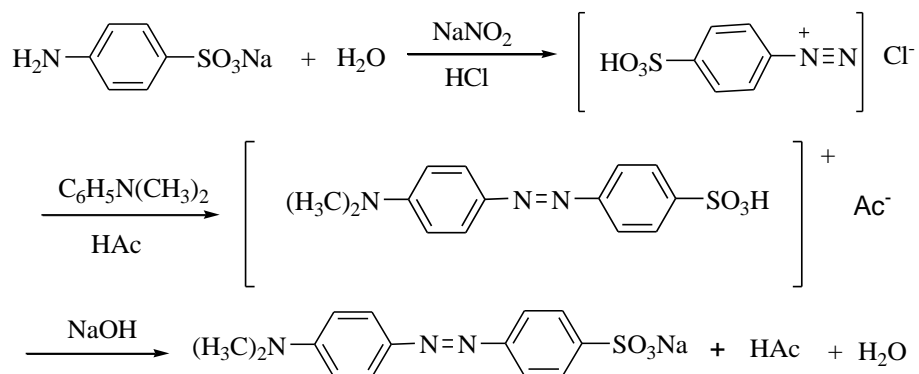
【实验报告要求】

实验报告完整，步骤简明扼要，文字通顺，字迹端正，装置图正确、整齐、规范，实验数据详实，实验数据处理及思考题回答准确。

实验 19. 甲基橙的制备

【实验目的】学习甲基橙制备的原理和方法，掌握重氮反应、偶合反应的条件、原理，进一步巩固和练习重结晶等基本操作。

【实验原理】



【主要试剂及仪器设备】

对氨基苯磺酸、氢氧化钠、亚硝酸钠、盐酸、N,N—二甲苯胺、冰醋酸、烧杯、玻璃棒、减压抽滤等装置。

【内容提要】

在 0-5°C 的条件下制得重氮盐，然后进行偶合反应。加氢氧化钠溶液成盐，加热煮沸、冷却、结晶、抽滤得粗产品。重结晶后得纯产品。

【实验安排】

教师先行讲授实验的目的、原理、操作步骤及注意事项，然后学生分两人一组进行实验。

【教学方法与手段】

课前讲解，现场指导，结果点评分析。

【实验报告要求】

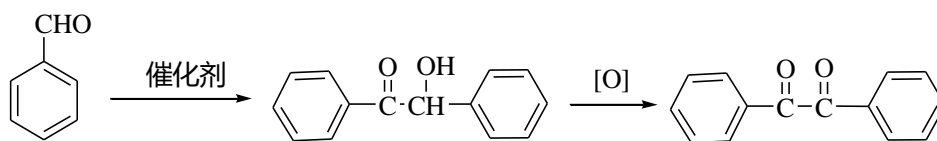
实验报告完整，步骤简明扼要，文字通顺，字迹端正，实验数据详实，实验数据处理及思考题回答准确。

实验 20. 安息香的辅酶合成

【实验目的】

学习安息香缩合反应的原理和应用维生素 B1 为催化剂进行反应的实验方法。进一步掌握回流、冷却、抽滤等基本操作。了解酶催化的特点。

【实验原理】



【主要试剂及仪器设备】

新蒸苯甲醛、VB1、95%乙醇、氢氧化钠、回流装置、抽滤装置等。

【内容提要】

50ml 的圆底烧瓶中 VB1 的乙醇溶液至于冰水浴中分三次加入冰过的氢氧化钠溶液。保持 pH=9-10 加苯甲醛回流 1.5 小时，冷却、结晶、抽滤，粗产品用 95% 的乙醇重结晶。

【实验安排】

教师先行讲授实验的目的、原理、操作步骤及注意事项，然后学生分两人一组进行实验。

【教学方法与手段】

课前讲解，现场指导，对结果点评分析。

【实验报告要求】

实验报告完整，步骤简明扼要，文字通顺，字迹端正，装置图正确、整齐、规范，实验数据详实，实验数据处理及思考题回答准确。

实验 21. 羧酸及其衍生物的鉴定

【实验目的】

验证羧酸及其衍生物的性质了解肥皂的制备原理及其性质肥皂和合成洗涤剂的去污原理。

【实验原理】

掌握羧酸溶解度与酸性的试验掌握酯、酰氯、酰胺的鉴定方法

【主要试剂及仪器设备】

酯、酰氯、酰胺、三氯化铁、硝酸银、试管、烧杯等。

【内容提要】

羧酸与氢氧化钠和碳酸氢钠成盐。酯的鉴定是氧肟酸铁试验。酰氯的鉴定是与硝酸银的醇溶液反应产生白色沉淀。酰胺的鉴定类似酯。

【实验安排】

教师先行讲授实验的目的、原理、操作步骤及注意事项，然后学生分两人一组进行实验。

【教学方法与手段】

课前讲解，现场指导，课后总结。

【实验报告要求】

实验报告完整，步骤简明扼要，文字通顺，字迹端正整齐、规范，实验数据详实，实验数据处理及思考题回答准确。

实验 22. 升华

【实验目的】

了解升华的原理意义，掌握升华的实验操作方法。

【实验原理】

物质不经过液态，直接由固态转变成气态。

【主要试剂及仪器设备】

奈、蒸发皿、玻璃漏斗、滤纸等。

【实验安排】

根据实验的目的和原理，首先让学生进行实验方案设计、经课堂讨论后选择合理合成路线及操作步骤和注意事项，然后学生分两人一组进行实验。

【教学方法与手段】

课前讲解，课堂讨论、现场指导、结果点评。

【实验报告要求】

实验报告完整，步骤简明扼要，文字通顺，字迹端正，画图整齐、规范，思考题回答准确。

实验 23. 减压蒸馏

【实验目的】

了解减压蒸馏的意义，掌握减压蒸馏原理和操作方法。

【实验原理】

利用气压平衡原理。液体的沸点随外界压力的降低而降低。

【主要试剂及仪器设备】

蒸馏水、减压蒸馏装置、真空泵等。

【内容提要】

将蒸馏水进行减压蒸馏，较低温度水即可沸腾。

【实验安排】

教师先讲授实验的原理操作步骤及注意事项，然后学生分两人一组进行实验。

【教学方法与手段】

课前讲解，现场指导，课后总结。

【实验报告要求】

实验报告完整，步骤简明扼要，文字通顺，字迹端正，图表整齐、规范，

实验结果准确，思考题回答认真准确。

实验 24. 简单玻璃工操作

【实验目的】

练习玻璃管的简单加工。

【主要试剂及仪器设备】

玻璃管、酒精喷灯、石棉网、锉刀等。

【内容提要】

用酒精喷灯将玻璃管拉成熔点管，75度弯管。

【实验安排】

教师先讲授实验的原理操作步骤及注意事项，然后学生分两人一组进行实验。

【教学方法与手段】

课前讲解，现场指导。

【实验报告要求】

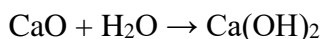
实验报告完整，步骤简明扼要，文字通顺，字迹端正，图表整齐、规范，思考题回答准确。

实验 25. 无水乙醇的制备

【实验目的】

学习用 CaO 法制取无水乙醇的原理和方法。掌握防止外界水汽浸入反应体系的回流操作、蒸馏操作

【实验原理】



【主要试剂及仪器设备】

95%乙醇、氧化钙、回流装置、蒸馏装置、干燥装置等。

【内容提要】

将原料在隔绝空气中的水蒸气下回流 2 小时，再进行蒸馏。

【实验安排】

教师先讲授测定的原理、方法和步骤；以及实验中的注意事项，并强调书写实验报告的基本要求，学生以两人一组开始实验测定。

【教学方法与手段】

课前讲解，现场指导。

【实验报告要求】

实验报告完整，步骤简明扼要，文字通顺，字迹端正，装置图正确、整齐、规范，实验数据详实，思考题回答准确。

五、考核方式

(一) 考核方式

课程考核方式分为过程性考核、期末考核与技能考核。

过程性考核成绩以实验报告成绩为准。

期末考核采用闭卷考试。

(二) 考核方式与课程目标的关系

课程目标	考核内容及所占比例 (%)	考核方式
课程目标 1 (40%)	基本概念与基本知识 (50%); 实验操作规范性 (25%); 安全知识与职业素养 (25%);	实验报告、实验技能、期末考试
课程目标 2 (30%)	实验设计与方案制定 (40%); 实验现象观察与分析 (30%); 实验报告撰写 (30%);	实验报告、实验技能、期末考试
课程目标 3 (30%)	实验设计中的新思路、新方法或新应用 (40%); 团队协作能力 (40%); 持续学习与专业发展意识 (20%)	实验报告、实验技能、期末考试

六、成绩评定

(一) 评定方式

总成绩 = 过程性考核成绩 (30%) + 技能成绩 (40%) + 期末考核成绩 (30%)。

过程性考核成绩即为实验报告成绩。

(二) 评分标准

序号	课程目标	评价项目	评分标准				
			90-100	80-89	70-79	60-69	0-59
			优	良	中	及格	不及格
1	课程目标 1/2/3	实验报告	按时完成报告, 格式规范, 字迹规整, 内容完整, 绘图精美, 实验结果分析深入合理, 思考题回答准确、完整。	按时完成报告, 格式规范, 字迹较规整, 内容基本完整, 绘图规范, 实验结果分析合理, 思考题回答较准确、完整。	按时完成报告, 格式欠规范, 字迹欠规整, 绘图较规范, 实验结果分析较合理, 思考题回答完整。	催交, 格式欠规范, 字迹不规整, 绘图欠规范, 实验结果分析不深入或无分析, 思考题回答不完整。	反复催交, 格式不规范, 字迹不规整, 绘图不规范, 无结果分析, 不回答思考题或催交未果。

2	课程目标 1/2/3	实验技能	能够流畅陈述实验流程, 完整并准确的准备实验器材, 实验操作规范, 时间安排合理, 实验数据准确或产率高。	能够较为流畅的陈述实验流程, 实验器材准备妥当, 实验操作规范, 时间安排较合理, 实验数据较准确或产率较高。	能够基本陈述实验流程, 不能全部准备好实验器材、实验操作欠规范, 不能在规定时间内完成实验, 实验数据欠准确或产率不高。	不清楚实验流程, 实验器材准备欠妥, 实验操作欠规范, 时间安排欠合理, 实验数据不准确或产率非常低。	对实验流程一无所知, 不能独立准备实验器材, 实验操作不规范, 时间安排不合理或不能进行实验操作。
3	课程目标 1/2/3	期末考试	详见期末考试评分细则				

七、教学参考资源 (含课程思政资源)

1. 主要参考书目

- (1) 曾和平. 《有机化学实验》(第五版), 北京: 高等教育出版社, 2020.
- (2) 查正根, 郑小琦, 汪志勇等. 《有机化学实验》(第二版), 北京: 中国科学技术大学出版社, 2019.
- (3) 吴美芳, 李琳. 《有机化学实验》, 北京: 高等教育出版社, 2013.

2. 与实验课程相关主要网站

华东师范大学慕课资源, 刘路, 肖元晶.

<https://www.icourse163.org/learn/ECNU1003538122?tid=1206896207#/learn/content>.

八、选用教材

教材名称	编者	出版社	出版时间	是否马工程教材	备注
有机化学实验	兰州大学	高等教育出版社	2017	否	

九、课程学习建议

《有机化学实验》作为化学专业中一门至关重要的课程, 不仅要求学生掌握扎实的理论知识, 还强调实验操作技能和科学思维的培养。针对该课程的学习, 以下是对学生学习本门课程的课外学习时间要求及学习建议:

课外学习时间要求:

(1) 基础学习时间：建议学生每周至少投入课外学习时间不少于 8 小时。这包括预习、复习、实验报告撰写以及自主学习的时间。

(2) 阶段性复习时间：在学期中，特别是在每个实验单元或章节结束后，建议安排至少一天的时间进行阶段性复习，巩固所学知识和技能。

(3) 项目研究与探索时间：对于有兴趣深入探索有机化学实验的学生，可以额外安排时间参与科研项目、实验设计或文献阅读，以拓宽知识面和提升实践能力。

学习建议：

(1) 深入理解实验原理

在预习和复习过程中，注重理解实验原理及其背后的科学逻辑。这有助于学生在实验过程中更好地把握操作要点，预测实验现象，并理解实验结果的意义。

(2) 注重实验技能的培养

实验技能是《有机化学实验》课程的核心内容。学生应在课外时间多进行基本操作训练，如玻璃仪器的洗涤、干燥、组装等，以及过滤、蒸馏、萃取等常用实验技术。通过反复练习，提高实验操作的准确性和熟练度。

(3) 培养安全意识

强调实验室安全的重要性，学生在课外时间应主动学习实验室安全知识，了解并遵守实验室内的安全设施使用方法及化学品管理规定。在实验中始终保持警惕，确保个人安全及实验室环境的安全。

(4) 加强团队协作与沟通

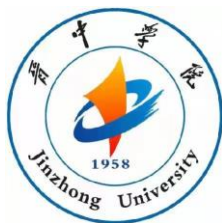
鼓励学生在课外时间多与同学交流实验心得和体会，共同探讨实验中遇到的问题及解决方案。通过团队协作和沟通，提高学生的合作能力和解决问题的能力。

(5) 注重实验报告的撰写

实验报告是反映学生实验成果和学习能力的重要载体。学生在课外时间应认真撰写实验报告，注重报告的规范性和完整性。通过撰写实验报告，学生可以加深对实验内容的理解，提高书面表达能力。

(6) 关注学科前沿

鼓励学生关注有机化学领域的最新进展和前沿技术，通过查阅相关文献、观看教学视频、参加学术讲座等方式拓宽知识面。这有助于激发学生的科研兴趣和创新精神，为未来的学习和研究打下坚实的基础。



应用化学专业

《物理化学实验》

课程大纲

晋中学院化学化工系

2023年8月

《物理化学实验》课程大纲

一、课程信息

课程名称	物理化学实验 / Physical Chemistry Experiments		
课程编码	230910914B、230910915B	适用专业	应用化学
先修课程	分析、物化、结构化学	修读学期	第五、六学期
课程类别	学科专业基础课程	课程性质	<input checked="" type="checkbox"/> 必修 <input type="checkbox"/> 选修
设置类别	独立设课	课程学分	2.0
课程学时	72	考核方式	<input type="checkbox"/> 考试 <input checked="" type="checkbox"/> 考查
执笔人	张保柱	审核人	张保柱

二、课程简介

物理化学实验是应用化学专业独立开设的基础实验课之一，是专业实践的一个重要组成部分。综合运用了物理学和化学领域中一些重要的实验技术、手段及数学运算工具来研究物质的性质和化学反应规律。它是将物理化学理论的具体化、实践化，是对整个化学理论体系的实践检验。通过物理化学实验的实践，加深和巩固学生对物理化学理论知识的理解，提高对物理化学知识灵活运用能力；使学生掌握物理化学实验的基本实验技术和方法和常用的实验仪器的使用方法，学生能获得和利用物理化学的实验技能、方法选择实验仪器进行设计实验的能力，实现由学习知识技能到科学研究的初步转化；使学生获得努力探索、求真、求实和勤俭节约的科学精神和优良品质。

三、课程目标

(一) 课程目标

通过本课程的学习，学生可以达到以下目标：

课程目标 1：能够应用物理化学实验的基本技术和方法以及所学原理，具备初步设计实验的能力。【毕业要求 3：设计/开发解决方案】

课程目标 2：通过实验方案设计，实验条件的选择，实验方法的对比，相关信息的查询，实验现象的解释，实验数据的处理，实验结果的分析、归

纳和总结等实验工作的训练，提高学生的实际动手能力和分析问题、解决问题的能力。同时学生获得实事求是的科学态度、严肃认真一丝不苟的科学作风及初步科学研究能力。【毕业要求 1：工程知识】

课程目标 3：学生通过实验操作掌握一些常用实验仪器的使用方法，具备正确选择、使用仪器的能力。【毕业要求 5：使用现代工具】

(二) 课程目标与毕业要求的关系

课程目标	支撑的毕业要求	支撑的毕业要求指标点
课程目标 1	毕业要求 3 【设计/开发解决方案】	3.1 能在法律、安全、环境等外部约束条件下设计解决方案。
课程目标 2	毕业要求 1 【工程知识】	1.3 能判别复杂工程问题的多种解决方案的优劣和优化途径。
课程目标 3	毕业要求 5 【使用现代工具】	5.2 针对具体应用化工的对象，能够选择与使用恰当的现代仪器、信息技术工具、工程工具和专业模拟软件，进行合理的预测与模拟，并理解其局限性。

四、实验项目设置与要求

(一) 实验项目与课程目标的关系

序号	实验项目	实验学时	实验类型	分组要求	开出要求	支撑课程目标
1	溶解热的测定	3	综合性	4-5 人/组	必做	课程目标 1、2
2	中和热测定	3	验证性	4-5 人/组	选做	课程目标 1、2
3	磁化率的测定	3	验证性	4-5 人/组	必做	课程目标 1、2
4	二组份金属相图绘制	3	验证性	4-5 人/组	必做	课程目标 1、2
5	液体饱和蒸汽压的测定	3	验证性	4-5 人/组	必做	课程目标 1、2
6	双液系相图的绘制	3	验证性	4-5 人/组	必做	课程目标 1、2
7	黏度法测定高聚物分子量	3	设计性	4-5 人/组	必做	课程目标 1、2
8	胶体的制备及电泳法测定 zeta 电势	3	综合性	4-5 人/组	必做	课程目标 1、2
9	原电池电动势的测定	3	验证性	4-5 人/组	必做	课程目标 1、2
10	蔗糖水解反应速率常数的测定	3	验证性	4-5 人/组	必做	课程目标 1、2

11	液体表面张力的测定	3	综合性	4-5 人/组	必做	课程目标 1、2
12	电势-pH 曲线的测定	3	验证性	4-5 人/组	必做	课程目标 1、2
13	燃烧热的测定	3	验证性	4-5 人/组	必做	课程目标 1、2
14	凝固点降低法测定分子量	3	验证性	4-5 人/组	必做	课程目标 1、2
15	差热分析	3	综合性	4-5 人/组	必做	课程目标 1、2
16	化学 B-Z 振荡反应	3	综合性	4-5 人/组	必做	课程目标 1、2
17	离子的迁移数的测定	3	综合性	4-5 人/组	必做	课程目标 1、2
18	水溶性表面活性剂的临界胶束浓度测定	3	设计性	4-5 人/组	必做	课程目标 1、2
19	乙酸乙酯皂化反应速率常数的测定	3	验证性	4-5 人/组	必做	课程目标 1、2
20	极性分子偶极矩的测定	3	设计性	4-5 人/组	必做	课程目标 1、2
21	电渗法测定 Zeta 电势	3	验证性	4-5 人/组	必做	课程目标 1、2
22	醋酸电离常数的测定	3	验证性	4-5 人/组	必做	课程目标 1、2
23	碳钢在碱性介质中极化曲线的绘制	3	设计性	4-5 人/组	必做	课程目标 1、2
24	偏摩尔体积的测定	3	验证性	4-5 人/组	必做	课程目标 1、2
合计		72				

(二) 实验项目

1. 溶解热的测定

【实验目的】通过用电热补偿法测定硝酸钾在不同浓度水溶液中的积分溶解热方法；掌握 origin 软件作图求出硝酸钾在水中的微分冲淡热，积分冲淡热和微分溶解热的方法。

【实验原理】体系吸热=电热补偿热。

【主要试剂及仪器设备】硝酸钾，SWC-RJ 型溶解热测定实验装置，电子天平，计算机。

【内容提要】利用电热补偿法测定 8 种不同硝酸钾水溶液的积分溶解热，利用积分溶解热对硝酸钾浓度作曲线图，然后求在某一浓度下该曲线的斜率，得该浓度下微分溶解热、微分稀释热，进而获得积分稀释热，得出四种溶解热随浓度增大而变化的规律。

【实验安排】检查预习报告，提问问题，讲解原理，介绍 SWC-RJ 型溶解热测定实验装置的构造和数据采集软件组成模块功能，进行操作演示，指出实验操作中的注意事项和实验的成败的关键步骤；学生以 4-5 人一组，合

作完成硝酸钾溶解热的测量工作。

【教学方法与手段】课前：线上 3D 仿真模拟实验；课堂：讲授、操作演示，讨论；课后辅导。

【实验报告要求】简述硝酸钾溶解热的测定的目的和原理；写出实验所用的试剂和仪器；描述实验过程（或步骤）；记录测试溶解热的测定的实验条件，将实验原始数据以表格列出，表格设计要合理；写出实验数据的处理过程（包括计算过程、作图和实验结果，在用 origin 软件处理数据时，需要查阅相关计算机书籍，编写代码）；作图要规范美观；对实验现象或实验结果进行分析讨论；写出实验的心得体会；简述实验的思考讨论题。

2. 中和热测定

【实验目的】通过测定酸与碱的反应，计算出中和热、醋酸的摩尔解离热。掌握 SWC-ZH 仪器使用方法。熟悉用 origin 软件绘制温度校正图的方法。

【实验原理】体系放热=环境吸热；盖斯定律。

【主要试剂及仪器设备】氢氧化钠、盐酸；SWC-2H 中和热测定实验装置，计算机。

【内容提要】测定强酸与强碱中和热，利用盖斯定律得到弱酸与强碱的中和热。

【实验安排】检查预习报告，提问问题，讲解原理，教师介绍 SWC-2H 中和热测定实验仪构造和数据采集软件组成模块功能，进行操作演示，指出实验操作中的注意事项和实验的成败的关键步骤；学生以 4-5 人一组，合作完成中和热的测量工作。

【教学方法与手段】课前：线上 3D 仿真模拟实验；课堂：讲授、操作演示，讨论；课后辅导。

【实验报告要求】简述酸和碱溶液反应热测定的目的和原理；写出实验所用的试剂和仪器；描述实验过程（或步骤）；记录测试酸和碱溶液溶液反应热测定的实验条件，将实验原始数据以表格列出，表格设计要合理；写出实验数据的处理过程（包括计算过程、作图和实验结果），作图要规范美观；对实验现象或实验结果进行分析讨论；写出实验的心得体会；简述实验的思考讨论题。

3. 磁化率的测定

【实验目的】测定物质的摩尔磁化率，进而计算物质的磁矩，分子的单电子数目，预测配合物的空间结构；掌握古埃法测定物质磁化率的实验原理和技术。

【实验原理】配合物理论；磁介质理论。

【主要试剂及仪器设备】摩尔盐、七水硫酸亚铁、黄血盐；CTP-IA 古埃磁天平。

【内容提要】测定七水硫酸亚铁、黄血盐的在三个不同磁场强度质量，利用居里定理求出磁化率，进而得到单电子数目，确定黄血盐和七水硫酸亚铁的结构。

【实验安排】检查预习报告，提问问题，讲解原理，介绍 CTP-IA 古埃磁天平的构造，进行操作演示，指出实验操作中的注意事项和实验的成败的关键步骤；学生以 4-5 人一组，合作完成物质磁化率的测量工作。

【教学方法与手段】课前：线上 3D 仿真模拟实验；课堂：讲授、操作演示，讨论；课后辅导。

【实验报告要求】简述物质磁化率的测定的目的和原理；写出实验所用的试剂和仪器；描述实验过程（或步骤）；记录测试乙酸乙酯磁化率的实验条件，将实验原始数据以表格列出，表格设计要合理；写出实验数据的处理过程（包括计算过程和实验结果）；对实验现象或实验结果进行分析讨论；写出实验的心得体会；简述实验的思考讨论题。

4. 二组份金属相图绘制

【实验目的】了解热分析法测量技术；掌握热分析法测绘金属相图的基本原理和方法，了解如何确定低共熔点及相应的组成；学会用 Origin 软件绘制 Cd-Bi 二组分金属相图。

【实验原理】热分析原理；相律。

【主要试剂及仪器设备】铬、铋；KWL-08 可控升降温电炉；SWKY 数字控温仪。

【内容提要】配制四种不同质量浓度的铬铋混合物样品，绘制这四种样品步冷曲线，结合纯铬和纯铋的熔点，绘制出铬铋二组分金属相图，确定低共熔点温度和组成，并利用相律分析相图。

【实验安排】检查预习报告，提问问题，讲解原理，介绍 KWL-08 可控升降温电炉和 SWKY 数字控温仪的构造，进行操作演示，指出实验操作中的注意事项和实验的成败的关键步骤；学生以 4-5 人一组，合作完成镉-铋二组分相图的绘制工作。

【教学方法与手段】课前：线上 3D 仿真模拟实验；课堂：讲授、操作演示，讨论；课后辅导。

【实验报告要求】简述二组分金属相图绘制的目的和原理；写出实验所用的试剂和仪器；描述实验过程（或步骤）；记录测试镉-铋相图绘制的实验条件，将实验原始数据以表格列出，表格设计要合理；写出实验数据的处理

过程（包括计算过程、作图和实验结果），作图要规范美观；对实验现象或实验结果进行分析讨论；写出实验的心得体会；简述实验的思考讨论题。

5. 液体饱和蒸汽压的测定

【实验目的】掌握静态法、用等压计测量不同温度下纯液体的饱和蒸汽压的操作技术；掌握用图解法求被测液体在实验温度范围内的平均摩尔汽化热与正常沸点。

【实验原理】克劳修斯-克拉贝龙方程。

【主要试剂及仪器设备】无水乙醇；DP-AF-2 型饱和蒸汽压实验装置；真空装置。

【内容提要】利用静态法测定不同温度下乙醇的饱和蒸汽压，利用克-克方程，作图求出所测温度范围内的平均摩尔汽化热。

【实验安排】检查预习报告，提问问题，讲解原理，介绍 DP-AF-2 型饱和蒸汽压实验仪和真空系统装置的构造，进行操作演示，指出实验操作中的注意事项和实验的成败的关键步骤；学生以 4-5 人一组，合作完成液体饱和蒸汽压的测量工作。

【教学方法与手段】课前：线上 3D 仿真模拟实验；课堂：讲授、操作演示，讨论；课后辅导。

【实验报告要求】简述纯液体饱和蒸汽压的测定的目的和原理；写出实验所用的试剂和仪器；描述实验过程（或步骤）；记录测试饱和蒸汽压的实验条件，将实验原始数据以表格列出，表格设计要合理；写出实验数据的处理过程（包括计算过程、作图和实验结果），作图要规范美观；对实验现象或实验结果进行分析讨论；写出实验的心得体会；简述实验的思考讨论题。

6. 双液系相图的绘制

【实验目的】了解相图和相律的基本概念；绘制在定压下双液系气-液平衡相图，并找出恒沸混合物的组成及恒沸点的温度；了解折光仪的测量原理，并掌握用折光率确定二元液体组成的方法。

【实验原理】体系放热=环境吸热；相律。

【主要试剂及仪器设备】环己烷，乙醇；WLS-2 数字恒流电源，FDY 双液系沸点测定仪，折光仪，数字式测温仪。

【内容提要】绘制环己烷-乙醇溶液浓度对折射率的关标准系曲线，测定不同环己烷-乙醇溶液样品的沸点，液相、气相冷凝液的折射率，进而获得环己烷-乙醇浓度，绘制环己烷-乙醇溶液的等压下的 $T-x$ 相图。

【实验安排】检查预习报告，提问问题，讲解原理，教师介绍 FDY 双液系沸点测定仪装置和折光仪的构造，进行操作演示，指出实验操作中的注意

事项和实验的成败的关键步骤；学生以 4-5 人一组，合作完成双液系相图绘制的测量工作。

【教学方法与手段】 课前：线上 3D 仿真模拟实验；课堂：讲授、操作演示，讨论；课后辅导。

【实验报告要求】 简述环己烷-乙醇双液系的气-液平衡相图绘制的目的和原理；写出实验所用的试剂和仪器；描述实验过程（或步骤）；记录相图绘制的实验条件，将实验原始数据以表格列出，表格设计要合理；写出实验数据的处理过程（包括计算过程、作图和实验结果），作图要规范美观；对实验现象或实验结果进行分析讨论；写出实验的心得体会；简述实验的思考讨论题。

7. 黏度法测定高聚物分子量

【实验目的】 了解乌氏黏度计的结构；掌握乌氏黏度计测定聚乙二醇的原理和方法。

【实验原理】 泊塞勒公式。

【主要试剂及仪器设备】 聚乙二醇；伍氏粘度计；超级恒温水浴仪，秒表。

【内容提要】 配制聚乙二醇溶液，测出溶剂和不同浓度聚乙二醇溶液的流出时间。

【实验安排】 课前学生确定设计性实验项目，教师审核学生提出的实验方案，课堂教师提问，与学生讨论实验方案的合理性和可行性（包含实验目的能否实现、实验思想、理论依据、实验条件、实验方法、测量条件和步骤是否科学合理）；学生以 4-5 人一组，合作完成粘度法测聚乙二醇分子量的测量工作。

【教学方法与手段】 讨论；课后辅导。

【实验报告要求】 简述粘度法测聚乙二醇分子量的目的和原理；写出实验所用的试剂和仪器；描述实验过程（或步骤）；记录不同浓度的聚乙二醇溶液流出时间，将实验原始数据以表格列出，表格设计要合理；写出实验数据的处理过程（包括计算过程、作图和实验结果），作图要规范美观；对实验现象或实验结果进行分析讨论；写出实验的心得体会；简述实验的思考讨论题。

8. 胶体的制备及 zeta 电势的测定

【实验目的】 掌握溶胶的制备及纯化方法—渗析法；掌握电泳法测定 ζ 电势的原理和技术；理解电泳是胶体中液相和固相在外电场作用下相对移动而产生的电性现象。

【实验原理】 渗析原理；电动现象；界面处双电层理论。

【主要试剂及仪器设备】 饱和三氯化铁溶液；DYJ 电泳实验装置；磁力

搅拌器；电导率仪。

【内容提要】利用水解法制备溶胶、渗析纯化，进而利用电泳仪测定 zeta 电位。

【实验安排】检查预习报告，提问问题，讲解原理，介绍胶体的制备和电泳测定装置的构造，进行操作演示，指出实验操作中的注意事项和实验的成败的关键步骤；学生以 4-5 人一组，合作完成胶体的制备和电泳测定 zeta 电势的测量工作。

【教学方法与手段】课前：线上 3D 仿真模拟实验；课堂：讲授、操作演示，讨论；课后辅导。

【实验报告要求】简述胶体的制备和电泳测定 zeta 电势的测定的目的和原理；写出实验所用的试剂和仪器；描述实验过程（或步骤）；记录胶体的制备和电泳测定 zeta 电势的实验条件，将实验原始数据以表格列出，表格设计要合理；写出实验数据的处理过程（包括计算过程和实验结果）；对实验现象或实验结果进行分析讨论；写出实验的心得体会；简述实验的思考讨论题。

9. 原电池电动势的测定

【实验目的】掌握制备盐桥的方法；掌握电位差计测量原电池电动势的原理与使用方法；测定 Cu—Zn 电池的电动势并计算 Cu、Zn 电极的电极电势。

【实验原理】对消法测电动势。

【主要试剂及仪器设备】铜电极、锌电极、硫酸铜、硫酸锌、氯化钾；SDC-II 数字电位差综合测试仪。

【内容提要】利用对消法，在电流趋于零的情况下，测定铜锌原电池的电动势。

【实验安排】检查预习报告，提问问题，讲解原理，介绍 SDC-II 数字电位差综合测试仪的构造，进行操作演示，指出实验操作中的注意事项和实验的成败的关键步骤；学生以 4-5 人一组，合作完成 Cu—Zn 原电池电动势的测量工作。

【教学方法与手段】课前：线上 3D 仿真模拟实验；课堂：讲授、操作演示，讨论；课后辅导。

【实验报告要求】简述对消法测定电动势的目的和原理；写出实验所用的试剂和仪器；描述实验过程（或步骤）；记录测试的实验条件，将实验原始数据以表格列出，表格设计要合理；写出实验数据的处理过程（包括计算过程和实验结果）；对实验现象或实验结果进行分析讨论；写出实验的心得体会；简述实验的思考讨论题。

10. 蔗糖水解反应速率常数的测定

【实验目的】测定蔗糖水解的反应速率常数和半衰期；了解该反应的反应物浓度与旋光度的关系；了解旋光仪的基本原理，掌握旋光仪的操作方法。

【实验原理】二级反应动力学方程；物质旋光性原理。

【主要试剂及仪器设备】蔗糖、稀盐酸；天平、WZZ-2A 型旋光仪；超级恒温水浴仪。

【内容提要】测定准一级反应的不同温度下速率常数，求出阿累尼乌斯活化能。

【实验安排】检查预习报告，提问问题，讲解原理，介绍 WZZ-2A 型旋光仪的构造，进行操作演示，指出实验操作中的注意事项和实验的成败的关键步骤；学生以 4-5 人一组，合作完成蔗糖水解的反应速率常数测量工作。

【教学方法与手段】课前：线上 3D 仿真模拟实验；课堂：讲授、操作演示，讨论；课后辅导。

【实验报告要求】简述蔗糖水解的反应速率常数测定的目的和原理；写出实验所用的试剂和仪器；描述实验过程（或步骤）；记录蔗糖水解的反应速率常数测定的实验条件，将实验原始数据以表格列出，表格设计要合理；写出实验数据的处理过程（包括计算过程、作图和实验结果），作图要规范美观；对实验现象或实验结果进行分析讨论；写出实验的心得体会；简述实验的思考讨论题。

11. 液体表面张力的测定

【实验目的】了解表面张力的性质、表面自由能的意义以及表面张力和吸附的关系；测定不同浓度乙醇水溶液的表面张力；计算表面吸附量和乙醇分子的横截面积。加深理解表面张力及其与吸附量的关系；掌握用最大气泡法测定表面张力的原理和技术。通过 Origin 软件绘制吸附曲线的，培养学生运用图解微分法解决实际问题的能力。

【实验原理】界面层热力学原理；吉布斯吸附等温式；朗缪尔吸附等温式

【主要试剂及仪器设备】无水乙醇；DP-AW-1 表面张力测定仪；超级恒温水浴仪。

【内容提要】测定同一温度下不同乙醇浓度水溶液最大压差，进而求出对应浓度下的表面张力，得到表面张力与浓度的关系曲线，利用吉布斯等温吸附公式，求出吸附量与表面张力的关系，兰缪尔吸附关系式求出饱和吸附量，求出乙醇分子的截面积和乙醇分子长度。

【实验安排】检查预习报告，提问问题，讲解原理，介绍 DP-AW-1 表面张力测定仪的构造，进行操作演示，指出实验操作中的注意事项和实验的成

败的关键步骤；学生以 4-5 人一组，合作完成液体表面张力的测量工作。

【教学方法与手段】课前：线上 3D 仿真模拟实验；课堂：讲授、操作演示，讨论；课后辅导。

【实验报告要求】简述液体表面张力的测量的目的和原理；写出实验所用的试剂和仪器；描述实验过程（或步骤）；记录测试液体表面张力的测量的实验条件，将实验原始数据以表格列出，表格设计要合理；写出实验数据的处理过程（包括计算过程、作图和实验结果），作图要规范美观；对实验现象或实验结果进行分析讨论；写出实验的心得体会；简述实验的思考讨论题。

12. 电势- pH 曲线的测定

【实验目的】掌握电极电势、电池电动势的测定原理及方法；了解电势- pH 曲线的意义及应用；测定 $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$ -EDTA 络合体系在不同 pH 条件下的电极电势，绘制电势-pH 曲线。

【实验原理】许多氧化还原反应的发生，都与溶液的 pH 值有关，因此电极电势不仅随溶液的浓度和离子强度变化，还随溶液的 pH 不同而改变。若指定溶液的浓度，改变其酸碱度，同时测定相应的电极电势与溶液的 pH，然后以电极电势对 pH 作图，可得电势- pH 曲线。

【主要试剂及仪器设备】数字电压表；数值式酸度计；500 mL 五颈瓶；电动搅拌器；电炉；复合电极；电炉；温度计；50 mL 容量瓶； $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ； $(\text{NH}_4)\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ ；HCl；NaOH；EDTA（二钠盐）。

【内容提要】按测量装置图接好测量线路。预先配置实验所用溶液。采用两点法校正复合电极。测定电极电势和 pH。

【实验安排】提问题，检查预习报告，讲解原理，介绍电势- pH 曲线的测定方法，进行操作演示，指出实验操作中的注意事项和实验的成败的关键步骤；学生以 4-5 人一组，合作完成电势- pH 曲线的测定。

【教学方法与手段】课前：线上 3D 仿真模拟实验；课堂：讲授、操作演示，讨论；课后辅导。

【实验报告要求】简述实验目的、要求以及实验原理，主要仪器和试剂；描述实验过程（或步骤）；记录电极电势和 pH；绘制电势- pH 曲线。

13. 燃烧热的测定

【实验目的】通过萘的燃烧热测定，了解氧弹热量计各主要部件的作用，掌握燃烧焓的测定技术；了解定压燃烧焓与定容燃烧焓的差别及相互关系；学会雷诺图解法校正温度改变值了解热分析法测量技术。

【实验原理】能量守恒定律；热化学定义；量热法。

【主要试剂及仪器设备】苯甲酸；萘；氧弹热量计压片机；HR-15B 多功

能控制箱；WHR-15A（B）数显型氧弹式热量计主机部分。

【内容提要】压苯甲酸片，装样并充氧气，量水入热量计内筒，多功能控制箱切换温度档测水温、外夹套水温和室温并记录，由温差计算水当量和萘的恒压燃烧热，根据热化学定义计算出恒容燃烧热。

【实验安排】检查预习报告，提问问题，讲解原理，介绍 HR-15B 多功能控制箱的构造和 WHR-15A（B）数显型氧弹式热量计主机部分，进行操作演示，指出实验操作中的注意事项和实验的成败的关键步骤；学生以 4-5 人一组，合作完成燃烧热的计算工作。

【教学方法与手段】课前：线上 3D 仿真模拟实验；课堂：讲授、操作演示，讨论；课后辅导。

【实验报告要求】简述燃烧热测定实验的目的和原理；写出实验所用的试剂和仪器；描述实验过程（或步骤）；记录燃烧热测定的实验条件，将实验原始数据以表格列出，表格设计要合理；写出实验数据的处理过程（包括计算过程、作图和实验结果），作图要规范美观；对实验现象或实验结果进行分析讨论；写出实验的心得体会；简述实验的思考讨论题。

14. 凝固点降低法测定分子量

【实验目的】掌握一种常用的摩尔质量测定方法；通过实验掌握溶液凝固点的测量技术，加深对稀溶液依数性的理解。

【实验原理】吸热=放热；稀溶液的依数性。

【主要试剂及仪器设备】蔗糖；SWC-LGe 凝固点测定装置；SWC-LGe 制冷系统，计算机。

【内容提要】测定纯溶剂和稀溶液的温度随时间曲线，求出各自凝固点，凝固点降低值，利用凝固点降低公式求出溶质的分子量。

【实验安排】检查预习报告，提问问题，讲解原理，介绍 WC-LGe 凝固点测定装置；SWC-LGe 制冷系统的构造，进行操作演示，指出实验操作中的注意事项和实验的成败的关键步骤；学生以 4-5 人一组，合作完成凝固点降低法测定蔗糖摩尔质量的测量工作。

【教学方法与手段】课前：线上 3D 仿真模拟实验；课堂：讲授、操作演示，讨论；课后辅导。

【实验报告要求】简述凝固点降低法测定蔗糖摩尔质量的目的和原理；写出实验所用的试剂和仪器；描述实验过程（或步骤）；记录测定分子量的实验条件，将实验原始数据以表格列出，表格设计要合理；写出实验数据的处理过程（包括计算过程、作图和实验结果），作图要规范美观；对实验现象或实验结果进行分析讨论；写出实验的心得体会；简述实验的思考讨论题。

15. 差热分析

【实验目的】了解差热分析仪的构造，学会操作技术，掌握差热分析的基本原理及测量方法；绘制五水硫酸铜差热图谱，掌握利用 Origin 软件对差热曲线的处理方法，并对实验结果进行分析。

【实验原理】通过样品和参比物的温差随时间的变化绘制出差热图谱，获得物质结构的组成、以及转化温度、热量等物理化学信息。

【主要试剂及仪器设备】氧化铝、五水硫酸铜、锡粉；ZCR-1 型差热分析仪，计算机。

【内容提要】利用差热分析仪测定样品五水硫酸铜的差热曲线，利用软件拟合曲线，求出外延始点、曲线峰面积，然后利用标准物质锡差热曲线，求出对应峰的摩尔焓变，结合文献，进而推测出 5 个水分子与铜离子的成键类型。

【实验安排】检查预习报告，提问问题，讲解原理，介绍 ZCR-1 型差热分析仪的构造，进行操作演示，指出实验操作中的注意事项和实验的成败的关键步骤；学生以 4-5 人一组，合作完成绘制五水硫酸铜差热图谱的工作。

【教学方法与手段】课前：线上 3D 仿真模拟实验；课堂：讲授、操作演示，讨论；课后辅导。

【实验报告要求】简述绘制五水硫酸铜差热分析的目的和原理；写出实验所用的试剂和仪器；描述实验过程（或步骤）；记录绘制五水硫酸铜差热图谱的实验条件，将实验原始数据以表格列出，表格设计要合理；写出实验数据的处理过程（包括计算过程、作图和实验结果，在用 origin 软件处理数据时，需要查阅相关计算机书籍，编写代码），作图要规范美观；对实验现象或实验结果进行分析讨论；写出实验的心得体会；简述实验的思考讨论题。

16. B-Z 化学振荡反应

【实验目的】了解化学化学振荡反应的机理。根据振荡反应的电势-时间曲线测定诱导时间和振荡周期；通过测定电位-时间曲线求化学振荡反应的表观活化能。初步理解自然界中普遍存在的非平衡非线性现象。

【实验原理】非平衡态原理；自催化原理。

【主要试剂及仪器设备】硫酸铈铵、丙二酸、硫酸、溴酸钾；ZD-BZ 振动实验装置，超级恒温水浴仪，计算机。

【内容提要】测定不同温度下 B-Z 反应的诱导时间和振荡时间，求出活化能。

【实验安排】检查预习报告，提问问题，讲解原理，介绍 ZD-BZ 振动实验装置的构造，进行操作演示，指出实验操作中的注意事项和实验的成败的

关键步骤：学生以 4-5 人一组，合作完成 B-Z 化学振荡反应的测量工作。

【教学方法与手段】课前：线上 3D 仿真模拟实验；课堂：讲授、操作演示，讨论；课后辅导。

【实验报告要求】简述 B-Z 化学振荡反应测定的目的和原理；写出实验所用的试剂和仪器；描述实验过程（或步骤）；记录 B-Z 化学振荡反应测定的实验条件，将实验原始数据以表格列出，表格设计要合理；写出实验数据的处理过程（包括计算过程、作图和实验结果），作图要规范美观；对实验现象或实验结果进行分析讨论；写出实验的心得体会；简述实验的思考讨论题。

17. 离子迁移数的测定

【实验目的】掌握希托夫法测定电解质溶液中离子迁移数的某本原理和操作方法；测定 CuSO_4 溶液中 Cu^{2+} 和 SO_4^{2-} 的迁移数。

【实验原理】 $t_+ + t_- = 1$, $t_+ = q^+ / Q$, $t_- = q^- / Q$, $Q = Q^+ + Q^- = It$ 。

【主要试剂及仪器设备】KI； CuSO_4 ；迁移管；铜电极；离子迁移数测定仪；铜电量计。

【内容提要】当电流通过电解质溶液时，溶液中的正负离子各自向阴阳两极迁移，由于各种离子的迁移速度不同，各自所带过去的电量也必然不同。每种离子所带过去的电量与通过溶液的总电量之比，即为离子在此溶液中的迁移数。

【实验安排】检查预习报告，提问问题，讲解原理，教师介绍实验测定实验的试剂和仪器，进行操作演示，指出实验操作中的注意事项和实验的成败的关键步骤。学生以 4-5 人一组，合作完成离子迁移数的测量工作。

【教学方法与手段】课前：线上 3D 仿真模拟实验；课堂：讲授、操作演示，讨论；课后辅导。

【实验报告要求】简述离子迁移数测定实验的目的和原理；写出实验所用的试剂和仪器；描述实验过程（或步骤）；记录实验条件，将实验原始数据以表格列出，表格设计要合理；写出实验数据的处理过程（包括计算过程）；对实验现象或实验结果进行分析讨论；写出实验的心得体会；简述实验的思考讨论题。

18. 电导法测定水溶性表面活性剂的临界胶束浓度

【实验目的】了解表面活性剂的特性及胶束形成原理；掌握电导率仪的使用方法；用电导法测定十二烷基硫酸钠的临界胶束浓度；掌握电导率仪的使用方法。

【实验原理】表面活性物质在水中形成胶束所需的最低浓度称为临界胶束浓度（CMC）。在 CMC 点上，由于溶液的结构改变导致其浓度和电导率的

关系曲线出现明显转折，通过转折点可以确定其 CMC。

【主要试剂及仪器设备】氯化钾，十二烷基硫酸钠，DDS-11C 型电导率仪，SC-15A 数控超级恒温槽。

【内容提要】用电导水或重蒸馏水配制 KCl 标准溶液(由老师配制)；用电导水或重蒸馏水准确配十二烷基硫酸钠溶液(由老师配制)；用标准溶液标定电导池常数；将配制好的十二烷基硫酸钠溶液用电导水稀释成不同浓度后，分别测其电导率。列表记录各溶液对应的电导，并换算成电导率或摩尔电导率；作出电导值（或摩尔电导率）与浓度的关系图，从图中转折点处找出临界胶束浓度。

【实验安排】检查预习报告，提问问题，讲解原理，介绍 DDS-11C 型电导率仪使用方法，进行操作演示，指出实验操作中的注意事项和实验的成败的关键步骤；学生以 4-5 人一组，合作完成十二烷基硫酸钠的临界胶束浓度的测量工作。

【教学方法与手段】课前：线上 3D 仿真模拟实验；课堂：讲授、操作演示，讨论；课后辅导。

【实验报告要求】简述电导法测定水溶性表面活性剂的临界胶束浓度实验的目的和原理；写出实验所用的试剂和仪器；描述实验过程（或步骤）；记录测试电导率测定的实验条件，将实验原始数据以表格列出，表格设计要合理；写出实验数据的处理过程（包括计算过程、作图和实验结果）；作图要规范美观；对实验现象或实验结果进行分析讨论；写出实验的心得体会；简述实验的思考讨论题。

19. 乙酸乙酯皂化反应速率常数的测定

【实验目的】了解二级反应的特点，用电导法测定乙酸乙酯皂化反应的速率常数；掌握反应活化能的测定方法。

【实验原理】二级反应速率方程；阿仑尼乌斯公。

【主要试剂及仪器设备】乙酸乙酯，NaOH，恒温槽，ZHFY-1 乙酸乙酯皂化反应测定装置，电导率仪（DDS-11C 型数字电导率仪），Y 型管电导池。

【内容提要】配制相同浓度的 NaOH 和 $\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5$ 溶液分装于 Y 型管两侧，置于恒温槽中；配制 $0.01\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的 NaOH 溶液作为 c_0 。在恒温下将 Y 型管二液混合均匀，同时启动秒表计时；每隔 5 分钟读、记电导率数值。1 小时后结束。

【实验安排】检查预习报告，提问问题，讲解原理，介绍 ZHFY-1 乙酸乙酯皂化反应测定装置，让学生了解电导法测定速率常数的优点；指出实验操作中的注意事项和实验成败的关键步骤；学生以 4-5 人一组，合作完成乙

酸乙酯皂化反应速率常数的测定。

【教学方法与手段】课前：线上 3D 仿真模拟实验；课堂：讲授、操作演示，讨论；课后辅导。

【实验报告要求】简述实验背景和原理，介绍 ZHFY-1 乙酸乙酯皂化反应测定装置，让学生了解电导法测定速率常数的优点；演示实验操作后讲解实验注意事项；记录测试乙酸乙酯电导率的实验条件，将实验原始数据以表格列出，表格设计要合理；写出实验数据的处理过程（包括计算过程和实验结果）；对实验现象或实验结果进行分析讨论；写出实验的心得体会；简述实验的思考讨论题。

20. 溶液法测定极性分子的偶极矩

【实验目的】了解偶极矩与分子电性质的关系，了解介电常数法测定偶极矩的原理；掌握溶液法测定偶极矩的实验技术；用溶液法测定乙酸乙酯的偶极矩。

【实验原理】分子极化理论；电介质理论。

【主要试剂及仪器设备】正丁醇，环己烷，PGM-2 型数字电容测试仪，折光仪。

【内容提要】用称量法配制正物种不同摩尔分数的正丁醇的环己烷溶液，用阿贝折射仪测出各溶液的折射率，测定各溶液的介电常数，测量环己烷和各溶液的密度，算出正丁醇的偶极矩。

【实验安排】检查预习报告，提问问题，讲解原理，GM-2 型数字电容测试仪、折光仪的构造，进行操作演示，指出实验操作中的注意事项和实验的成败的关键步骤；学生以 4-5 人一组，合作完正丁醇偶极矩的测定工作。

【教学方法与手段】课前：线上 3D 仿真模拟实验；课堂：讲授、操作演示，讨论；课后辅导。

【实验报告要求】简述溶液法测定极性分子的偶极矩的目的和原理；写出实验所用的试剂和仪器；描述实验过程（或步骤）；记录实验开始和结束的实验条件，将实验原始数据以表格列出，表格设计要合理；写出实验数据的处理过程（包括计算过程、作图和实验结果），作图要规范美观；对实验现象或实验结果进行分析讨论；写出实验的心得体会；简述实验的思考讨论题。

21. 电渗法测定 ζ 电势

【实验目的】掌握电渗法测定 ζ 电势的原理和技术；理解电渗是胶体中液相和固相在外电场作用下相对移动而产生的电动现象。

【实验原理】电动现象；双电层理论。

【主要试剂及仪器设备】石英粉，氯化钠，DSJ 电渗实验装置。

【内容提要】调节不同电流值和时间，记录小气泡的位置，测量正反电流各三次，并记录时间和气泡的始终位置。用同样的方法反复测量正、反向电渗时流量 v 值。

【实验安排】检查预习报告，提问问题，讲解原理，介绍 DSJ 电渗实验装置的构造，进行操作演示，指出实验操作中的注意事项和实验的成败的关键步骤；学生以 4-5 人一组，合作完成实验。

【教学方法与手段】课前：线上 3D 仿真模拟实验；课堂：讲授、操作演示，讨论；课后辅导。

【实验报告要求】简述实验目的和原理；写出实验所用的试剂和仪器；描述实验过程（或步骤）；记录测试饱和蒸气压的实验条件，将实验原始数据以表格列出，表格设计要合理；写出实验数据的处理过程（包括计算过程、作图和实验结果），作图要规范美观；对实验现象或实验结果进行分析讨论；写出实验的心得体会；简述实验的思考讨论题。

22. 弱电解质电离常数的测定

【实验目的】了解溶液的电导、电导率和摩尔电导率的概念；掌握测量电解质溶液的摩尔电导率，计算弱电解质溶液的电离常数。

【实验原理】离子独立移动定律；电离平衡

【主要试剂及仪器设备】醋酸，SLDL-1A 数字式弱电解质解离常数测定装置；SYS 超级恒温水浴仪。

【内容提要】通过稀释测定不同醋酸溶液的电导率，通过电导率计算出电离度和电离常数。

【实验安排】检查预习报告，提问问题，讲解原理，教师介绍 SLDL-1A 数字式弱电解质解离常数测定装置的构造，进行操作演示，指出实验操作中的注意事项和实验的成败的关键步骤；学生以 4-5 人一组，合作完成不同溶液电导率的测量工作。

【教学方法与手段】课前：线上 3D 仿真模拟实验；课堂：讲授、操作演示，讨论；课后辅导。

【实验报告要求】简述实验目的和原理；写出实验所用的试剂和仪器；描述实验过程（或步骤）；记录相图绘制的实验条件，将实验原始数据以表格列出，表格设计要合理；写出实验数据的处理过程（包括计算过程、作图和实验结果），作图要规范美观；对实验现象或实验结果进行分析讨论；写出实验的心得体会；简述实验的思考讨论题。

23. 碳钢在碱性介质中极化曲线的绘制

【实验目的】掌握恒电位法测定极化曲线的方法；测定碳钢（圆形钢筋）

在碱性溶液中的恒电位阳极极化曲线及其极化电位；了解影响钢筋腐蚀的各种因素。

【实验原理】极化原理，金属阳极保护防腐原理。

【主要试剂及仪器设备】碳酸氢铵，浓氨水，硫酸，三电极池，碳钢电极，铂电极，饱和甘汞电极，HDY-1 恒电位仪。

【内容提要】对电极进行处理，将碳酸氢铵饱和溶液和浓氨水混合后倒入电解池，记录不同要求下的电流电位值。以极化电流密度为纵坐标，给定电压为横坐标，绘出碳钢在碳酸氢铵溶液中的极化-钝化曲线。求出实验条件下碳钢电极的致钝电位、致钝电流密度、维持钝化电流密度，根据实验现象判断碳钢电极表面的氧析出电位。

【实验安排】检查预习报告，提问问题，讲解原理，介绍 HDY-1 恒电位仪的构造，进行操作演示，指出实验操作中的注意事项和实验的成败的关键步骤；学生以 4-5 人一组，合作完成实验。

【教学方法与手段】课前：线上 3D 仿真模拟实验；课堂：讲授、操作演示，讨论；课后辅导。

【实验报告要求】简述实验的目的和原理；写出实验所用的试剂和仪器；描述实验过程（或步骤）；记录实验数据，将实验原始数据以表格列出，表格设计要合理；写出实验数据的处理过程（包括计算过程、作图和实验结果），作图要规范美观；对实验现象或实验结果进行分析讨论；写出实验的心得体会；简述实验的思考讨论题。

24. 偏摩尔体积的测定

【实验目的】掌握通过测量密度求取二组分溶液偏摩尔体积的方法；加深对偏摩尔体积概念的理解；学习定温定压下溶液密度的测定方法。

【实验原理】偏摩尔体积的概念。

【主要试剂及仪器设备】氯化钠，饱和恒温槽；分析天平；比重瓶。

【内容提要】配制五种质量摩尔浓度的 NaCl 溶液。由减量法分别求出 NaCl 和水的质量，并分别求出它们的质量摩尔浓度；测五种溶液的质量；计算水与氯化钠的偏摩尔体积。

【实验安排】检查预习报告，提问问题，讲解原理，进行操作演示，指出实验操作中的注意事项和实验的成败的关键步骤；学生以 4-5 人一组，合作完成实验。

【教学方法与手段】课前：线上 3D 仿真模拟实验；课堂：讲授、操作演示，讨论；课后辅导。

【实验报告要求】简述实验目的和原理；写出实验所用的试剂和仪器；

描述实验过程（或步骤）；记录实验条件，将实验原始数据以表格列出，表格设计要合理；写出实验数据的处理过程（包括计算过程和实验结果）；对实验现象或实验结果进行分析讨论；写出实验的心得体会；简述实验的思考讨论题。

五、考核方式

（一）考核方式

课程考核方式分为过程性考核、期末考核与技能考核。

过程性考核成绩以实验报告成绩为准。

期末考核采用闭卷考试。

（二）考核方式与课程目标的关系

课程目标	考核内容及所占比例（%）	考核方式
课程目标 1 (40%)	实验的基本原理、技术和方法（100%）	平时成绩、实验技能、期末考试
课程目标 2 (30%)	实验步骤，数据处理；实验操作的规范性，实验报告中结果分析和讨论的科学性，对实验结果反思，寻求改进方案；实验协作情况，讨论实验问题时的参与度。查阅相关文献资料设计合理实验方案（100%）	平时成绩、实验技能、期末考试
课程目标 3 (30%)	常用仪器的使用方法（100%）	平时成绩、实验技能、期末考试

六、成绩评定

（一）评定方式

总成绩 = 过程性考核成绩（30%）+ 技能成绩（40%）+ 期末考核成绩（30%）。

过程性考核成绩即为实验报告成绩。

（二）评分标准

序号	课程目标	评价项目	评分标准				
			90-100	80-89	70-79	60-69	0-59
			优	良	中	及格	不及格
1	课程目标 1	实验报告	按时完成报告，格式规范，字迹规整，内容完整，绘图精美，实验结果分析深入合理，思考题回答准确、完整。	按时完成报告，格式规范，字迹较规整，内容基本完整，绘图规范，实验结果分析合理，思考题回答较准确、完整。	按时完成报告，格式欠规范，字迹欠规整，绘图较规范，实验结果分析较合理，思考题回答完整。	催交，格式欠规范，字迹不规整，绘图欠规范，实验结果分析不深入或无分析，思考题回答不完整。	反复催交，格式不规范，字迹不规整，绘图不规范，无结果分析，不回答思考题或催交未果。
2	课程目标 2	操作技能	熟知实验流程，实验器材准备充分，实验操作规范，时间安排合理，实验数据准确。	熟知实验流程，实验器材准备妥当，实验操作规范，时间安排较合理，实验数据较准确。	实验流程不熟练，实验器材准备欠妥当、实验操作欠规范，时间安排欠合理，实验数据欠准确。	不清楚实验流程，实验器材准备欠妥，实验操作欠规范，时间安排欠合理，实验数据不准确或。	对实验流程一无所知，不能独立准备实验器材，实验操作不规范，时间安排不合理或不能进行实验操作。
3	课程目标 1/2/3	期末考核	详见期末考试评分细则				

七、教学参考资源（含课程思政资源）

1. 主要参考书目

- [1]傅献彩.物理化学（第六版）.北京：高教出版社.2022年8月
 [2]潘道皑.物质结构（第三版）.北京：高教出版社.2023年2月
 [3]吴子生.物理化学实验指导书.长春：东北师大出版社.1995年11月
 [4]叶卫平.Origin9.1 科技绘图及数据分析.北京：机械工业出版社.2018年

3月

2. 与实验课程相关主要网站

<https://10.1.49.2/login>

<https://mooc1.chaoxing.com/course/204889779.html>

八、选用教材

教材名称	编者	出版社	出版时间	是否马工程教材	备注
物理化学实验 (第三版)	东北师大 等校	高等教育出版社	2014.06	否	

九、课程学习建议

1. 认真独立完成实验报告。特别是实验数据的处理和实验结果的分析与讨论。

2. 注重实践操作：物理化学实验是一门实践性很强的学科，很多知识和技能需要实际操作才能掌握。因此，建议多进行实验操作熟练掌握各种实验仪器的使用方法。

3. 自主探索和研究：建议自主探索和研究物理化学实验的相关领域。可以阅读相关的文献，了解新的技术和方法，或者设计自己的实验进行研究，提高自己的科研能力和创新意识。

4. 利用网络资源:通过在线课程、教学视频、学术论坛等方式，学习和掌握更多化学相关实验的知识和技能。



应用化学专业

《化工制图基础》

课程大纲

晋中学院化学化工系

2023年8月

《化工制图基础》课程大纲

一、课程信息

课程名称	化工制图基础 / Fundamental of Chemical Engineering Drawing		
课程编码	230910917B	适用专业	应用化学
先修课程	无	修读学期	第三学期
课程类别	专业核心课程	课程性质	必修
课程学分	3	考核方式	考试
课程学时	48 学时（理论学时 48，实践学时 0）		
执笔人	牛宪军	审核人	张保柱

二、课程简介

本课程是应用化学专业必修的专业核心课程，是一门研究绘制和阅读化工图样的基本原理和基本方法的课程，理论严谨，实践性强，与工程实践有密切联系，对培养学生掌握科学思维方法，增强工程和创新意识有重要作用。通过本课程的教学使学生具备以下知识和能力：

1. 熟悉有关的国家制图标准，正确使用绘图仪器和工具，掌握熟练的绘图技巧。
2. 掌握投影法的基本理论及应用，掌握组合体的视图画法、读图方法及尺寸注法，能够绘制和看懂较简单的零件图、设备图、装配图和工艺图，具备初步处理化工图的能力。
3. 培养空间想象和形体表达能力，培养工程意识和贯彻、执行国家标准的意识。

三、课程目标

（一）课程目标

通过本课程的学习，学生可以达到以下目标：

课程目标 1：树立起工程意识和贯彻、执行国家标准的意识，养成认真负责的工作态度和一丝不苟的工作作风。具备图解空间几何问题的初步能力，

掌握常用的绘图仪器的使用方法和投影法的基本原理及应用，学会绘制基本体、简单组合体和零件图。【毕业要求 1：工程知识】

课程目标 2：掌握阅读和绘制工程图样的能力，培养学生的空间想象能力、空间思维能力和创新能力。【毕业要求 4：研究】

课程目标 3：通过投影法的基本理论及应用的学习，具备零件图、装配图、工艺流程图的识读、绘制及方案选择的能力，为将来开展各类与工程设计相关工作应具备的创新能力打下较强的基础。【毕业要求 2：问题分析】

(二) 课程目标与毕业要求的关系

课程目标	支撑的毕业要求	支撑的毕业要求指标点
课程目标 1	毕业要求 1【工程知识】	1.3 能判别复杂工程问题的多种解决方案的优劣和优化途径。
课程目标 2	毕业要求 4【研究】	4.1 能根据化学原理，独立设计实验研究方案，构建实验系统，设计实验操作流程，正确操作实验装置，安全开展实验。
课程目标 3	毕业要求 2【问题分析】	2.3 能应用基本工程原理来筛选备选方案。

四、课程内容

(一) 课程内容与课程目标的关系

课程内容	支撑的课程目标	教学方法	学时安排
制图的基本知识	课程目标 1, 2	讲授法、讨论法	4
投影法原理及三视图	课程目标 1, 2	讲授法、讨论法	20
机件的表达方法	课程目标 1, 2	讲授法、讨论法	6
零件图与装配图	课程目标 1, 2, 3	讲授法、讨论法	14
化工工程图	课程目标 1, 2, 3	讲授法、讨论法	4
合计			48

（二）课程内容

模块一、制图的基本知识

【学习目标】

1. 学会国家标准有关制图方面的基本规定及常用绘图工具的使用。
2. 形成分析与绘制平面图形的能力，能够熟练绘制简单的几何作图以及圆弧连接。
3. 建立严谨认真的学习习惯，培养工程意识和贯彻、执行国家标准的意识。

【课程内容】

1. 国家标准《技术制图》和《机械制图》的一般规定
2. 尺规制图工具及其使用
3. 几何作图
4. 平面图形的画法及尺寸标注

【重点、难点】

1. 重点：工程制图国家标准的有关基本规定。
2. 难点：图线的理解与应用，平面图形的分析和尺寸标注。

【教学方法】

1. 课程导入：通过提问引导学生思考，设计者是如何向制造者描述他们所设计的产品？图样是机械工程界的通用技术语言。举例生活中常见的建筑、设备等，进而强调为了便于技术管理、方便技术交流，国家颁布了一系列“制图”标准。引出制图国家标准的基本规定。

2. 知识点讲授

课堂讲授法为主，结合实例及 ppt 讲解国家标准的基本规定及作图方法等，进行提问，组织学生讨论发言。

案例分析法：举例“西汉时期的棱台插图”和“《营造法式》中古建筑插图”，分析学习我们祖先在制图方面的发展与应用。

讲练结合法：课堂实践练习“平面图形的尺寸标注”和“线段的等分”，通过讲解和练习的结合，帮助学生在作图实践中加深对知识的理解和记忆，巩固所学内容。

3. 总结

【学习要求】

学生具有一定几何基础知识，准备好作图工具。上课认真听讲，及时做好笔记，完成课堂练习和作业。

【复习与思考】

1. 线段的等分与圆内接正多边形的画法。

2. 四心圆弧法画椭圆。

【学习资源】

1. 大学慕课，工程制图. 南昌大学，李小兵等主讲.

2. 大学慕课，工程制图与计算机绘图. 西安电子科技大学，杜淑幸等主讲.

模块二、投影法原理及三视图

【学习目标】

1. 认识三视图的形成原理及三视图一般的投影规律。

2. 结合具体实例，体会点、直线和平面的投影规律，能绘制平面立体（棱柱体、棱锥体）、曲面立体（圆柱体、圆锥体）和简单组合体的投影及立体表面取点取线。

3. 会用相关几何定理和投影规律进行直线上点及平面上直线、点及平面与回转体的截交线的作图，知道直线与平面相交交点及平面与平面相交交线的求法，可见性的判断和立体表面相贯线的画法。

4. 培养观察生活、体验生活，从生活中发现规律、总结经验的能力。

【课程内容】

1. 投影法的基本知识

2. 点、直线和平面的投影

3. 几何元素的相对位置

4. 平面立体和曲面立体的投影

5. 截切体的投影

6. 组合体的画法、尺寸标注以及组合体的看图方法

【重点、难点】

1. 重点：投影原理和三视图之间的关系，重影点的判断，直线上点的作图方法，平面上直线、点的作图方法，基本体的投影及立体表面取点取线，截交线的作法，两曲面立体表面相贯线的作法，运用形体分析法进行组合的画图与读图。

2. 难点：三视图之间的关系，平面上点的作图方法，平面与平面相交交线的求法及可见性的判断，立体截交线及相贯线的求法，形体分析法和线面分析法的应用，组合体三视图的绘制。

【教学方法】

1. 课程导入：回顾第一章内容；开展学生“从不同方向观察物体”的活动过程，理论联系实际，从而引出本课程所要学习的知识。

2. 知识点讲授

课堂讲授法：教师结合动画及 PPT 深入浅出的分析讲解投影法的基本概念，三视图的形成及对应关系等相关知识内容。

问题讨论法：结合生活和生产实践中经常接触到各种形状的物体，通过提问，引导学生分析这些物体由哪些基本形状构成？引入基本立体的概念。

案例分析法：组合体的学习中，通过阀门的图片展示和分析，指出通常我们生产生活中常见的零件都是由基本体进行截切、叠加组合得到的，和学生一起讨论分析这些零件又是由哪些基本体进行何种截切和组合得到的。

讲练结合法：随着知识点的讲授，及时穿插课堂实践练习题目“已知点 B 的投影，且知点 A 在点 B 的右侧 10mm 、前面 6mm 、上方 12mm ，求 A 点的投影。”，“已知线段 AB 的投影图，试求将 AB 分成 $1:2$ 两段分点 C 的投影。”，“已知圆柱表面的曲线 AE 的 V 面投影直线 $a' e'$ ，求其另外两投影。”等。

3. 总结

【学习要求】

上课认真听讲，及时做好笔记，认真完成课堂练习和作业。

【复习与思考】

1. 总结点、直线和平面的投影规律。
2. 在 $\triangle ABC$ 内取一点 M ，并使其到 H 面 V 面的距离均为 15mm 。
3. 求不同截切圆柱的水平投影和侧面投影。
4. 组合体的分析方法，组合体画法、尺寸标注以及组合体的看图方法。

【学习资源】

1. 大学慕课，工程制图. 南昌大学，李小兵等主讲.
2. 大学慕课，工程制图与计算机绘图. 西安电子科技大学，杜淑幸等主讲.

模块三、机件的表达方法

【学习目标】

1. 识别机件的基本视图、向视图、局部视图与斜视图概念。
2. 掌握剖视图与断面图的概念、画法、标注与种类。
3. 绘制工程图样时，会灵活使用局部放大图和简化画法。
4. 知道第三投影法概念。

【课程内容】

1. 视图
2. 剖视图

3. 断面图
4. 机件的其他表达方法（局部放大、简化画法）
5. 第三角投影法简介

【重点、难点】

1. 重点：基本视图的绘制，剖视图与断面图的画法及标注一般规定。
2. 难点：剖视图与断面图的绘制，视图的选择和配置恰当。

【教学方法】

1. 课程导入：展示两个零件，引导学生思考，是否每个零件的表达方法都是三视图，除此之外，机件常用的表达方法还有哪些？学生观察零件，思考教师提出的问题。

2. 知识点讲授

采用启发式和讨论式相结合的教学方法，激发学生的求知欲和学习兴趣。借助多媒体立体图和动画演示能生动直观的将实体的三维模型展现给学生，弥补学生空间想象能力差的不足，培养学生的空间想象能力和空间分析能力。

讲练结合法：随着知识点的讲授，及时穿插课堂实践练习题目“补画剖视图中所缺的轮廓线及剖面线”，“将主视图改画成全剖视图”等。

3. 总结

【学习要求】

上课认真听讲，及时做好笔记，认真完成课堂练习和作业。

【复习与思考】

基本视图、向视图、局部视图与斜视图概念，剖视图与断面图的概念、画法、标注与种类。

【学习资源】

1. 大学慕课，工程制图. 南昌大学，李小兵等主讲.
2. 大学慕课，工程制图与计算机绘图. 西安电子科技大学，杜淑幸等主讲.

模块四、零件图与装配图

【学习目标】

1. 能够描述螺纹的种类、用途和要素，比较不同螺纹的标注及画法，熟悉螺纹紧固件的标记及规定画法，认识键、销、轴承和齿轮的规定画法。

2 认识零件的工艺结构，掌握零件图的作用和内容，判断零件的视图选择，能正确选择零件的视图并进行合适的表达，会正确标注零件图的尺寸。

3. 掌握表面粗糙度的标注方法，熟悉极限与配合的术语，能识别尺寸公差代号和进行标注，掌握正确的读零件图和装配图的方法和步骤。

4. 培养学生的自学能力及举一反三的能力。

【课程内容】

1. 螺纹及其规定画法与标注
2. 螺纹紧固件及其标记与画法
3. 键、销、滚动轴承及圆柱齿轮的规定画法
4. 零件图的内容
5. 零件的工艺结构
6. 零件图的视图选择
7. 零件图的尺寸标注
8. 零件图的技术要求
9. 读零件图
10. 装配图的内容、作用及画法
11. 装配图的尺寸标注
12. 读装配图

【重点、难点】

1. 重点：螺纹要素，内外螺纹的标注及画法，螺纹紧固件装配图的画法，直齿圆柱齿轮的画法，键和销的规定画法，零件图的作用与内容，表面粗糙度的含义，极限与配合，装配图的作用与内容及表达方法。

2. 难点：直齿圆柱齿轮的画法，键和销的规定画法，零件图的表达方案选择，表面粗糙度的标注方法，公差与配合在图样上的标注，装配图的表达方法，绘制和阅读装配图。

【教学方法】

1. 课程导入：展示一个齿轮零件，提问，这个零件如果用投影的原理进行绘图是否容易？进而指出，对于标准件和常用件我们一般用规定的画法来进行绘制，而不是按照投影的原理绘图，那标准件和常用件到底如何绘制呢？

2. 知识点讲授

讲授法为主，采用启发式和讨论式相结合的教学方法，激发学生的求知欲和学习兴趣。

演示法：借助多媒体立体图和动画演示将“螺钉连接、络酸连接和双头螺柱连接”的视频展现给学生，弥补学生空间想象能力差的不足，培养学生的空间想象能力和空间分析能力。

讲练结合法：相应知识点讲解后，及时穿插课堂实践练习题目“指出下面的螺纹画法错误的地方”，“读齿轮零件图，回答相应问题”，“阅读法兰盘内套轴，按图回答问题”等。

3. 总结

【学习要求】

上课认真听讲，及时做好笔记，认真完成课堂练习和作业。

【复习与思考】

1. 内、外螺纹的规定画法。
2. 螺纹的标注。
3. 读零件图，回答问题。

【学习资源】

1. 大学慕课，工程制图. 南昌大学，李小兵等主讲。
2. 大学慕课，工程制图与计算机绘图. 西安电子科技大学，杜淑幸等主讲。

模块五、化工工程图

【学习目标】

1. 识别化工设备的结构特点，掌握化工设备图的作用、内容、表达方法和画法。
2. 辨别化工工艺流程图的作用、内容和表达方法，掌握化工工艺流程图的画法和阅读方法。

【课程内容】

1. 化工设备图
2. 化工工艺流程图
3. 设备布置图
4. 管道布置图

【重点、难点】

1. 重点：化工工艺流程图、设备布置图、管道布置图的绘制与读图。
2. 难点：化工工艺流程图、设备布置图、管道布置图的绘制与读图。

【教学方法】

1. 课程导入：展示精馏塔结构和甲醇精馏的工艺方案流程图，引导学生认识化工实际生产过程中的设备和工艺流程。
2. 知识点讲授：利用讲授法、讨论法、讲练结合等教学方法，结合化工生产实际设备和工艺流程，让学生积极投入到学习中。注重培养学生的自主学习能力和良好的学习习惯，不断提高学生分析问题和解决实际问题的能力。
案例分析法：举例“某工厂空压站的方案流程图”，和学生一起讨论分析如何进行工艺流程图的阅读。

3. 总结

【学习要求】

上课认真听讲，及时做好笔记，认真完成课堂练习和作业。

【复习与思考】

读工艺流程图。

【学习资源】

1. 大学慕课，工程制图. 南昌大学，李小兵等主讲.
2. 大学慕课，工程制图与计算机绘图. 西安电子科技大学，杜淑幸等主讲.

五、实践教学安排

通过增加课堂作图练习提升学生的实践运用能力。

六、考核方式

（一）考核方式

课程考核方式分为过程性考核和期末考核。

过程性考核方式包括学风养成、课堂表现、平时作业和随堂测验。

期末考核采用闭卷考试。

（二）考核方式与课程目标的关系

课程目标	考核内容及所占比例（%）	考核方式
课程目标 1 (40%)	投影法的基本概念和原理：30% 三视图的形成及应用：70%	课堂表现、平时作业、期末考试。
课程目标 2 (40%)	制图的基本知识：40% 机件表达方法、标准件绘制：60%	学风养成、随堂测验、平时作业、期末考试。
课程目标 3 (20%)	零件图和装配图的识读与绘制：100%	平时作业、期末考试。

七、成绩评定

（一）评定方式

总成绩 = 过程性考核成绩（30%）+ 期末考核成绩（70%）。

过程性考核成绩 = 学风养成（20%）+ 课堂表现（30%）+ 平时作业（30%）+ 随堂测验（20%）。

(二) 评分标准

序号	课程目标	评价项目	评分标准				
			90-100	80-89	70-79	60-69	0-59
			优	良	中	及格	不及格
1	课程目标 1	课堂表现	认真听课，积极互动，主动讨论，发言积极。	上课较认真，互动较积极，发言次数较多。	上课能作一点笔记，互动有一定自主性，能够发言。	上课不太认真，有互动但不多，很少发言。	听课很不认真，不互动也不发言。
2	课程目标 1/2/3	平时作业	按时完成作业，书写整齐，内容完整，没有少题、漏题，过程合理，结果正确。	按时完成作业，书写较为整齐，内容基本完整，没有故意的少题、漏题，少数结果有误。	按时完成作业，书写不太整齐，过程模糊，部分结果有误。	催交，或书写不太整齐，过程模糊，大部分结果有误。	作业内容不完整，没有达到作业要求。
3	课程目标 2	随堂测验	规定时间内独立按时完成，准确性高。	规定时间内独立按时完成，准确性较高。	规定时间内独立基本完成题目或绘图步骤，准确性较高。	规定时间内完成大部分题目或步骤，准确性一般。	题目完成度较低，准确性较差。
4	课程目标 2	学风养成	主动学习，积极参与，按时完成任务，不缺勤、不迟到早退，展现高度自律。	表现积极，按时提交作业，课堂参与度高，学习态度认真。	基本遵守纪律，按时完成部分任务，课堂参与一般。	偶尔拖延，参与度和作业完成情况一般，需加强自律。	缺勤较多，作业提交不及时，学习态度消极，缺乏参与。
5	课程目标 1/2/3	期末考试	详细评分细则见期末试题评分标准				

八、选用教材

教材名称	编者	出版社	出版时间	是否马工程教材	备注
工程制图基础	王迎，栾英艳	机械工业出版社	2022年6月	否	

九、主要参考书目

[1] 万勇，夏俊芳，吴保群. 工程制图基础（第三版）. 北京：高等教育出版社. 2016

[2] 杨裕根. 现代工程图学（第3版）. 北京：北京邮电大学出版社. 2010

[3] 杨惠英. 机械制图（第2版）. 北京：清华大学出版社. 2010

十、课程学习建议

首先，学习本门课程要多看、多想、多比划，尽快建立空间概念；其次，课程是从点、到线、到面、再到体，一环扣一环，逐步深入，因此，每一节课、每一章节内容都应该很好地掌握，否则后续章节就无法学习；再者，就是要勤做练习、快做练习，课堂和课后如果不及时完成练习和作业，将会大大降低学习效率。

另外，利用好网络课程和资源。



应用化学专业

《化工原理》课程大纲

晋中学院化学化工系

2023年8月

《化工原理》课程大纲

一、课程信息

课程名称	化工原理 / Principles of Chemical Engineering		
课程编码	230910918B、230910919B	适用专业	应用化学
先修课程	高等数学、大学物理、物理化学	修读学期	第四、五学期
课程类别	专业核心课程	课程性质	必修
课程学分	6	考核方式	考试
课程学时	96 学时（理论学时 96，实践学时 0）		
执笔人	白杨	审核人	张保柱

二、课程简介

本课程是应用化学专业的专业核心课程，是综合运用数学、物理、化学等基础知识来分析和解决化工生产中各物理过程（或单元操作）问题的工程学科，担负着由理论到实践、由基础到专业的桥梁作用。本课程是在学生先修高等数学、大学物理和物理化学等基础上开设的，通过学习本课程，学生可具备以下知识和能力：

1. 化工生产中动量传递、热量传递及质量传递的基本概念、规律等；
2. “三传”在各个单元操作中的具体应用，如在流体流动与输送、沉降过滤、传热、蒸发、蒸馏、吸收、萃取和干燥中的基本概念、理论与计算；
3. 典型化工设备的构造、性能、用途和操作原理，及设备选型与校核；
4. 用自然科学原理考察、分析和解决化工单元操作中遇到的实际问题的能力。

三、课程目标

（一）课程目标

通过本课程的学习，学生可以达到以下目标：

课程目标 1：能够知道当今化学工业概貌及其发展方向，能够描述动量

传递、热量传递及质量传递三种传递过程的基本原理；能够描述流体输送、沉降过滤、传热、蒸发、蒸馏、吸收、萃取和干燥等单元操作的工艺流程并简单画出流程图；能够解释各单元操作中的基本概念；能够说明蒸馏、吸收、萃取、干燥等分离过程的依据；能够推导各单元操作中的计算公式，知道其适用范围且能具体应用；能够通过类比牛顿黏性定律、傅立叶定律和菲克定律，具备总结归纳类比的能力；能够将简单蒸馏到多次蒸馏进一步串联到精馏，具备从简单到复杂的递进型逻辑思维能力；能够通过对吸收总阻力的学习，具备考虑问题时抓主要矛盾、忽略次要矛盾的能力。【毕业要求 1：工程知识】

课程目标 2：能够在教师指导下，对各单元操作的理论进行验证和操作实验；能够查阅和使用常用工程计算图表、手册、资料；逐渐具备具体问题具体分析，考虑节能环保的能力；【毕业要求 2：问题分析】

课程目标 3：能够综合应用各单元操作的基本理论来进行设计型和操作型的计算；能够初步具备设计流体输送管路、填料吸收塔和板式精馏塔和对离心泵、降尘室、换热器、蒸发器等设备进行选型、校核及正常操作的能力；能够在各单元操作过程的本质的基础上，理论联系实际，综合运用所学知识来解决遇到的实际问题。【毕业要求 3：设计开发解决方案】

(二) 课程目标与毕业要求的关系

课程目标	支撑的毕业要求	支撑的毕业要求指标点
课程目标 1	毕业要求 1 【工程知识】	1.2 能用数学、自然科学、工程基础和专业知识建立复杂精细化学工程问题的解决途径。
课程目标 2	毕业要求 2 【问题分析】	2.1 能用专业知识识别影响复杂工程问题的因素及其间的约束关系。
课程目标 3	毕业要求 3 【设计开发解决方案】	3.2 能够对应用化学中的专业知识对设计方案进行综合与评价，并体现创新意识。

四、课程内容

(一) 课程内容与课程目标的关系

课程内容	支撑的课程目标	教学方法	学时安排
绪论	课程目标 1, 2, 3	讲授法、启发式、案例教学	2
流体流动	课程目标 1, 2, 3	讲授法、启发式、案例教学	12

流体输送机械	课程目标 1, 2, 3	讲授法、启发式	4
非均相混合物分离	课程目标 1, 2, 3	讲授法、启发式、案例教学	10
传热	课程目标 1, 2, 3	讲授法、启发式、案例教学	12
蒸发	课程目标 1, 2, 3	讲授法、启发式、案例教学	8
蒸馏	课程目标 1, 2, 3	讲授法、启发式、案例教学	14
吸收	课程目标 1, 2, 3	讲授法、启发式、案例教学	14
液-液萃取	课程目标 1, 2, 3	讲授法、启发式、案例教学	10
固体物料的干燥	课程目标 1, 2, 3	讲授法、启发式、案例教学	10
合计			96

(二) 课程内容

绪论

【学习目标】

1. 能够知道化学工程中的一些基本概念；
2. 能够描述动量传递、热量传递及质量传递三种传递过程的基本原理；
3. 能够运用物料衡算和能量衡算关系式；
4. 能够举例说明平衡和速率及其影响因素。

【课程内容】

1. 化工过程与单元操作
2. 物理量的单位制
3. 单元操作中常用的基本规律

【重点、难点】

1. 重点：物料衡算式；能量衡算式。
2. 难点：物料衡算和能量衡算式的应用。

【教学方法】

1. 课程导入：通过举例常见的化工生产过程，引导学生总结其中涉及到的物理过程，即三种传递过程。

2. 知识点讲授：通过讲授法、案例教学法，使学生比较总结各种物理量在不同单位制中的单位，掌握物料衡算式在蒸发操作中的应用，及能量衡算式在换热器中的应用；提高学生分析和解决实际问题的能力。

3. 总结归纳：引导学生通过思维导图进行。

【学习要求】

学生具有一定数学、化学知识。上课认真听讲，及时做好笔记，完成课

堂练习和作业。

【复习与思考】

1. 化工基础主要研究什么？
2. 常见的过程速率有传热速率、吸收速率等，它们的推动力和阻力分别是什么？

【学习资源】

1. 大学慕课，化工原理. 天津大学，贾绍义教授等主讲.
2. 大学慕课，化工原理. 大连理工大学，都健教授等主讲.
3. 大学慕课，化工原理. 北京化工大学，丁忠伟教授等主讲.

模块一 流体流动

【学习目标】

1. 能够计算流体的密度、压力，能够应用流体静力学方程测量压差及液位；
2. 能够简述流量和流速的概念，能够推导流体流动的连续性方程、伯努利方程、范宁公式；
3. 能够区分层流和湍流，说明其各自的特点、速度分布；
4. 能够综合运用连续性方程、伯努利方程及阻力计算公式来计算实际流体在管路中的流动。

【课程内容】

1. 流体静力学
2. 流体流动的基本方程
3. 流体流动现象及雷诺实验
4. 管内流体流动的阻力损失
5. 管路计算
6. 流速和流量的测量

【重点、难点】

1. 重点：流体静力学方程、连续性方程以及机械能衡算方程的物理意义、适用条件及其应用；管路系统的摩擦阻力、局部阻力和总阻力的计算方法。
2. 难点：机械能衡算方程的应用；测速管、孔板、文丘里、转子流量计的原理。

【教学方法】

1. 课程导入：通过举例潜水，启发引导学生思考水下压力的变化，引出流体静力学。

2. 知识点讲授：通过讲授法、启发式、案例教学法，使学生能够计算不同操作条件下流体的密度和压力；掌握流体静力学方程，并应用静力学方程来测量压差及液位等；掌握流量、流速等基本概念，连续性方程、伯努利方程及其应用；掌握流体流动型态的判定方法，加深对流体流动型态的理解；掌握流体流动阻力的计算方法；提高学生分析和解决实际问题的能力。

3. 总结归纳：引导学生通过思维导图进行。

【学习要求】

上课认真听讲，及时做好笔记，认真完成课堂练习和作业。

【复习与思考】

1. 如何判断流体的流动型态？不同流动型态的区别。
2. 不同类型压差计的原理。
3. 完成课后作业题。

【学习资源】

1. 大学慕课，化工原理. 天津大学，贾绍义教授等主讲.
2. 大学慕课，化工原理. 大连理工大学，都健教授等主讲.
3. 大学慕课，化工原理. 北京化工大学，丁忠伟教授等主讲.

模块二 流体输送机械

【学习目标】

1. 能够列出离心泵的主要工作部件并说明各工作部件的作用；简述离心泵的工作原理；说明气缚现象、气蚀现象发生的原因、现象及解决办法；
2. 能够描述离心泵的性能参数及其影响因素，绘制离心泵特性曲线及管路特性曲线，初步学会流量调节的两种方式；
3. 能够根据输送任务对离心泵进行选型和校核。

【课程内容】

1. 离心泵的主要工作部件与工作原理
2. 离心泵的性能参数及离心泵特性曲线
3. 影响离心泵性能参数的因素
4. 离心泵的工作点、管路特性曲线及流量调节
5. 离心泵的气蚀现象及安装高度
6. 离心泵的选用、安装与操作

【重点、难点】

1. 重点：离心泵的工作原理、气缚现象、离心泵的特性曲线与管路特性曲线、气蚀现象。

2. 难点：离心泵的气蚀现象；离心泵的串、并联。

【教学方法】

1. 课程导入：结合生活中抽水的例子，引导学生分析离心泵的主要作用及工作原理。

2. 知识点讲授：利用讲授法、启发式等教学方法，让学生掌握离心泵的构造和工作原理，学会衡量离心泵的性能，对于给定的输送任务，可以对离心泵进行选型、安装、正常操作，提高学生分析问题和解决实际问题的能力。

3. 总结归纳：引导学生通过思维导图进行。

【学习要求】

上课认真听讲，及时做好笔记，认真完成课堂练习和作业。

【复习与思考】

1. 离心泵有哪些特点？
2. 离心泵特性曲线和管路特性曲线该如何绘制？

【学习资源】

1. 大学慕课，化工原理. 天津大学，贾绍义教授等主讲.
2. 大学慕课，化工原理. 大连理工大学，都健教授等主讲.
3. 大学慕课，化工原理. 北京化工大学，丁忠伟教授等主讲.

模块三 非均相混合物分离

【学习目标】

1. 能够分析固体颗粒在流体中的自由沉降过程，计算其沉降速度；
2. 能够简述过滤流程，推导过滤基本方程式；
3. 能够运用过滤基本方程对恒压过滤过程进行计算；
4. 能够测定过滤常数。

【课程内容】

1. 固体颗粒的特性及颗粒相对于流体的沉降
2. 重力沉降及设备
3. 离心沉降及设备
4. 固体颗粒群的特性及流体通过固体颗粒床层的流动
5. 过滤操作原理
6. 过滤基本方程及其在恒压下、先恒速后恒压下的应用
7. 过滤常数的测定
8. 过滤设备

【重点、难点】

1. 重点：颗粒的特性、重力沉降、降尘室、固体颗粒群的特性、过滤基本方程、恒压过滤、过滤常数的测定。

2. 难点：离心沉降、过滤基本方程。

【教学方法】

1. 课程导入：通过将气、液、固三相两两混合，引出非均相物系。

2. 知识点讲授：通过讲授法、启发式、案例教学法，使学生能够分析固体颗粒在流体中的自由沉降过程，并通过不同方法计算沉降速度；能够区分沉降雷诺准数与流体流动雷诺准数；掌握降尘室、分级器的基本构造和原理；掌握固体颗粒床层的特性，能够计算固体颗粒床层的空隙率、当量直径等，推导过滤基本方程，并将其应用在不同过滤条件下；掌握将流体力学的基本原理用于处理颗粒相对于流体运动和流体通过颗粒床层流动等复杂工程问题的思路和方法。

3. 总结归纳：引导学生通过思维导图进行。

【学习要求】

上课认真听讲，及时做好笔记，认真完成课堂练习和作业。

【复习与思考】

1. 将降尘室加装隔板会对沉降操作产生什么样的影响？

2. 为什么过滤刚开始，得到的滤液是浑浊的？

3. 完成课后作业题。

【学习资源】

1. 大学慕课，化工原理. 天津大学，贾绍义教授等主讲。

2. 大学慕课，化工原理. 大连理工大学，都健教授等主讲。

3. 大学慕课，化工原理. 北京化工大学，丁忠伟教授等主讲。

模块四 传热

【学习目标】

1. 能够区分传热的三种基本方式，并简述其特点；

2. 能够灵活运用傅立叶定律计算不同情况下的传热速率；

3. 能够通过传热过程中流体的流动情况分析对流传热的机理；

4. 能够综合应用热量衡算式和总传热速率方程式完成传热生产任务的计算。

【课程内容】

1. 传热概述

2. 热传导及傅立叶定律

3. 对流传热及牛顿冷却定律
4. 两流体间的间壁式传热过程
5. 换热器

【重点、难点】

1. 重点：传热的三种基本方式及特点、傅立叶定律及其应用、对流传热机理、热量衡算、对数平均温差、总传热系数的计算。

2. 难点：对流传热机理；总传热系数的计算。

【教学方法】

1. 课程导入：通过举例加热铁棒、烧水、太阳光等引入热量传递的概念，引导学生思考传热方式的不同。

2. 知识点讲授：通过课堂讲授、启发式、案例式，使学生能够区分传热的基本方式、流体间传热的不同方式；掌握傅立叶定律的表达形式及在单层、多层平壁及圆筒壁中进行导热时的传热速率方程式；掌握对流传热机理及牛顿冷却定律；掌握间壁式换热中的热量衡算、对数平均温差、总传热系数、传热面积的计算。

3. 总结归纳：引导学生通过思维导图进行。

【学习要求】

上课认真听讲，及时做好笔记，认真完成课堂练习和作业。

【复习与思考】

1. 三种传热的基本方式？
2. 间壁式换热的过程？
3. 并流、逆流、错流、折流的特点？
4. 完成课后作业题。

【学习资源】

1. 大学慕课，化工原理. 天津大学，贾绍义教授等主讲.
2. 大学慕课，化工原理. 大连理工大学，都健教授等主讲.
3. 大学慕课，化工原理. 北京化工大学，丁忠伟教授等主讲.

模块五 蒸发

【学习目标】

1. 能够简述蒸发的基本概念、原理、特点及流程；
2. 能够标识单效蒸发过程中的各股物料，并对其进行物料衡算和热量衡算；
3. 能够解释蒸发时溶液沸点升高的原因；

4. 能够阐明多效蒸发的流程，描述蒸发器的类型。

【课程内容】

1. 蒸发概述
2. 单效蒸发的物料衡算和热量衡算
3. 单效蒸发中的沸点升高、蒸发器面积的计算
4. 多效蒸发
5. 蒸发设备

【重点、难点】

1. 重点：蒸发的特点、蒸发过程的物料衡算和热量衡算、溶液沸点升高、蒸发面积的计算。
2. 难点：溶液沸点升高的计算。

【教学方法】

1. 课程导入：通过例题，引导学生思考蒸发的目的、原理，导入蒸发操作的依据。
2. 知识点讲授：采用课堂讲授、启发式和案例式相结合的教学方法，借助多媒体立体图和动画演示将蒸发器的构造和蒸发过程生动直观展现给学生，使学生能够对给定的蒸发任务进行设计和校核的计算，培养学生解决实际问题的能力。
3. 总结归纳：引导学生通过思维导图进行。

【学习要求】

上课认真听讲，及时做好笔记，认真完成课堂练习和作业。

【复习与思考】

1. 蒸发的目的、依据、流程及其特点？
2. 蒸发中，溶液沸点升高的原因？
3. 蒸发过程的节能措施？
4. 加热蒸汽的经济型？
5. 完成课后作业题。

【学习资源】

1. 大学慕课，化工原理. 天津大学，贾绍义教授等主讲.
2. 大学慕课，化工原理. 大连理工大学，都健教授等主讲.
3. 大学慕课，化工原理. 北京化工大学，丁忠伟教授等主讲.

模块六 蒸馏

【学习目标】

1. 能够知道蒸馏的一些基本概念；
2. 能够简述精馏的原理及流程；
3. 能够绘制气液相平衡线、各条操作线及 q 线；
4. 能够综合应用气液相平衡方程、各操作线方程及 q 线方程进行理论塔板数的计算，设计或校核完成精馏任务。

【课程内容】

1. 蒸馏概述
2. 双组份溶液的气液相平衡
3. 蒸馏、精馏原理及流程
4. 双组份连续精馏的计算
5. 板式塔

【重点、难点】

1. 重点：双组份溶液的相图、精馏原理、全塔物料衡算、精馏段物料衡算、提馏段物料衡算、进料板物料衡算和热量衡算、进料热状况参数、回流比、理论塔板数的计算。
2. 难点：进料热状况参数、芬斯克方程。

【教学方法】

1. 课程导入：通过举例精油的制作过程，引导学生思考蒸馏的原理，导入蒸馏操作的依据。
2. 知识点讲授：采用课堂讲授、启发式和案例式相结合的教学方法，借助多媒体立体图和动画演示将精馏塔的结构和精馏过程生动直观展现给学生，使学生能够对给定的精馏任务进行设计和校核的计算，培养学生解决实际问题的能力。
3. 总结归纳：引导学生通过思维导图进行。

【学习要求】

上课认真听讲，及时做好笔记，认真完成课堂练习和作业。

【复习与思考】

1. 蒸馏的目的和依据？
2. 精馏塔的结构及整个精馏过程？
3. 精馏计算的两个假设？
4. 不同的进料热状况会对精馏过程产生什么样的影响？
5. 完成课后作业题。

【学习资源】

1. 大学慕课，化工原理. 天津大学，贾绍义教授等主讲.

2. 大学慕课, 化工原理. 大连理工大学, 都健教授等主讲.
3. 大学慕课, 化工原理. 北京化工大学, 丁忠伟教授等主讲.

模块七 吸收

【学习目标】

1. 能够知道吸收的一些基本概念及简述其流程;
2. 能够运用亨利定律分析吸收过程进行的方向及其推动力;
3. 能够将描述吸收机理的菲克定律和牛顿黏性定律、傅立叶定律联系起来进行类比;
4. 能够综合应用吸收的操作关系和平衡关系计算完成吸收所需填料层高度。

【课程内容】

1. 吸收概述
2. 亨利定律及其应用
3. 吸收机理及双膜理论
4. 吸收塔的物料衡算
5. 填料层高度的计算
6. 填料塔

【重点、难点】

1. 重点: 亨利定律及其应用、双膜理论、吸收剂用量的确定、填料层高度的计算。
2. 难点: 吸收机理、填料层高度的计算。

【教学方法】

1. 课程导入: 通过介绍合成氨生产过程中的部分相关流程, 导入吸收的概念。
2. 知识点讲授: 采用课堂讲授、启发式和案例式相结合的教学方法, 激发学生的求知欲和学习兴趣, 使学生能够对给定的吸收任务进行设计和校核的计算, 培养学生解决实际问题的能力。
3. 总结归纳: 引导学生通过思维导图进行。

【学习要求】

上课认真听讲, 及时做好笔记, 认真完成课堂练习和作业。

【复习与思考】

1. 吸收的目的、依据及流程?
2. 吸收剂的选择原则?

3. 如何判断过程进行的方向及推动力？
4. 增大或减小吸收剂用量，会对吸收过程产生什么样的影响？
5. 传质单元高度和传质单元数的概念及物理意义？
6. 完成课后作业题。

【学习资源】

1. 大学慕课，化工原理. 天津大学，贾绍义教授等主讲.
2. 大学慕课，化工原理. 大连理工大学，都健教授等主讲.
3. 大学慕课，化工原理. 北京化工大学，丁忠伟教授等主讲.

模块八 液-液萃取

【学习目标】

1. 能够简述萃取的原理及流程；
2. 能够读懂三角形相图，确定状态点的组成，绘制三角形相图上的溶解度曲线、联结线、辅助曲线、分配曲线等；
3. 能够在三角形相图上描述出单级萃取的过程，绘制出操作线，并进行物料衡算；
4. 能够在三角形相图上描述出多级错流、多级逆流萃取的过程，绘制出操作线，并进行物料衡算。

【课程内容】

1. 萃取概述
2. 液-液相平衡
3. 液-液萃取过程的计算
4. 萃取设备

【重点、难点】

1. 重点：液-液相平衡相图、萃取剂的选择、单级萃取的计算。
2. 难点：液-液相平衡相图

【教学方法】

1. 课程导入：通过举例茶叶中咖啡因的提取过程，引导学生思考萃取的原理，导入萃取操作的依据。
2. 知识点讲授：采用课堂讲授、启发式和案例式相结合的教学方法，使学生能够对给定的萃取任务进行设计和校核的计算，培养学生解决实际问题的能力。
3. 总结归纳：引导学生通过思维导图进行。

【学习要求】

上课认真听讲，及时做好笔记，认真完成课堂练习和作业。

【复习与思考】

1. 萃取的目的、依据和流程？
2. 液-液三角形相图及杠杆规则？
3. 萃取剂的选择？
4. 选择性系数？
5. 完成课后作业题。

【学习资源】

1. 大学慕课，化工原理. 天津大学，贾绍义教授等主讲.
2. 大学慕课，化工原理. 大连理工大学，都健教授等主讲.
3. 大学慕课，化工原理. 北京化工大学，丁忠伟教授等主讲.

模块九 固体物料的干燥

【学习目标】

1. 能够简述干燥的原理及流程；
2. 能够确定湿空气的状态参数，能查阅湿空气的状态点、描述湿空气的状态变化；
3. 能够确定湿物料的状态参数；
4. 能够综合应用干燥过程的物料衡算和热量衡算对给定的干燥任务进行计算，能够分析干燥过程。

【课程内容】

1. 干燥概述
2. 湿空气的性质及湿度图
3. 干燥过程的物料衡算和热量衡算
4. 干燥速率和干燥时间
5. 干燥器

【重点、难点】

1. 重点：湿空气的性质、湿焓图、湿物料的性质、干燥过程的物料衡算和热量衡算。
2. 难点：湿球温度、绝热饱和冷却温度、露点温度、干燥速率、干燥时间。

【教学方法】

1. 课程导入：通过举例食品的干燥过程，引导学生思考干燥的依据，导入干燥单元操作。

2. 知识点讲授：采用课堂讲授、启发式和案例式相结合的教学方法，使学生能够对给定的干燥任务进行设计和校核的计算，培养学生解决实际问题的能力。

3. 总结归纳：引导学生通过思维导图进行。

【学习要求】

上课认真听讲，及时做好笔记，认真完成课堂练习和作业。

【复习与思考】

1. 干燥的目的、依据和流程？
2. 湿空气的性质及湿焓图如何读取？
3. 如何描述湿物料的性质？
4. 干燥速率和干燥时间的概念？
5. 完成课后作业题。

【学习资源】

1. 大学慕课，化工原理. 天津大学，贾绍义教授等主讲.
2. 大学慕课，化工原理. 大连理工大学，都健教授等主讲.
3. 大学慕课，化工原理. 北京化工大学，丁忠伟教授等主讲.

五、实践教学安排

通过增加课堂练习提升学生的实践运用能力。

六、考核方式

（一）考核方式

课程考核方式分为过程性考核、期末考核。

过程性考核方式包括学风养成、课堂表现、平时作业、随堂测验等。

期末考核采用闭卷考试。

（二）考核方式与课程目标的关系

课程目标	考核内容及所占比例（%）	考核方式
课程目标 1 (40%)	各单元操作的基本概念和原理：100%	期末考试、随堂测验、平时作业
课程目标 2 (30%)	各单元操作的综合应用：100%	期末考试、平时作业
课程目标 3 (30%)	各单元操作的设备及与实际的联系： 100%	期末考试、课堂表现、学风养成

七、成绩评定

(一) 评定方式

总成绩 = 过程性考核成绩 (30%) + 期末考核成绩 (70%)。

过程性考核成绩 = 学风养成 (20%) + 课堂表现 (30%) + 平时作业 (30%) + 随堂测验 (20%)。

(二) 评分标准

序号	课程目标	评价项目	评分标准				
			90-100	80-89	70-79	60-69	0-59
			优	良	中	及格	不及格
1	课程目标 1/2	平时作业	作业内容完整，独立或合作完成全部作业要求。书写端正，对问题有详细透彻的分析。	作业内容完整，独立或合作完成作业要求。书写端正，但对问题分析较全面。	作业内容完整，独立或合作完成作业要求，书写端正，没有对问题进行分析。	作业内容完整，独立或合作完成作业要求。书写较凌乱，没有对问题进行分析。	作业内容不完整，没有达到作业要求。
2	课程目标 1	随堂测验	积极主动地学习实践，能解答全部问题，能解决相关拓展问题。	积极主动地学习实践，能解答全部问题，不能解决相关拓展问题。	积极主动地学习实践，能解答大部分问题，不能解决相关拓展问题。	不积极主动地学习实践，能解答部分问题，不能解决相关拓展问题。	不积极主动地学习实践，不能解答大部分问题，不能解决相关拓展问题。
3	课程目标 3	课堂表现	认真听课，积极互动，主动讨论，发言积极。	上课较认真，互动较积极，发言次数较多。	上课能作一点笔记，互动有一定自主性，能够发言。	上课不太认真，有互动但不多，很少发言。	听课很不认真，不互动也不发言。
4	课程目标 3	学风养成	积极参与，主动学习，按时完成任务，展现高度自律。	表现积极，按时提交作业，课堂参与度高，学习态度认真。	基本遵守纪律，按时完成部分任务，课堂参与一般。	偶尔拖延，参与度和作业完成情况一般，需加强自律。	频繁缺勤，作业提交不及时，学习态度消极，缺乏参与。
5	课程目标 1/2/3	期末考试	详细评分细则见期末试题评分标准				

八、选用教材

教材名称	编者	出版社	出版时间	是否马工程教材	备注
化工原理	柴诚敬、贾绍义	高等教育出版社	2022年12月	否	

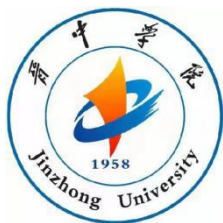
九、主要参考书目

- [1] 王志魁. 化工原理（第五版）. 北京：化学工业出版社，2017.
- [2] 都健，王瑶. 化工原理（第四版）. 北京：北京邮电大学出版社，2022.

十、课程学习建议

首先，学习本门课程要多看、多想、多动手推导公式；其次，课程内容是不同的单元操作，不同的单元操作原理不同，除了流体流动的动量传递是后续热量传递和质量传递的基础之外，其他各章相对独立，但又相互联系；再者，就是要勤做练习、快做练习，课堂和课后如果不及时完成练习和作业，将会大大降低学习效率。

另外，利用好网络课程和资源。



应用化学专业

《化工热力学》课程大纲

晋中学院化学化工系

2023年8月

《化工热力学》课程大纲

一、课程信息

课程名称	化工热力学/Chemical Engineering Thermodynamics		
课程编码	230910920B	适用专业	应用化学
先修课程	高等数学、物理化学	修读学期	第五学期
课程类别	专业核心课程	课程性质	<input checked="" type="checkbox"/> 必修 <input type="checkbox"/> 选修
课程学分	3	考核方式	<input checked="" type="checkbox"/> 考试 <input type="checkbox"/> 考查
课程学时	48 学时（理论学时 48，实践学时 0）		
执笔人	刘雅杰	审核人	张保柱

二、课程简介

《化工热力学》是化学工程与工艺专业本科生的一门重要的专业基础课，也是该专业的主干课程。热力学是一门研究能量、物质和它们之间相互作用规律的科学。在化工生产以及化工过程的开发设计中有重要的意义，它不但成为化工过程各环节进行理论分析的依据，而且提供了有效的计算方法，成为化学工程学的重要组成部分，是化学工程与工艺专业学生必须掌握的专业基础知识。

主要任务是培养学生运用热力学原理分析和解决化工生产中有关能量转换、相变和化学变化的实际问题的能力，初步掌握化学过程设计与研究中获取物性数据，对化工过程进行有关计算的方法。通过本课程的学习，使学生获得巩固的专业理论基础知识，并培养和提高学生从事专业生产管理，设计开发和科学研究工作的理论分析能力。

三、课程目标

（一）课程目标

课程目标 1：能够运用化工热力学的基本原理和定理，进行纯流体和气体混合物 p - V - T 关系和热力学性质的分析和计算。【毕业要求 1：工程知识】

课程目标 2：掌握气体的压缩和膨胀过程，掌握热功转换过程具体问题

的分析解决方法，能够对具体化工过程进行热力学分析。【毕业要求 2：问题分析】

课程目标 3：掌握溶液热力学性质的计算方法，掌握相平衡和化学平衡的基础知识和具体应用。【毕业要求 3：设计开发解决方案】

(二) 课程目标与毕业要求的关系

课程目标	支撑的毕业要求	支撑的毕业要求指标点
课程目标 1	毕业要求 1 【工程知识】	1.2 能用数学、自然科学、工程基础和专业知识建立复杂精细化学工程问题的解决途径。
课程目标 2	毕业要求 2 【问题分析】	2.1 能用专业知识识别影响复杂工程问题的因素及其间的约束关系。
课程目标 3	毕业要求 3 【设计开发解决方案】	3.2 能够对应用化学中的专业知识对设计方案进行综合与评价，并体现创新意识。

四、课程内容

(一) 课程内容与课程目标的关系

课程内容	支撑的课程目标	教学方法	学时安排
模块一、热力学基本定律、关系和性质	课程目标 1、2、3	课堂讲授法、问题讨论法、案例分析法、自主学习法	20
模块二、过程热力学分析	课程目标 1、2、3	课堂讲授法、问题讨论法、案例分析法、自主学习法	16
模块三、溶液的热力学性质、相平衡、化学平衡	课程目标 1、2、3	课堂讲授法、问题讨论法、案例分析法、自主学习法	12
合计			48

(二) 课程内容

模块一 热力学基本定律、关系和性质

(绪论)

【学习目标】

掌握化工热力学的定义和用途，化工热力学研究内容和特点，化工热力学的局限性，为何学 and 如何学好化工热力学，化工热力学和其它化学工程分支学科间的关系；掌握热力学基本概念和名词。

【课程内容】

化工热力学的内容：

热力学学科的发展；化工热力学课程；研究方法和课程目标。

热力学名词、定义和基本概念。

热力学体系；热力学变量；热力学过程；热力学第零定律和温度；能、功和热。

【重点、难点】

重点：热力学变量。

难点：热力学变量。

【教学方法】

结合 PPT 课堂讲授。

【学习要求】

熟练掌握热力学相关名词、定义和基本概念。

【复习与思考】

习题 0-1 至 0-6。

【学习资源】

1. Dodge B.F. Chemical Engineering Thermodynamics [M]. McGraw-Hill, 1944.
2. 清华大学《化工热力学》网易公开课。

（第一章 热力学基本定律）

【学习目标】

掌握热力学第一定律和热力学第二定律。

【课程内容】

热力学第一定律：

焦耳实验和内能；热力学第一定律的数学表达式；稳定流动过程；气体的基本热力学过程。

热力学第二定律：

从热变功的实际意义；热力循环和热效率；卡诺循环与卡诺定理；热力学第二定律的数学表达式；熵变与不可逆性。

【重点、难点】

重点：热力学第一定律和热力学第二定律；

难点：热力学第一定律和热力学第二定律。

【教学方法】

结合 PPT 课堂讲授。

【学习要求】

熟练掌握热力学第一定律和热力学第二定律的原理、数学表达和应用计算。

【复习与思考】

习题 1-1 至 1-14。

【学习资源】

1. 沈维道等. 工程热力学[M]. 北京: 人民教育出版社, 1979.
2. 傅鹰. 化学热力学导论[M]. 北京: 科学出版社, 1964.

(第二章 流体的 p - V - T 关系)

【学习目标】

掌握纯物质的 p - V - T 关系, 气体的状态方程, 对比态原理及其应用, 真实气体混合物的 p - V - T 关系——混合规则, 液体的 p - V - T 性质。

【课程内容】

纯流体的 p - V - T 性质:

理想气体定律与维里方程

理想气体模型与理想气体定律; 维里方程; 实用的舍项维里方程。

经典状态方程:

立方型状态方程; 多参数状态方程。

对比态原理:

对比态原理的提出; 改良对比态原理; 普遍化的真实气体状态方程。

对比态关联:

普遍化压缩因子图; 对比态关联式; Pitzer 对比态关联式; Lee-Kesler 改进的 Pitzer 对比态关联式; 极性物质的对比态关联式

液体的加 p - V - T 性质:

饱和液体状态方程; 压缩液体状态方程; 普遍化关联式; 结构加和法

真实气体混合物:

Amagat 定律、Dalton 定律与普遍化压缩因子图联用; 状态方程混合规则; 混合物的临界参数; 液体混合物的混合规则。

【重点、难点】

重点: 纯流体的 p - V - T 性质和状态方程。

难点: 对比态原理。

【教学方法】

结合 PPT 课堂讲授。

【学习要求】

熟练掌握纯流体的 p - V - T 性质的状态方程和计算方法，理解对比态原理的重要作用 and 意义。

【复习与思考】

第二章课后习题。

【学习·资源】

Smith S M, van Ness H C. Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics [M, Third Edition. McGraw-Hill Book Company, 1975.

Peng D Y, Robinson D B. Ind. Eng. Chem. Fundam., 1976, 15: 59.

(第三章 流体的热力学性质)

【学习目标】

掌握热力学参数之间的函数关系式，学会热力学性质的计算方法，了解变组成体系和气体混合物热力学性质的计算方法。

【课程内容】

热力学关系：

麦克斯韦关系式；热力学函数的一阶导数间的普遍关系。

热力学性质的计算：

参比态的选择和理想气体的热力学性质；真实气体的热力学性质；普遍化热力学性质。

逸度与逸度系数的定义及其计算：

逸度与逸度系数的定义；纯气体逸度的计算；逸度与温度和压力的关系；凝聚态物质的逸度。

热力学图表：

从实验数据制作热力学图表的方法与步骤；热力学图的形式。

变组成体系的主要性质关系：

开放体系的热力学关系式和化学势；偏摩尔性质

气体混合物的热力学性质：

气体混合物的组分逸度；气体混合物的值计算。

【重点、难点】

重点：麦克斯韦关系式、逸度和逸度系数。

难点：热力学性质的计算。

【教学方法】

结合 PPT 课堂讲授。

【学习要求】

熟练掌握麦克斯韦关系式、逸度和逸度系数的定义，掌握纯流体热力学性质的计算方法。

【复习与思考】

第三章课后习题。

【学习·资源】

Edmister W C. Applied Hydrocarbon Thermodynamics: Vol II [M]. Houston: Gulf Publishing Company, 1974.

Vargaftik N B. Tables on the Thermophysical Properties of Liquids and Gases [M]. 2nd Edition. New York: Wiley, 1975.

模块二 过程热力学分析

（第四章 气体的压缩和膨胀过程）

【学习目标】

掌握气体压缩与膨胀过程的热力学原理，了解各类压缩机的结构和工作机制，了解喷管、扩压管和喷射器的结构及工作机制。

【课程内容】

压缩机：

单级往复式压缩机；有余隙的往复式压缩机；多级压缩机；压缩机的功率与效率；压缩机的冷却；叶轮式压缩机。

喷管和扩压管的热力学分析：

喷管；有摩擦的流动；扩压管

喷射器

【重点、难点】

重点：气体的压缩与膨胀过程。

难点：压缩机的工作原理。

【教学方法】

结合 PPT 课堂讲授。

【学习要求】

理解掌握气体的压缩与膨胀过程，掌握压缩机的工作原理。

【复习与思考】

第四章课后习题。

【学习·资源】

Laby T H, Hercus E O. Phil. Trans. Roy. Soc., 1928, 277: 63.

Laby T H. Proc. Phys. Soc. (London), 1926, 38: 169.

第五章 热功转换过程

【学习目标】

掌握纯动力循环装置的工作原理，理解节流膨胀和做功膨胀的热力学原理，了解各种制冷装置的结构和工作原理。

【课程内容】

动力装置循环：

蒸汽动力装置循环；气轮机动力装置循环；蒸汽-燃气联合装置循环。

节流膨胀与做功膨胀：

节流膨胀过程；做外功的等膨胀过程。

制冷装置循环：

蒸汽压缩制冷循环；制冷剂的选择；载冷剂的选用；冷冻能力的比较。

分级压缩制冷及复迭式制冷：

分级压缩制冷循环；复迭式制冷循环。

其他形式的制冷装置：

蒸汽喷射式制冷循环；吸收式制冷循环。

热泵原理与热能的综合利用

气体的液化：

简单林德(Linde)冷冻装置循环；Heylandt 冷冻装置循环。

【重点、难点】

重点：热功转换过程的热力学原理分析。

难点：热功转换过程的相关设备。

【教学方法】

结合 PPT 课堂讲授。

【学习要求】

理解掌握气体的压缩与膨胀过程，掌握压缩机的工作原理。

【复习与思考】

第五章课后习题。

【学习·资源】

[美] 艾博特 M M, 范内特 H C. 热力学理论与习题[M]. 童景山, 李敬等译. 北京：化学工业出版社, 1987.

[美] 史密斯 J M, 范内特 H C. 化工热力学导论[M]. 苏裕光等译. 北京: 化学工业出版社, 1982.

第六章 过程热力学分析

【学习目标】

掌握理想功和损失功的概念和计算方法, 学会对稳定流动过程进行热力学分析, 了解分离过程功。

【课程内容】

理想功

损失功

稳定流动过程的热力学分析

过程热力学分析的表达式; 有效能

分离过程功

【重点、难点】

重点: 理想功和损失功的概念。

难点: 稳定流动过程的热力学分析。

【教学方法】

结合 PPT 课堂讲授。

【学习要求】

理解掌握理想功和损失功的概念; 学会分析稳定流动过程的热力学原理。

【复习与思考】

第六章课后习题。

【学习资源】

Matthews C S, Hurd C O. Trans. Am. Inst. Chem. Engrs., 1964, 42: 55.

Benedict M. Chem. Eng. Progr., 1947, 43: 41.

模块三 溶液的热力学性质、相平衡、化学平衡

(第七章 液体溶液)

【学习目标】

掌握纯物质的 p - V - T 关系, 气体的状态方程, 对比态原理及其应用, 真实气体混合物的 p - V - T 关系——混合规则, 液体的 p - V - T 性质。

【课程内容】

溶液的热力学基本关系式:

理想溶液; 非理想溶液、活度与活度系数; 超额性质、吉布斯-杜亥姆方程。

二元体系液相活度系数：

Scatchard-Hildebrand 方程；Wohl 方程；Fory-Huggins 方程；Wilson 方程；NRTL 方程；UNIQUAC 模型。

多元体系液相活度系数：

Scatchard Hidebrand 方程；Wilson 方程；NRTL 方程；UNIQUAC 模型；基团贡献模型。

无限稀释活度系数与配偶参数：

无限稀释活度系数；配偶参数的确定方法。

GE 型混合规则：

Huron-Vidal 混合规则；改进的 Huron-Vidal 混合规则；预测性的 SRK 方程。

【重点、难点】

重点：二元体系溶液的热力学基本关系式。

难点：多元体系液相活度系数。

【教学方法】

结合 PPT 课堂讲授。

【学习要求】

理解掌握溶液的热力学基本关系式，了解二元和多元液相的活度系数。

【复习与思考】

第七章课后习题。

【学习·资源】

Edmister W C, et al. Applied Hydrocarbon Thermodynamics: vol. 1[M]. 2nd Edition. Houston, Texas: Gulf Publishing Co, 1984.

小岛和夫. 化工过程设计的相平衡[M]. 傅良, 译. 北京: 化学工业出版社, 1985.

（第八章 相平衡）

【学习目标】

掌握纯物质的 p-V-T 关系，气体的状态方程，对比态原理及其应用，真实气体混合物的 p-V-T 关系——混合规则，液体的 p-V-T 性质。

【课程内容】

相平衡的热力学基础：

相平衡的判据；相律。

互溶系汽-液平衡：

汽-液平衡相图；互溶系汽-液平衡方程；理想低压体系的汽-液平衡计算；一般中低压体系的汽-液平衡计算。

高压汽-液平衡计算：

高压汽-液平衡的特性；状态方程法计算汽液平衡。

汽-液平衡数据的热力学检验：

应用活度系数表示的吉布斯-杜亥姆方程；热力学同一性校验的定性描述；恒温汽-液平衡数据的热力学同一性校验；恒压汽-液平衡数据的热力学同一性校验。

气-液平衡和气体溶解度：

Henry 定律及其适用范围；高压下修正的 Henry 定律；全浓度范围的气体溶解度；气体溶解度的推算法。

液-液平衡：

液-液平衡体系的热力学；从液液互溶度求配偶参数；多元体系液-液平衡升华平衡和在超临界流体中周体或液体的溶解度：

升华平衡；在超临界流体中体或液体的溶解度。

固-液平衡

【重点、难点】

重点：相平衡的热力学基础。

难点：多种气液平衡工况的相平衡分析。

【教学方法】

结合 PPT 课堂讲授。

【学习要求】

理解掌握相平衡的热力学基础，学会分析多种气液平衡工况的相平衡分析。

【复习与思考】

第八章课后习题。

【学习资源】

Chao K C, Seader J D. AIChE J., 1961, 7: 598.

童景山, 高光华, 王晓工, 清华大学学报, 1988, 28: 28-32.

童景山, 李辉. 工程热物理学报, 1988, 9: 307-309.

（第九章 化学反应平衡）

【学习目标】

掌握纯物质的 p - V - T 关系，气体的状态方程，对比态原理及其应用，真实气体混合物的 p - V - T 关系——混合规则，液体的 p - V - T 性质。

【课程内容】

1. 反应进度和独立化学反应
2. 化学反应平衡判据和平衡常数
3. 化学反应标准和吉布斯自由能
4. 温度和压力对化学反应平衡的影响
5. 非均相化学反应
6. 多个化学反应平衡

【重点、难点】

重点：化学反应平衡的基础知识。

难点：化学反应平衡的相关计算。

【教学方法】

结合 PPT 课堂讲授。

【学习要求】

理解掌握化学平衡的基础知识，掌握化学反应平衡的相关计算。

【复习与思考】

第九章课后习题。

【学习·资源】

1. Panagiotopoulos A Z. Essential Thermodynamics [M]. 3rd Ed. Drios Press, 2011.
2. Dill K A, Bromber S. Molecular Driving Forces [M]. Garland Science, 2002.
3. Tester J W, Modell M, Thermodynamics and Its Applications[M]. 3rd Ed, Prentice Hall,1997.

五、考核方式

(一) 考核方式

课程考核方式分为过程性考核和期末考核。

过程性考核方式包括学风养成、课堂表现、平时作业和随堂测验等。

期末考核采用闭卷考试。

(二) 考核方式与课程目标的关系

课程目标	考核内容及所占比例 (%)	考核方式
课程目标 1 (40%)	热力学基本定律 (30%) 流体的 p - V - T 关系 (30%) 流体的热力学性质 (40%)	随堂测验、平时作业、期末考试等

课程目标 2 (40%)	气体的压缩和膨胀过程 (30%) 热功转换过程 (30%) 过程热力学分析 (40%)	随堂测验、平时作业、期末考试等
课程目标 3 (30%)	溶液的热力学性质 (40.0%) 相平衡 (40.0%) 化学平衡 (20.0%)	随堂测验、平时作业、期末考试等

六、成绩评定

(一) 评定方式

总成绩 = 过程性考核成绩 (30%) + 期末考核成绩 (70%)。

过程性考核成绩 = 学风养成 (20%) + 课堂表现 (30%) + 平时作业 (30%) + 随堂测验 (20%)。

(二) 评分标准

序号	课程目标	评价项目	评分标准				
			90-100	80-89	70-79	60-69	0-59
			优	良	中	及格	不及格
1	课程目标 1	课堂表现	认真听课, 积极互动, 主动讨论, 发言积极。	上课较认真, 互动较积极, 发言次数较多。	上课能作一点笔记, 互动有一定主动性, 能够发言。	上课不太认真, 有互动但不多, 很少发言。	听课很不认真, 不互动也不发言。
2	课程目标 1/2/3	平时作业	作业内容完整, 独立完成全部作业要求。书写端正, 对问题有详细透彻的分析。	作业内容完整, 独立完成作业要求。书写端正, 但对问题分析较全面。	作业内容完整, 独立完成全部作业要求, 书写端正, 没有对问题进行分析。	作业内容完整, 独立完成作业要求。书写较凌乱, 没有对问题进行分析。	作业内容不完整, 没有达到作业要求。
3	课程目标 2	学风养成	积极参与, 主动学习, 按时完成任务, 展现高度自律。	表现积极, 按时提交作业, 课堂参与度高, 学习态度认真。	基本遵守纪律, 按时完成部分任务, 课堂参与一般。	偶尔拖延, 参与度和作业完成情况一般, 需加强自律。	频繁缺勤, 作业提交不及时, 学习态度消极, 缺乏参与。

4	课程目标 1/2/3	随堂 测验	积极主动地 学习实践， 能解答全部 问题，能解 决相关拓展 问题。	积极主动地 学习实践， 能解答全部 问题，不能 解决相关拓 展问题。	积极主动地 学习实践， 能解答大部 分问题，不 能解决相关 拓展问题。	积极主动地 学习实践， 能解答部分 问题，不能 解决相关拓 展问题。	积极学习实 践，不能解 答大部分问 题，不能解 决相关拓展 问题。
5	课程目标 1/2/3	期末 考核	详见期末试题评分标准				

七、选用教材

教材名称	编者	出版社	出版时间	是否马工 程教材	备注
化工热力学	高光华, 陈健, 卢滇楠	清华大学出版社	2017	否	

八、主要参考书目

- [1] 朱自强、徐汛编，化工热力学，化学工业出版社，1991
- [2] 陈新志等，化工热力学，化学工业出版社，2001
- [3] M. Smith (美)史密斯，化工热力学导论，第三版，化学工业出版社，1982

九、课程学习建议

前期充分复习高等数学和物理化学，学习期间做好课前预习、上课认真听讲、课后复习总结。



应用化学专业

《化学反应动力学》

课程大纲

晋中学院化学化工系

2023年8月

《化学反应动力学》课程大纲

一、课程信息

课程名称	化学反应动力学 / Chemical Reaction Engineering		
课程编码	230910921B	适用专业	应用化学
先修课程	高等数学、物理化学、化工热力学	修读学期	第六学期
课程类别	专业核心课程	课程性质	<input checked="" type="checkbox"/> 必修 <input type="checkbox"/> 选修
课程学分	2	考核方式	<input checked="" type="checkbox"/> 考试 <input type="checkbox"/> 考查
课程学时	32 学时（理论学时 32，实践学时 0）		
执笔人	刘雅杰	审核人	张保柱

二、课程简介

化学反应动力学是物理化学的重要组成部分，研究的对象包括化学反应进行的条件对化学反应过程速率的影响；化学反应的历程；物质的结构与化学反应能力之间的关系。化学反应动力学最终要回答如下问题：化学反应的内因与外因的对化学反应的速率及过程是如何影响的；揭示化学反应过程的宏观与微观机理；建立总包反应和基元反应的定量理论等。

在对化学反应进行动力学研究时，总是从动态的观点出发，由宏观的、唯象的研究进而到微观的分子水平的研究，因而将化学动力学区分为宏观反应动力学和微观反应动力学两个领域，但二者并非互不相关，而是相辅相成的。通过本课程的教学，使学生掌握建立化学反应动力学模型及反应器流体传递过程模型的方法，并根据化学反应特性及反应器特性，掌握反应器的设计、选型、放大与最优化，为将来深入研究与开发化工反应过程打好基础，旨在培养新型化工设计类科研人才和化工工程师。

化工反应动力学是在高等数学、物理、物理化学等课程的基础上开设的一门专业核心课程。其主要任务是在物理化学的基础上，深入研究化学反应动力学理论，最终回答如下问题：化学反应的内因与外因怎样影响着化学反应速率及过程；化学反应过程的宏观与微观机理；基元反应和总包反应的定量理论等。

通过化学反应动力学的学习，对学生已有的物理化学动力学的基础知识进行加深和拓宽，培养学生理解分析化学反应原理的能力，以求学生在以后的科学研究和实践生产等工作中，有正确的思维方法和研究手段。

三、课程目标

(一) 课程目标

通过本课程的学习，学生可以达到以下目标：

课程目标 1：能够运用化学反应动力学知识，建立反应速率方程和反应动力学方程，并正确求解反应动力学相关参数。【毕业要求 1：工程知识】

课程目标 2：能够分析复杂反应的反应特征、计算复杂反应的速率方程和动力学方程、物料守恒等。【毕业要求 2：问题分析】

课程目标 3：能够理解化学反应动力学的实验方法，了解催化反应和链反应动力学的相关知识。【毕业要求 3：设计开发解决方案】

(二) 课程目标与毕业要求的关系

课程目标	支撑的毕业要求	支撑的毕业要求指标点
课程目标 1	毕业要求 1 【工程知识】	1.3 能用数学、自然科学、工程基础和专业知识建立复杂精细化学工程问题的解决途径。
课程目标 2	毕业要求 2 【问题分析】	2.1 能用专业知识识别影响复杂工程问题的因素及其间的约束关系。
课程目标 3	毕业要求 3 【设计开发解决方案】	3.1 能在法律、安全、环境等外部约束条件下设计解决方案。

四、课程内容

(一) 课程内容与课程目标的关系

课程内容	支撑的课程目标	教学方法	学时安排
模块一、反应动力学基础	课程目标 1、2、3	课堂讲授法、问题讨论法、案例分析法、自主学习法	12
模块二、复杂反应	课程目标 1、2、3	课堂讲授法、问题讨论法、案例分析法、自主学习法	12
模块三、动力学测定、催化反应及链反应动力学	课程目标 1、2、3	课堂讲授法、问题讨论法、案例分析法、自主学习法	8
合计			48

(二) 课程内容

模块一 反应动力学基础

(绪论)

【学习目标】

了解化学反应动力学的研究对象和任务，以及与其它学科之间的联系，了解化学反应动力学的发展简史。

【课程内容】

1. 化学反应动力学的研究对象和任务；
2. 化学反应动力学的发展简史。

【重点、难点】

重点：化学反应动力学的任务。

难点：化学反应动力学与化工热力学、物理化学等学科之间的联系。

【教学方法】

结合 PPT 课堂讲授。

【学习要求】

上课前，要预习课本绪论部分。

【复习与思考】

课后习题一。

【学习资源】

1. 赵学庄.《化学反应动力学原理》(上、下册).北京:高等教育出版社.1990.1.
2. 臧雅茹,《化学反应动力学》,天津:南开大学出版社,1995.1.

(第二章 反应动力学基础)

【学习目标】

掌握基础动力学概念;学会简单级数反应,包括零级反应、一级反应和二级反应的动力学计算;掌握阿伦尼乌斯方程的具体应用。

【课程内容】

化学反应速率、反应速率方程、温度对反应速率的影响、复合反应、反应速率方程的变换与积分。

【重点、难点】

重点:反应动力学基础概念、简单级数反应的动力学计算。

难点:反应速率方程求动力学方程的积分变换。

【教学方法】

结合 PPT 课堂讲授。

【学习要求】

要求熟练掌握反应动力学基本概念和反应速率方程求动力学方程的积分变换方法。

【复习与思考】

课后习题二。

【学习·资源】

1. 赵学庄.《化学反应动力学原理》(上、下册).北京:高等教育出版社.1990.1.
2. 臧雅茹,《化学反应动力学》,天津:南开大学出版社,1995.1.

模块二 复杂反应

(第三章 复杂反应)

【学习目标】

掌握三种典型复杂反应的特点和动力学计算方法。

【课程内容】

平行反应;连续反应;对峙反应。

【重点、难点】

重点:三种典型复杂反应的动力学特点与分析方法。

难点:三种典型复杂反应的动力学计算。

【教学方法】

结合 PPT 课堂讲授。

【学习要求】

熟练掌握三种典型复杂反应的特点和动力学计算方法。

【复习与思考】

第三章课后习题。

【学习·资源】

1. 赵学庄.《化学反应动力学原理》(上、下册).北京:高等教育出版社.1990.1.
2. 臧雅茹,《化学反应动力学》,天津:南开大学出版社,1995.1.

模块三 动力学测定、催化反应及链反应动力学

(第四/五/六章)

【学习目标】

了解实验测定反应动力学方法;掌握催化反应动力学有关概念、原理和

特征；掌握链反应动力学基础概念、原理和特征。

【课程内容】

1. 实验测定反应动力学方法；
2. 催化反应动力学；
3. 链反应动力学。

【重点、难点】

重点：基础概念和动力学特征。

难点：各类反应动力学原理。

【教学方法】

结合 PPT 课堂讲授。

【学习要求】

熟练掌握实验测定反应动力学方法；掌握催化反应动力学有关概念、原理和特征；掌握链反应动力学基础概念、原理和特征。

【复习与思考】

第四、五、六章课后习题。

【学习资源】

1. 赵学庄.《化学反应动力学原理》(上、下册).北京：高等教育出版社. 1990.1.
2. 臧雅茹,《化学反应动力学》，天津：南开大学出版社，1995.1.

五、考核方式

(一) 考核方式

课程考核方式分为过程性考核、期末考核。

过程性考核方式包括学风养成、课堂表现、平时作业、随堂测验等。

期末考核采用闭卷考试。

(二) 考核方式与课程目标的关系

课程目标	考核内容及所占比例 (%)	考核方式
课程目标 1 (30%)	绪论 (20.0%) 反应动力学基础 (80.0%)	随堂测验、平时作业、 期末考试等
课程目标 2 (40%)	复杂反应 (100.0%)	随堂测验、平时作业、 期末考试等
课程目标 3 (30%)	动力学测定 (30%) 催化反应 (40%) 链反应动力学 (30%)	随堂测验、平时作业、 期末考试等

六、成绩评定

(一) 评定方式

总成绩 = 过程性考核成绩 (30%) + 期末考核成绩 (70%)。

过程性考核成绩 = 学风养成 (20%) + 课堂表现 (30%) + 平时作业 (30%) + 随堂测验 (20%)。

(二) 评分标准

序号	课程目标	评价项目	评分标准				
			90-100	80-89	70-79	60-69	0-59
			优	良	中	及格	不及格
1	课程目标 1	课堂表现	认真听课，积极互动，主动讨论，发言积极。	上课较认真，互动较积极，发言次数较多。	上课能作一点笔记，互动有一定自主性，能够发言。	上课不太认真，有互动但不多，很少发言。	听课很不认真，不互动也不发言。
2	课程目标 1/2/3	平时作业	作业内容完整，独立完成全部作业要求。书写端正，对问题有详细透彻的分析。	作业内容完整，独立完成作业要求。书写端正，但对问题分析较全面。	作业内容完整，独立完成作业要求，书写端正，没有对问题进行分析。	作业内容完整，独立完成作业要求。书写较凌乱，没有对问题进行分析。	作业内容不完整，没有达到作业要求。
3	课程目标 2	学风养成	积极参与，主动学习，按时完成任务，展现高度自律。	表现积极，按时提交作业，课堂参与度高，学习态度认真。	基本遵守纪律，按时完成部分任务，课堂参与一般。	偶尔拖延，参与度和作业完成情况一般，需加强自律。	频繁缺勤，作业提交不及时，学习态度消极，缺乏参与。
4	课程目标 1/2/3	随堂测验	积极主动地学习实践，能解答全部问题，能解决相关拓展问题。	积极主动地学习实践，能解答全部问题，不能解决相关拓展问题。	积极主动地学习实践，能解答大部分问题，不能解决相关拓展问题。	积极主动地学习实践，能解答部分问题，不能解决相关拓展问题。	积极学习实践，不能解答大部分问题，不能解决相关拓展问题。
5	课程目标 1/2/3	期末考核	详见期末试题评分标准				

七、选用教材

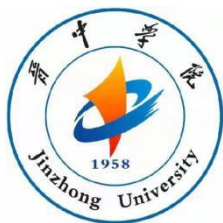
教材名称	编者	出版社	出版时间	是否马工程教材	备注
化学反应动力学	许越	化学工业出版社	2023	否	

八、主要参考书目

- [1] 赵学庄.《化学反应动力学原理》(上、下册).北京:高等教育出版社. 1990.1.
- [2] 臧雅茹,《化学反应动力学》,天津:南开大学出版社, 1995.1.

九、课程学习建议

前期充分复习高等数学和物理化学,学习期间做好课前预习、上课认真听讲、课后复习总结。



应用化学专业

《化学反应工程》

课程大纲

晋中学院化学化工系

2023年8月

《化学反应工程》课程大纲

一、课程信息

课程名称	化学反应工程/Chemical Reaction Engineering		
课程编码	230910922B	适用专业	应用化学
先修课程	高等数学、物理化学、化工热力学、化学反应动力学	修读学期	第六学期
课程类别	专业核心课程	课程性质	<input checked="" type="checkbox"/> 必修 <input type="checkbox"/> 选修
课程学分	3	考核方式	<input checked="" type="checkbox"/> 考试 <input type="checkbox"/> 考查
课程学时	48 学时（理论学时 48，实践学时 0）		
执笔人	刘雅杰	审核人	张保柱

二、课程简介

《化学反应工程》是化学工程类专业继高等数学、物理化学、化工原理等课程后开设的一门主修专业课。目的是使学生掌握化学反应工程的基本概念、原理和方法，包括反应动力学及传递过程基本原理、理想流动模型及理想反应器、停留时间分布以及混合程度对反应的影响、反应器的设计与分析方法等。

通过本课程的教学，使学生掌握建立化学反应动力学模型及反应器流体传递过程模型的方法，并根据化学反应特性及反应器特性，掌握反应器的设计、选型、放大与最优化，为将来深入研究与开发化工反应过程打好基础，旨在培养新型化工设计类科研人才和化工工程师。

三、课程目标

（一）课程目标

通过本课程的学习，学生可以达到以下目标：

课程目标 1：能够理解本课程的任务、内容和地位，能够运用数学、物化和化工原理知识表达反应工程问题，建立化学反应动力学模型。【毕业要求 1：工程知识】

课程目标 2：能够根据化学反应特性、反应器特性及流动模型，完成反应器的设计、选型、放大与最优化，为将来深入研究与开发化工反应过程打好基础。【毕业要求 2：问题分析】

课程目标 3：能够理解多相系统中的化学反应和传递规律，了解多相反应器的类型、结构、设计与分析。【毕业要求 3：设计开发解决方案】

(二) 课程目标与毕业要求的关系

课程目标	支撑的毕业要求	支撑的毕业要求指标点
课程目标 1	毕业要求 1 【工程知识】	1.3 能用数学、自然科学、工程基础和专业知识建立复杂精细化学工程问题的解决途径。
课程目标 2	毕业要求 2 【问题分析】	2.1 能用专业知识识别影响复杂工程问题的因素及其间的约束关系。
课程目标 3	毕业要求 3 【设计开发解决方案】	3.1 能在法律、安全、环境等外部约束条件下设计解决方案。

四、课程内容

(一) 课程内容与课程目标的关系

模块内容	支撑的课程目标	教学方法	学时安排
模块一、反应动力学基础	课程目标 1、2、3	课堂讲授、问题讨论、案例分析、自主学习	10
模块二、理想反应器	课程目标 1、2、3	课堂讲授、问题讨论、案例分析、自主学习	16
模块三、非理想流动	课程目标 1、2、3	课堂讲授、问题讨论、案例分析、自主学习	6
模块四、多相催化反应工程	课程目标 1、2、3	课堂讲授、问题讨论、案例分析、自主学习	16
合计			48

(二) 课程内容

模块一 反应动力学基础

(第一章 绪论)

【学习目标】

掌握化学反应工程的任务和主要内容，理解学习化学反应工程的方法。

【课程内容】

1. 化学反应工程的任务和范畴；
2. 化学反应工程的研究方法；
3. 化学反应工程与其他学科的关系；
4. 如何学好反应工程。

【重点、难点】

重点：化学反应工程的任务和范畴，掌握化学反应工程的研究方法——数学模拟法；

难点：数学模拟法。

【教学方法】

结合 PPT 课堂讲授。

【学习要求】

上课前，要预习课本绪论部分。

【复习与思考】

课后习题一。

【学习资源】

1. 廖晖, 辛峰, 王富民. 化学反应工程习题精解. 北京: 科学出版社, 2003.
2. 朱炳辰. 化学反应工程. 第四版. 北京: 化学工业出版社, 2007.
3. 陈甘棠. 第三版. 化学反应工程. 北京: 化学工业出版社, 2007.

(第二章 反应动力学基础)

【学习目标】

掌握反应工程学科常用的反应动力学概念和动力学问题的处理方法，包括均相反应动力学和多相催化反应动力学。

【课程内容】

1. 均相反应动力学基础

化学反应速率、反应速率方程、温度对反应速率的影响、复合反应、反应速率方程的变换与积分。

2. 多相反应动力学基础

多相催化与吸附、多相催化反应动力学、动力学参数的确定、建立速率方程的步骤。

【重点、难点】

重点：均相反应动力学基础；

难点：多相反应动力学基础。

【教学方法】

结合 PPT 课堂讲授。

【学习要求】

要求熟练掌握反应工程学科中常用的反应动力学基础知识。

【复习与思考】

课后习题二。

【学习·资源】

1. 廖晖, 辛峰, 王富民. 化学反应工程习题精解. 北京: 科学出版社, 2003.
2. 朱炳辰. 化学反应工程. 第四版. 北京: 化学工业出版社, 2007.
3. 陈甘棠. 第三版. 化学反应工程. 北京: 化学工业出版社, 2007.

模块二 理想反应器

(第三章 釜式反应器)

【学习目标】

掌握釜式反应器中均相反应的物料衡算、热量衡算、反应器串联与并联；掌握连续釜式反应器的定态操作计算。

【课程内容】

1. 釜式反应器的物料衡算式；
2. 等温间歇釜式反应器的计算（单一反应）；
反应时间及反应体积的计算、最优反应时间。
3. 等温间歇釜式反应器的计算(复合反应)
平行反应、连串反应。
4. 连续釜式反应器的反应体积
5. 连续釜式反应器的串联与并联
概述、串联釜式反应器的计算、串联釜式反应器各釜的最佳反应体积比。
6. 釜式反应器中复合反应的收率与选择性
总收率与总选择性、平行反应、连串反应、结构加和法。
7. 半间歇釜式反应器
8. 变温间歇釜式反应器
9. 连续釜式反应器的定态操作
连续釜式反应器的热量衡算式、连续釜式反应器的定态。

【重点、难点】

重点：釜式反应器的物料衡算、设计方程及相关计算。

难点：釜式反应器的串联与并联、釜式反应器中复合反应的收率与选择性。

【教学方法】

结合 PPT 课堂讲授。

【学习要求】

熟练掌握釜式反应器的物料衡算及相关设计计算。

【复习与思考】

第三章课后习题。

【学习资源】

1. 廖晖, 辛峰, 王富民. 化学反应工程习题精解. 北京: 科学出版社, 2003.
2. 朱炳辰. 化学反应工程. 第四版. 北京: 化学工业出版社, 2007.
3. 陈甘棠. 第三版. 化学反应工程. 北京: 化学工业出版社, 2007.

(第四章 管式反应器)

【学习目标】

掌握管式反应器的物料衡算和热量衡算, 理解管式与釜式反应器的不同, 学会单一和复合反应在管式反应器中的计算。

【课程内容】

1. 活塞流假设
2. 等温管式反应器设计
单一反应、多个反应、拟均相模型。
3. 管式与釜式反应器反应体积的比较
4. 循环反应器
5. 变温管式反应器

管式反应器的热量衡算式、绝热管式反应器、非绝热变温管式反应器。

6. 管式反应器的最佳温度序列

单一反应、复合反应。

【重点、难点】

重点: 管式反应器的物料衡算与设计方程。

难点: 管式反应器的热量衡算、复合反应在管式反应器中的计算。

【教学方法】

结合 PPT 课堂讲授。

【学习要求】

熟练掌握管式反应器的物料衡算与设计方程, 学会管式反应器中复合反应的相关分析与计算。

【复习与思考】

第四章课后习题。

【学习·资源】

1. 廖晖, 辛峰, 王富民. 化学反应工程习题精解. 北京: 科学出版社, 2003.
2. 朱炳辰. 化学反应工程. 第四版. 北京: 化学工业出版社, 2007.
3. 陈甘棠. 第三版. 化学反应工程. 北京: 化学工业出版社, 2007.

模块三 非理想流动

(第五章 停留时间分布与反应器的流动模型)

【学习目标】

掌握停留时间分布的概念、测定方法和统计特征, 了解非理想流动现象及数学模型。

【课程内容】

1. 停留时间分布
概述、停留时间分布的定量描述。
2. 停留时间分布的实验测定
脉冲法、阶跃法
3. 停留时间分布的统计特征值
4. 理想反应器的停留时间分布
活塞流模型、全混流型。
5. 非理想流动现象
6. 非理想流动模型
离析流型、多釜串联模型、轴扩散型
7. 非理想反应器的计算
8. 流动反应器中流体的混合

【重点、难点】

重点: 停留时间分布的概念、测定方法和统计特征。

难点: 非理想流动现象及数学模型。

【教学方法】

结合 PPT 课堂讲授。

【学习要求】

理解停留时间分布的概念、测定方法和统计特征, 了解非理想流动现象及数学模型。

【复习与思考】

第五章课后习题。

【学习·资源】

1. 廖晖, 辛峰, 王富民. 化学反应工程习题精解. 北京: 科学出版社, 2003.
2. 朱炳辰. 化学反应工程. 第四版. 北京: 化学工业出版社, 2007.
3. 陈甘棠. 第三版. 化学反应工程. 北京: 化学工业出版社, 2007.

模块四 非理想流动

(第六章 多相系统中的化学反应与传递现象)

【学习目标】

掌握多相催化反应的步骤、特点, 理解扩散与反应的关系, 了解扩散现象的实验排除方法。

【课程内容】

1. 多相催化反应过程步骤

固体催化剂的宏观结构及性质、过程步骤。

2. 流体与催化剂颗粒外表面间的传质与传热

传递系数、流体与颗粒外表面间的浓度差和温度差、外扩散对多相催化反应的影响。

3. 气体在多孔介质中的扩散

孔扩散、多孔颗粒中的扩散。

4. 多孔催化剂中的扩散与反应

多孔催化剂内反应组分的浓度分布、内扩散有效因子、非一级反应的内扩散有效因子、内外扩散都有影响时的有效因子。

5. 内扩散对复合反应选择性的影响

6. 多相催化反应过程中扩散影响的判定

外扩散影响的判定、内扩散影响的判定。

7. 扩散干扰下的动力学假象

【重点、难点】

重点: 多相催化反应的步骤与特点。

难点: 扩散现象的实验排除方法。

【教学方法】

结合 PPT 课堂讲授。

【学习要求】

理解多相催化反应的步骤与特点, 初步掌握内扩散和外扩散的原因及实验排除方法。

【复习与思考】

第六章课后习题。

【学习·资源】

1. 廖晖, 辛峰, 王富民. 化学反应工程习题精解. 北京: 科学出版社, 2003.
2. 朱炳辰. 化学反应工程. 第四版. 北京: 化学工业出版社, 2007.
3. 陈甘棠. 第三版. 化学反应工程. 北京: 化学工业出版社, 2007.

(第七章 多相催化反应器的设计与分析)

【学习目标】

了解固定床内的传递现象、固定床反应器的数学模型, 了解绝热式、换热式和自热式固定床反应器的特点, 了解流化床反应器及实验室主要催化反应器类型。

【课程内容】

1. 固定床内的传递现象
固定床内的流体流动、质量和热量的轴向扩散、径向传质与传热。
2. 固定床反应器的数学模型
3. 绝热式固定床反应器
绝热反应器的类型、固定床绝热反应器的催化剂用量、多段绝热式固定床反应器。
4. 换热式固定床反应器
进行单一反应时的分析、进行复合反应时的分析。
5. 自热式固定床反应器
反应物料的流向、数学模拟。
6. 参数敏感性
7. 流化床反应器
流态化、流化床催化反应器。
8. 实验室催化反应器
基本要求、主要类型。

【重点、难点】

重点: 固定床内的传递现象、绝热式、换热式和自热式固定床反应器的特点。

难点: 固定床反应器的数学模型。

【教学方法】

结合 PPT 课堂讲授。

【学习要求】

了解固定床反应器的流动现象、了解不同固定床反应器类型、流化床反应器特点及常见实验室反应器。

【复习与思考】

第七章课后习题。

【学习·资源】

1. 廖晖, 辛峰, 王富民. 化学反应工程习题精解. 北京: 科学出版社, 2003.
2. 朱炳辰. 化学反应工程. 第四版. 北京: 化学工业出版社, 2007.
3. 陈甘棠. 第三版. 化学反应工程. 北京: 化学工业出版社, 2007.

(第八章 多相反应器)

【学习目标】

了解气液反应的特点、气液反应的反应器主要类型, 了解气液固反应的反应器类型。

【课程内容】

1. 气液反应

2. 气液反应器

主要类型; 鼓泡塔的设计; 搅拌釜式反应器的设计。

3. 气液固反成

概述; 气液固相催化反应的传递步骤与速率。

4. 滴流床反应器

概述; 数学模型。

5. 浆态反应器

类型; 传质与反应; 机械搅拌釜的设计。

【重点、难点】

重点: 解气液反应的特点、气液反应的反应器主要类型。

难点: 了解气液固反应的反应器类型。

【教学方法】

结合 PPT 课堂讲授。

【学习要求】

了解气液反应的特点、气液反应的反应器主要类型, 了解气液固反应的反应器类型。

【复习与思考】

第八章课后习题。

【学习·资源】

- 廖晖, 辛峰, 王富民. 化学反应工程习题精解. 北京: 科学出版社, 2003.
- 朱炳辰. 化学反应工程. 第四版. 北京: 化学工业出版社, 2007.
- 陈甘棠. 第三版. 化学反应工程. 北京: 化学工业出版社, 2007.

五、考核方式

(一) 考核方式

课程考核方式分为过程性考核、期末考核。

过程性考核方式包括学风养成、课堂表现、平时作业、随堂测验等。

期末考核采用闭卷考试。

(二) 考核方式与课程目标的关系

课程目标	考核内容及所占比例 (%)	考核方式
课程目标 1 (20%)	绪论 (50%) 反应动力学基础 (50%)	课堂测试、课堂讨论、期末考试等
课程目标 2 (50%)	釜式反应器 (40%) 管式反应器 (40%) 停留时间分布与反应器的流动模型 (20%)	课堂测试、课堂讨论、期末考试等
课程目标 3 (30%)	多相系统中的化学反应与传递现象 (40%) 多相催化反应器的设计与分析 (30%) 多相反应器 (30%)	课堂测试、课堂讨论、期末考试等

六、成绩评定

(一) 评定方式

总成绩 = 过程性考核成绩 (30%) + 期末考核成绩 (70%)。

过程性考核成绩 = 学风养成 (20%) + 课堂表现 (30%) + 平时作业 (30%) + 随堂测验 (20%)。

(二) 评分标准

序号	课程目标	评价项目	评分标准				
			90-100	80-89	70-79	60-69	0-59
			优	良	中	及格	不及格
1	课程目标 1	课堂表现	认真听课, 积极互动, 主动讨论, 发言积极。	上课较认真, 互动较积极, 发言次数较多。	上课能作一点笔记, 互动有一定主动性, 能够发言。	上课不太认真, 有互动但不多, 很少发言。	听课很不认真, 不互动也不发言。

2	课程目标 1/2/3	平时 作业	作业内容完整，独立或合作完成全部作业要求。书写端正，对问题的分析较透彻。	作业内容完整，独立或合作完成作业要求。书写端正，但对问题分析较全面。	作业内容完整，独立或合作完成作业要求，书写端正，没有对问题进行分析。	作业内容完整，独立或合作完成作业要求。书写较凌乱，没有对问题进行分析。	作业内容不完整，没有达到作业要求。
3	课程目标 2	学风 养成	主动学习，积极参与，按时完成任务，不缺勤、不迟到早退，展现高度自律。	表现积极，按时提交作业，课堂参与度高，学习态度认真。	基本遵守纪律，按时完成部分任务，课堂参与一般。	偶尔拖延，参与度和作业完成情况一般，需加强自律。	缺勤较多，作业提交不及时，学习态度消极，缺乏参与。
4	课程目标 1/2/3	随堂 测验	积极主动地学习实践，能解答全部问题，能解决相关拓展问题。	积极主动地学习实践，能解答全部问题，不能解决相关拓展问题。	积极主动地学习实践，能解答大部分问题，不能解决相关拓展问题。	积极主动地学习实践，能解答部分问题，不能解决相关拓展问题。	积极学习实践，不能解答大部分问题，不能解决相关拓展问题。
5	课程目标 1/2/3	期末 考核	详见期末试题评分标准				

七、选用教材

教材名称	编者	出版社	出版时间	是否马工程教材	备注
反应工程	李绍芬	化学工业出版社	2023	否	

八、主要参考书目

- [1] 廖晖, 辛峰, 王富民. 化学反应工程习题精解. 北京: 科学出版社, 2003.
 [2] 朱炳辰. 化学反应工程. 第四版. 北京: 化学工业出版社, 2007.
 [3] 陈甘棠. 第三版. 化学反应工程. 北京: 化学工业出版社, 2007.

九、课程学习建议

前期充分复习高等数学和物理化学，学习期间做好课前预习、上课认真听讲、课后复习总结。



应用化学专业

《化工基础实验与实训》

课程大纲

晋中学院化学化工系

2023年8月

《化工基础实验与实训》课程大纲

一、课程信息

课程名称	化工基础实验与实训/ Experiments of Chemical Engineering Principles		
课程编码	230910923B、230910924B	适用专业	应用化学
先修课程	无	修读学期	第四、五学期
课程类别	专业核心课程	课程性质	<input checked="" type="checkbox"/> 必修 <input type="checkbox"/> 选修
设置类别	独立设课	课程学分	2.5
课程学时	87	考核方式	<input type="checkbox"/> 考试 <input checked="" type="checkbox"/> 考查
执笔人	白杨	审核人	张保柱

二、课程简介

《化工基础实验与实训》是应用化学专业学生必修的一门专业核心课程，是联系单元操作理论与生产实际的桥梁，对课堂教学起到必要的有益的补充作用。与一般实验不同之处在于具有明显的工程特点，许多工程上复杂因素的分析，往往不能从理论上计算得到，须依据实验方法解决。通过实验教学，学生能巩固和加深对课堂教学内容的理解，并进行相关实验技能的基本训练、了解各单元操作的工作原理、工艺流程、主要设备的结构性能及基本操作，掌握仪表及现场阀操作，熟悉各操作规程（包括冷态开车、正常运行、正常停车、紧急停车和事故处理）等。通过对实验数据的分析、整理及撰写，培养学生编写实验报告、处理一般工程问题和进行科学研究的初步能力。

三、课程目标

(一)课程目标

通过本课程的学习，学生可以达到以下目标：

课程目标 1：通过实验验证有关的单元操作理论，通过理论联系实际，提高操作技能水平；熟悉实验装置的结构、性能和流程，并通过实验操作和对实验现象的观察，加强对理论的认识和理解。【毕业要求 1：工程知识】

课程目标 2：通过对实验数据的分析及整理，培养自身综合应用所学知识独立开展科学实验的能力，学会正确选择设备型式与规格，提高拟定管路、工艺改进等方面的基本技能。【毕业要求 4：研究】

课程目标 3：培养自身实践与团队协同工作的能力，理解并掌握工程管理原理与经济决策方法，并能在多学科环境中应用。【毕业要求 9：个人与团队】

(二)课程目标与毕业要求的关系

课程目标	支撑的毕业要求	支撑的毕业要求指标点
课程目标 1	毕业要求 1 【工程知识】	1.3 能判别复杂工程问题的多种解决方案的优劣和优化途径。
课程目标 2	毕业要求 4 【研究】	4.2 能准确获取、分析和处理实验数据，对实验结果进行分析和解释，能通过与理论值比较，独立分析和解释实验结果，得到合理有效的结论。
课程目标 3	毕业要求 9 【个人与团队】	9.2 能够在团队中理解自己的定位和作用，发挥个人、成员或领导者的作用，完成团队目标。

四、实验项目设置与要求

(一)实验项目与课程目标的关系

序号	实验项目	实验学时	实验类型	分组要求	开出要求	支撑课程目标
1	液位控制单元仿真实验	3	验证	1	必做	课程目标 1、2、3
2	罐区单元仿真实验	3	验证	1	必做	课程目标 1、2、3
3	雷诺实验	3	演示	2-3	必做	课程目标 1、2、3
4	伯努利方程实验	3	验证	2-3	必做	课程目标 1、2、3
5	流体流动综合仿真实验	6	综合	1	必做	课程目标 1、2、3
6	流体流动阻力测定实验	3	综合	2-3	必做	课程目标 1、2、3
7	流量计性能测定实验	3	验证	2-3	必做	课程目标 1、2、3
8	离心泵、管路特性曲线测定实验	3	验证	2-3	必做	课程目标 1、2、3
9	恒压过滤单元仿真实验	3	验证	1	必做	课程目标 1、2、3
10	恒压过滤常数测定实验	3	验证	2-3	必做	课程目标 1、2、3
11	传热综合仿真实验	3	综合	1	必做	课程目标 1、2、3
12	传热综合实验	6	设计	2-3	必做	课程目标 1、2、3

13	离子膜烧碱仿真实训	6	综合	1	选做	课程目标 1、2、3
14	阿司匹林仿真实训	6	综合	1	选做	课程目标 1、2、3
15	聚氯乙烯仿真实训	6	综合	1	选做	课程目标 1、2、3
16	精馏仿真实验	3	综合	1	必做	课程目标 1、2、3
17	连续精馏综合实验	6	设计	2-3	必做	课程目标 1、2、3
18	吸收解吸仿真实验	3	综合	2-3	必做	课程目标 1、2、3
19	吸收综合实验	3	设计	2-3	必做	课程目标 1、2、3
20	合成氨仿真实训	6	综合	1	选做	课程目标 1、2、3
21	萃取塔仿真实验	3	验证	1	选做	课程目标 1、2、3
22	洞道干燥仿真实验	3	验证	1	选做	课程目标 1、2、3
23	锅炉仿真实验	3	综合	1	选做	课程目标 1、2、3

注：实验类型：演示/验证/综合/设计；开出要求：必做/选做；分组要求：几人一组。

(二)实验项目

1. 液位控制单元仿真实验

【实验目的】熟悉自动控制系统的组成及常规仪表；学会识读液位控制现场与 DCS 流程图；掌握多级液位控制和常用的复杂控制系统的操作原理和方法。

【实验原理】按流程中物料的流向逐渐建立液位；准确分析流程，找出主副控制变量；选择合适的自动控制方案，并进行正确的控制操作。

【主要仪器设备】联想电脑、液位控制单元仿真实训软件

【内容提要】正常开车；正常运行及调整；正常停车；故障处理

【实验安排】教师讲解工艺流程和操作要点，学生每人一台电脑进行仿真实验。

【教学方法与手段】讲授法、讨论法、实验法

【实验报告要求】简要地用文字说明液位控制系统的工作原理；绘制液位控制系统的简单装置图及实验流程图；整理出液位控制系统的开车准备、开停车操作及运行操作内容；列举所在岗位的生产常见事故及处理办法。

2. 罐区单元仿真实验

【实验目的】了解罐区系统单元操作的工艺流程；熟悉罐区单元的操作规程；学会处理罐区系统操作中遇到的常见故障。

【实验原理】罐区的工作原理是产品从上一个生产单元被输送到产品罐，经过换热器被冷却后用离心泵打入产品罐中，进一步冷却，再用离心机打入

包装设备。

【主要仪器设备】联想电脑、罐区单元仿真实训软件

【内容提要】正常开车；正常运行及调整；正常停车；故障处理

【实验安排】教师讲解工艺流程和操作要点，学生每人一台电脑进行仿真实验。

【教学方法与手段】讲授法、讨论法、实验法

【实验报告要求】简要地用文字说明罐区的工作原理；绘制罐区的实验流程图；整理出罐区装置的开车准备、开停车操作及运行操作内容；列举所在岗位的生产常见事故及处理办法。

3. 雷诺实验

【实验目的】观察流体在管内流动的两种不同流型；观察层流状态下管路中流体速度分布状态；掌握临界雷诺准数的测定与计算方法，能够正确判断流型。

【实验原理】雷诺准数的定义式

【主要试剂及仪器设备】红墨水，雷诺实验装置

【内容提要】测定流动型态与雷诺准数之间的关系；测定流型转变时的临界雷诺准数。

【实验安排】教师讲解实验原理及注意事项；演示操作；学生 3 人一组进行雷诺实验。

【教学方法与手段】讲授法、讨论法、实验法

【实验报告要求】简述实验目的、原理及实验方法；绘制雷诺实验装置示意图；概述雷诺实验的基本操作要点，详细记录实验数据，正确处理实验数据并得到实验结果；完成实验思考题。

4. 伯努利方程实验

【实验目的】熟悉流体流动中各种能量和压头的概念及其相互转换关系，在此基础上掌握伯努利方程式；观察水流沿程的能量变化规律，并验证伯努利方程式；了解压头损失的影响因素；加深对流体流动过程基本原理的理解。

【实验原理】理想流体流动中，在不同截面上流体的总能量守恒但各种能量可以相互转换，流体沿程的能量变化规律满足伯努利方程。

【主要仪器设备】伯努利方程实验装置

【内容提要】测定流体在管路中流动时，在不同流速下不同截面上的静压能和冲压能值，验证伯努利方程式。

【实验安排】教师讲解实验原理及注意事项；演示操作；学生 3 人一组进行实验。

【教学方法与手段】讲授法、讨论法、实验法

【实验报告要求】简述实验目的、原理及实验方法；绘制实验装置示意图；概述伯努利实验的基本操作要点，详细记录实验数据，正确处理实验数据并得到实验结果；完成实验思考题。

5. 流动过程综合仿真实验

【实验目的】掌握光滑管和粗糙管的直管阻力和直管摩擦系数的测定原理和方法；掌握测定阀门全开或半开时的局部阻力和局部阻力系数的方法；熟悉离心泵的操作方法；掌握流量计性能测定的原理和方法；掌握离心泵特性曲线和管路特性曲线的测定方法，加深对离心泵性能的了解。

【实验原理】流体在圆形直管内流动的直管阻力计算适用范宁公式，局部阻力的测定采用近端和远端法，使用阻力系数法计算；离心泵特性曲线是在恒定转速下，泵的扬程 H 、功率 N 及效率 η 与泵的流量 Q 之间的关系曲线；管路特性曲线是指在一定管路阀门开度下，不同频率下扬程 H 与泵的流量 Q 之间的关系曲线。

【主要仪器设备】联想电脑、流动过程综合仿真实训软件

【内容提要】测定光滑管和粗糙管内流体流动的直管阻力 Δp 和直管摩擦系数 λ ；绘制 $\lambda = f(Re, e/d)$ 关系曲线；测定管路部件局部摩擦阻力 Δp_f 和局部阻力系数 ζ ；测定孔板流量计和文丘里流量计的孔流系数；测定离心泵在一定转速下的特性曲线；测定流量调节阀在某一开度下的管路特性曲线。

【实验安排】教师讲解工艺流程和操作要点，学生每人一台电脑进行仿真实验。

【教学方法与手段】讲授法、讨论法、实验法

【实验报告要求】简要地用文字或公式说明流体流动过程及原理；绘制流体流动的实验流程图；掌握流体流动装置的开车准备、实验数据测定等操作内容，详细记录实验数据，正确处理实验数据并得到实验结果；完成实验思考题。

6. 流体流动阻力综合实验

【实验目的】识别组成管路的各种管件，并了解其结构和功用；掌握光滑管和粗糙管的直管阻力及直管摩擦系数的测定原理和方法；掌握阀门全开或半开时的局部阻力和局部阻力系数的测定原理和方法。

【实验原理】流体在圆形直管内流动的直管阻力计算适用范宁公式，局部阻力的测定采用近端和远端法，使用阻力系数法计算。

【主要仪器设备】流体流动阻力实验装置

【内容提要】测定流体在实验管路（光滑管、粗糙管）内流动时，在不

同流速下的直管阻力 Δp 和直管摩擦系数 λ ；绘制 $\lambda = f(Re, e/d)$ 关系曲线；测定管路部件局部摩擦阻力 Δp_f 和局部阻力系数 ζ 。

【实验安排】教师讲解实验原理及注意事项；学生3人一组进行实验。

【教学方法与手段】讲授法、讨论法、实验法

【实验报告要求】简述实验目的、原理及实验方法；绘制实验装置流程图，概述流体流动阻力实验的基本操作要点；详细记录实验数据，正确处理实验数据并得到实验结果；完成实验思考题。

7. 流量计性能测定实验

【实验目的】了解孔板、文丘里及转子流量计三种流量计的构造、工作原理和主要特点；练习并掌握变压差式流量计流量系数 C_0 的确定方法，并能够根据实验结果分析流量系数 C_0 随雷诺数 Re 的变化规律；练习并掌握变截面式流量计的标定方法。

【实验原理】流体通过变压差式流量计时，在流量计上、下游两取压口之间产生压强差，用涡轮流量计作为标准流量计来测量流量，一个流量对应一个压差，通过压强差来确定流量。

【主要仪器设备】流量计性能测定实验装置

【内容提要】测定并绘制变压差式流量计的流量标定曲线，确定流量系数 C_0 ；分析实验数据，得出变压差式流量计流量系数 C_0 随雷诺数 Re 的变化规律。

【实验安排】教师讲解实验原理及注意事项；学生3人一组进行实验。

【教学方法与手段】讲授法、讨论法、实验法

【实验报告要求】简述实验目的、原理及实验方法；绘制实验装置流程图；概述流量计性能测定实验的基本操作要点；详细记录实验数据，正确处理实验数据并得到实验结果；完成实验思考题。

8. 离心泵、管路特性曲线测定实验

【实验目的】熟悉离心泵的结构、性能及特点，练习并掌握其操作方法；能够完成离心泵在一定转速下特性曲线的测定；能够测定并绘制流量调节阀某一开度下管路的特性曲线；练习操作和控制电动调节阀调节流量。

【实验原理】在一定的型号和转速下，离心泵的扬程 H 、轴功率 N 及效率 η 均随流量 Q 而改变，将 $H-Q$ 、 $N-Q$ 及 $\eta-Q$ 关系用曲线表示，为离心泵的特性曲线；离心泵安装在特定的管路系统中工作时，实际的工作压头和流量与管路特性有关，将流体流经管路系统的流量与所需压头之间的关系用曲线表示，为管路特性曲线。

【主要仪器设备】离心泵、管路特性曲线测定实验装置

【内容提要】熟悉离心泵的结构与操作方法；测定某型号离心泵在一定转速下的特性曲线；测定流量调节阀在某一开度下的管路特性曲线。

【实验安排】教师讲解实验原理及注意事项；学生3人一组进行实验。

【教学方法与手段】讲授法、讨论法、实验法

【实验报告要求】简述实验目的、原理及实验方法；绘制实验装置流程图；概述离心泵、管路特性曲线绘制实验的基本操作要点；详细记录实验数据，正确处理实验数据并得到实验结果；完成实验思考题。

9. 恒压过滤单元仿真实验

【实验目的】熟悉恒压过滤的原理及工艺流程；掌握板框过滤机的开停车方法及事故的排除方法；掌握恒压过滤常数 K 、 q_e 及滤饼的压缩性指数 s 和物料常数 k 的测定方法。

【实验原理】以某种多孔物质为介质来处理悬浮液以达到固、液分离的一种操作过程，即在推动力或者其他外力的作用下，悬浮液中的液体通过固体颗粒层（即滤渣层）及多孔介质的孔道，而固体颗粒及其他物质被截留下来，实现固、液分离的一种操作，遵循恒压过滤方程。

【主要仪器设备】联想电脑、过滤单元仿真实训软件

【内容提要】在板框过滤机中，分离碳酸钙悬浊液。测定不同压力实验条件下的过滤常数 K 、 q_e ，并计算滤饼的压缩性指数 s 和物料常数 k 。

【实验安排】教师讲解工艺流程和操作要点，学生每人一台电脑进行仿真实验。

【教学方法与手段】讲授法、讨论法、实验法

【实验报告要求】简要地用文字或公式说明过滤过程及原理；绘制实验流程图；整理出过滤装置的开车准备、开停车操作及运行操作内容；详细记录实验数据，正确处理实验数据并得到实验结果；完成实验思考题。

10. 恒压过滤常数测定实验

【实验目的】了解板框过滤机的结构和特点；熟悉恒压过滤的原理及工艺流程；掌握恒压过滤常数 K 、 q_e 及滤饼的压缩性指数 s 和物料常数 k 的测定方法，加深对 K 、 q_e 概念和影响因素的理解。

【实验原理】以某种多孔物质为介质来处理悬浮液以达到固、液分离的一种操作过程，即在推动力或者其他外力的作用下，悬浮液中的液体通过固体颗粒层（即滤渣层）及多孔介质的孔道，而固体颗粒及其他物质被截留下来，实现固、液分离的一种操作，遵循恒压过滤方程。

【主要仪器设备】恒压过滤常数测定装置

【内容提要】在板框过滤机中，分离碳酸钙悬浊液；测定不同压力实验

条件下的过滤常数 K 、 q_e ；根据实验测量数据，计算滤饼的压缩性指数 s 和物料特性常数 k 。

【实验安排】教师讲解实验原理及注意事项；学生 3 人一组进行实验。

【教学方法与手段】讲授法、讨论法、实验法

【实验报告要求】简要地用文字或公式说明过滤过程及原理；绘制实验流程图；概述过滤实验的基本操作要点；详细记录实验数据，正确处理实验数据并得到实验结果；完成实验思考题。

11. 传热综合仿真实验

【实验目的】了解换热器换热的原理；掌握传热设备的基本操作、调节方法、了解影响传热的主要影响因素；掌握总传热系数 K 计算方法及意义。

【实验原理】两种流体分别在套管换热器的内管和外管中流动，进行热量交换；热流体的温度由 T_1 降至 T_2 ，冷流体的温度由 t_1 升至 t_2 ，由于热流体与冷流体之间存有温度差 Δt_m ，则热量通过间壁从热流体传给冷流体；传热过程遵循热量守恒和传热总速率方程。

【主要仪器设备】联想电脑、传热仿真实训软件

【内容提要】测定水蒸气-空气在套管换热器中换热的总传热系数 K

【实验安排】教师讲解传热原理、仿真实训装置；学生 1 人一台按要求进行实验。

【教学方法与手段】讲授法、讨论法、实验法

【实验报告要求】简述实验目的、原理及实验方法；画出实训工艺流程图，概述传热实训的基本操作要点；详细记录实验数据，正确处理实验数据并得到实验结果；完成实验思考题。

12. 传热综合实验

【实验目的】了解换热器换热的原理、认识各种传热设备的结构和特点；认识传热装置流程及各传感检测的位置、作用，各显示仪表的作用等；掌握传热设备的基本操作、调节方法、了解影响传热的主要影响因素；掌握总传热系数 K 计算方法及意义。

【实验原理】两种流体分别在套管换热器的内管和外管中流动，进行热量交换；热流体的温度由 T_1 降至 T_2 ，冷流体的温度由 t_1 升至 t_2 ，由于热流体与冷流体之间存有温度差 Δt_m ，则热量通过间壁从热流体传给冷流体；传热过程遵循热量守恒和传热总速率方程。

【主要仪器设备】传热实训装置

【内容提要】测定水蒸气-空气在套管换热器中换热的总传热系数 K ；测定水蒸气-空气在强化套管换热器中换热的总传热系数 K ；设计水蒸气-空气在

套管换热器中进行串、并联换热流程，并测定不同流程下的总传热系数 K ；测定水蒸气-空气在列管换热器中换热的总传热系数 K ；测定水蒸气-空气在螺旋板式换热器中换热的总传热系数 K 。

【实验安排】教师讲解传热原理、实训装置及注意事项，学生 3 人一组进行实验。

【教学方法与手段】讲授法、讨论法、实验法

【实验报告要求】简述实验目的、原理及实验方法；画出实训工艺流程图；概述传热实训的基本操作要点；详细记录实验数据，正确处理实验数据并得到实验结果；完成实验思考题。

13. 离子膜烧碱仿真实训

【实验目的】熟悉离子交换膜法电解食盐水而制成烧碱的原理和生产流程；熟悉其中化盐、一次盐水精制、澄清、砂滤、中和、二次盐水精制、电解、氯气处理、氢气处理等各流程的原理及操作步骤。

【实验原理】采用离子交换膜法电解食盐水而制成烧碱（即氢氧化钠），使用阳离子交换膜，该膜有特殊的选择透过性，只允许阳离子通过而阻止阴离子和气体通过，即只允许 H^+ 、 Na^+ 通过，而 Cl^- 、 OH^- 和两极产物 H_2 和 Cl_2 无法通过，因而起到了防止阳极产物 Cl_2 和阴极产物 H_2 相混合而可能导致爆炸的危险，还起到了避免 Cl_2 和阴极另一产物 $NaOH$ 反应而生成 $NaClO$ 影响烧碱纯度的作用。

【主要仪器设备】联想电脑、离子膜烧碱仿真实训软件

【内容提要】热法化盐后，采用化学或物理方法，除掉粗盐水中的 Mg^{2+} 、 Ca^{2+} 、 SO_4^{2-} 等对电解有害的杂质；在道尔式澄清设备内通过澄清除掉难溶的 $Mg(OH)_2$ ， $CaCO_3$ 等颗粒；采用砂滤器中的滤料层将澄清盐水中残留的 $Mg(OH)_2$ ， $CaCO_3$ 等难溶性颗粒去除；用盐酸中和 $NaOH$ 和 Na_2CO_3 ，使过滤盐水进入螯合树脂塔后，用碱性阳离子钠，与盐水中的带等量电荷的离子进行交换，最终使树脂达到离子吸收的饱和状态，精制的饱和食盐水进入阳极室，纯水(加入一定量的 $NaOH$ 溶液)加入阴极室，通电后 H_2O 在阴极表面放电生成 H_2 ， Cl^- 则在阳极表面放电生成 Cl_2 ，电解后的淡盐水则从阳极室导出，经添加食盐增加浓度后可循环利用。

【实验安排】教师讲解离子膜烧碱流程、仿真实训装置及操作要点；学生 1 人一台按要求进行实验。

【教学方法与手段】讲授法、讨论法、实验法

【实验报告要求】简述离子膜烧碱实训的工作原理；绘制实验流程图；整理出开车准备、开停车操作及运行操作内容；列举所在岗位的生产常见事

故及处理办法。

14. 阿司匹林全流程仿真实训

【实验目的】熟悉阿司匹林的制备原理和生产工艺流程；熟悉其中反应工段、粗制工段及精制工段各流程的原理及操作步骤。

【实验原理】阿司匹林又称乙酰水杨酸，先以苯酚为原料，与 NaOH 反应制成苯酚钠，通入二氧化碳进行羟基化反应，制得水杨酸钠，再用硫酸酸化制得水杨酸粗产品，再经过升华精制得水杨酸；以水杨酸和酸酐作为原料，经过酰化、结晶、离心、干燥得到阿司匹林产品。

【主要仪器设备】联想电脑、阿司匹林全流程仿真实训软件

【内容提要】先制备水杨酸，后以水杨酸和酸酐作为原料，经过酰化、结晶、离心、干燥得到阿司匹林产品。

【实验安排】教师讲解阿司匹林流程、仿真实训装置及操作要点；学生 1 人一台按要求进行实验。

【教学方法与手段】讲授法、讨论法、实验法

【实验报告要求】简述阿司匹林实训的工作原理；绘制实验流程图；整理出开车准备、开停车操作及运行操作内容；列举所在岗位的生产常见事故及处理办法。

15. 聚氯乙烯仿真实训

【实验目的】熟悉聚氯乙烯的原理、生产工艺流程及操作步骤。

【实验原理】液态氯乙烯单体以水为分散介质，并加入适当的分散剂和不溶于水而溶于单体的引发剂，在水相中进行聚合，聚合完成后经碱洗、汽提、离心、干燥得到白色粉末状 PVC 树脂，选取不同的悬浮分散剂，可得到颗粒结构和形态不同的两类树脂。

【主要仪器设备】联想电脑、阿司匹林全流程仿真实训软件

【内容提要】采用悬浮聚合法将各种原料与助剂加入到反应釜内在搅拌的作用下充分均匀分散，然后加入适量的引发剂开始反应，并不断地向反应釜的夹套和挡板通入冷却水，达到移出反应热的目的，当氯乙烯转化成聚氯乙烯的百分率达到一定时终止反应。

【实验安排】教师讲解聚氯乙烯流程、仿真实训装置及操作要点；学生 1 人一台按要求进行实验。

【教学方法与手段】讲授法、讨论法、实验法

【实验报告要求】简述聚氯乙烯实训的工作原理；绘制实验流程图；整理出开车准备、开停车操作及运行操作内容；列举所在岗位的生产常见事故及处理办法。

16. 精馏仿真实验

【实验目的】了解精馏的工作原理，熟悉精馏的操作规程及相应事故排除的措施，培养操作精馏塔的基本技能；熟练掌握精馏过程的控制调节，初步形成精馏过程的分析能力和岗位技能。

【实验原理】精馏是将液体混合物部分汽化，利用其中各组分相对挥发度的不同，通过液相和气相相同的质量传递来实现对混合物的分离；精馏操作中，不同的回流比下有不同的分离效率，得到不同浓度的分离产物；利用气液相平衡方程和精馏操作线方程，采用图解法或逐板算法进行计算。

【主要仪器设备】联想电脑、精馏塔单元仿真实训软件

【内容提要】以乙醇-水混合液为原料，在全回流及部分回流条件下，测定板式塔的全塔效率及单板效率。

【实验安排】教师讲解工艺流程和操作要点，学生每人一台电脑进行仿真实验。

【教学方法与手段】讲授法、讨论法、实验法

【实验报告要求】简要地用文字说明精馏塔单元操作过程及原理；画出精馏塔的实验流程图；整理出精馏塔单元生产装置的开车准备、开停车操作及运行操作内容；详细记录实验数据，正确处理实验数据并得到实验结果；完成实验思考题。

17. 连续精馏综合实验

【实验目的】了解板式精馏塔的结构和操作；学习精馏塔性能参数的测量方法，并掌握其影响因素。

【实验原理】精馏是将液体混合物部分汽化，利用其中各组分相对挥发度的不同，通过液相和气相相同的质量传递来实现对混合物的分离；精馏操作中，不同的回流比下有不同的分离效率，得到不同浓度的分离产物；利用气液相平衡方程和精馏操作线方程，采用图解法或逐板算法进行计算。

【主要仪器设备】连续精馏实验装置

【内容提要】以甲醇-水混合液为原料，测定精馏塔在全回流条件下，稳定操作后的全塔理论塔板数和总板效率；设计精馏塔在不同回流条件下，稳定操作后的全塔理论塔板数和总板效率。

【实验安排】教师讲解精馏原理、实验装置和操作要点，学生 3 人一组进行实验。

【教学方法与手段】讲授法、讨论法、实验法

【实验报告要求】简述精馏实验目的及原理；画出精馏塔的实验流程图；概述精馏实训的基本操作要点；详细记录实验数据，正确处理实验数据并得

到实验结果；完成实验思考题。

18. 吸收解吸仿真实验

【实验目的】了解填料吸收塔的结构、性能和特点，熟悉填料塔的操作方法；掌握填料吸收塔传质能力和传质效率的测定方法，掌握对实验数据的处理分析方法。

【实验原理】吸收是利用混合气中各组分在吸收剂中溶解度的差异，来实现对混合气的分离；遵循亨利定律和吸收速率方程。

【主要仪器设备】联想电脑、吸收解吸单元仿真实训软件

【内容提要】测定干塔压降；测定在水流量一定的条件下的湿塔压降；以水为吸收剂，吸收空气中的二氧化碳，测定该分离过程的吸收总传质系数。

【实验安排】教师讲解工艺流程和操作要点，学生每人一台电脑进行仿真实验。

【教学方法与手段】讲授法、讨论法、实验法

【实验报告要求】简要地用文字说明吸收解吸单元操作过程及原理；绘制吸收解吸的实验流程图；整理出吸收单元生产装置的开车准备、开停车操作及运行操作内容；详细记录实验数据，正确处理实验数据并得到实验结果；完成实验思考题。

19. 吸收综合实验

【实验目的】了解填料吸收塔的结构、性能和特点，熟悉填料塔的操作方法；掌握填料吸收塔传质能力和传质效率的测定方法，掌握对实验数据的处理分析方法。

【实验原理】吸收是利用混合气中各组分在吸收剂中溶解度的差异，来实现对混合气的分离；遵循亨利定律和吸收速率方程。

【主要仪器设备】吸收解吸实训装置

【内容提要】测定干塔压降；设计并测定在不同水流量下的湿塔压降；以水为吸收剂，吸收空气中的二氧化碳，测定该分离过程的吸收总传质系数。

【实验安排】教师讲解吸收原理、实验装置和操作要点，学生 3 人一组进行实验。

【教学方法与手段】讲授法、讨论法、实验法

【实验报告要求】简述吸收解吸实验目的及原理；绘制吸收解吸的实验流程图；概述吸收实训的基本操作要点；详细记录实验数据，正确处理实验数据并得到实验结果；完成实验思考题。

20. 合成氨全流程仿真实训

【实验目的】熟悉合成氨的造气工段、变换及 PSA 工段和合成工段的原

理和全流程。

【实验原理】采用固体煤作为燃料制取的半水煤气，后利用一氧化碳与水蒸气作用生成氢气和二氧化碳的变换反应，将大部分 CO 除去，生成的 CO₂ 气体和少量 CO 再利用不用压力下吸附剂对气体的吸附作用，将 CO₂ 吸附出来，得到纯净的合成氨原料气，氮与氢自气相空间向催化剂表面接近，并在表面上进行活性吸附，吸附氮与吸附氢及气相氢进行化学反应，一次生成 NH、NH₂、NH₃。

【主要仪器设备】联想电脑、合成氨全流程仿真实训软件

【内容提要】先利用气化剂对固体或其他原料进行热加工过程，生产合格的半水煤气；制取的半水煤气中含有 CO，CO 对合成催化剂有毒，需通过 PSA 工段将 CO 彻底清除；在较高温度和压力下，进行氨的合成。

【实验安排】教师讲解合成氨全流程、仿真实训装置及操作要点；学生 1 人一台按要求进行实验。

【教学方法与手段】讲授法、讨论法、实验法

【实验报告要求】简述合成氨实训的工作原理；绘制实验流程图；整理出开车准备、开停车操作及运行操作内容；列举所在岗位的生产常见事故及处理办法。

21. 萃取塔仿真实验

【实验目的】了解萃取塔的基本结构以及实现萃取操作的基本流程；观察萃取塔内桨叶在不同转速下，分散相液滴变化情况和流动状态，练习并掌握萃取塔性能的测定方法。

【实验原理】在液体混合物中加入一种与其基本不相混溶的液体作为溶剂，利用原料液中的各组分在溶剂中溶解度的差异来分离液体混合物。

【主要仪器设备】联想电脑、萃取仿真软件

【内容提要】固定两相流量，测定桨叶不同转速下萃取塔的传质单元数、传质单元高度及总传质单元系数；通过实际操作练习，探索强化萃取塔传质效率的方法。

【实验安排】教师讲解萃取原理、流程和操作要点，学生每人一台电脑进行仿真实验。

【教学方法与手段】讲授法、讨论法、实验法

【实验报告要求】简要地用文字说明萃取操作过程及原理；绘制实验流程图；概述基本操作要点；详细记录实验数据，正确处理实验数据并得到实验结果；完成实验思考题。

22. 洞道干燥仿真实验

【实验目的】掌握在洞道干燥器中干燥曲线和干燥速率曲线的测定方法；学习物料含水量的测定方法；加深对物料临界含水量的概念及其影响因素的理解；学习恒速干燥阶段物料与空气之间对流传热系数的测定方法。

【实验原理】当湿物料与干燥介质相接触时，物料表面的水分开始气化，并向周围介质传递，根据干燥过程中不同期间的特点，干燥过程可分为恒速干燥阶段和降速干燥阶段两个阶段。

【主要仪器设备】联想电脑、洞道干燥仿真软件

【内容提要】测定在固定的空气流量、温度操作条件下湿物料干燥曲线、干燥速率曲线和临界含水量；测定恒速干燥阶段物料与空气之间对流传热系数。

【实验安排】教师讲解干燥原理、流程和操作要点，学生每人一台电脑进行仿真实验。

【教学方法与手段】讲授法、讨论法、实验法

【实验报告要求】简要地用文字说明洞道干燥操作过程及原理；绘制实验流程图；概述基本操作要点，详细记录实验数据，正确处理实验数据并得到实验结果；完成实验思考题。

23. 锅炉仿真实验

【实验目的】熟悉锅炉的原理、生产工艺流程及操作步骤。

【实验原理】利用燃料燃烧释放的热能或其他热能加热水或其他工质，以生产规定参数(温度、压力)和品质的蒸汽、热水或其他工质的设备。锅炉是一种能量转换设备，向锅炉输入的能量有燃料中的化学能、电能、高温烟气的热能等形式，而经过锅炉转换，向外输出具有一定热能的蒸汽、高温水或有机热载体。

【主要仪器设备】联想电脑、锅炉仿真实训软件

【内容提要】通过燃烧后辐射段的火焰和高温烟气对水冷壁的锅炉给水进行加热，使锅炉给水变成饱和水而进入汽包进行汽水分离，而从炉膛出来进入对流段的烟气仍具有很高的温度，再通过对流室对来自于汽包的饱和蒸汽进行加热即产生过热蒸汽。

【实验安排】教师讲解锅炉操作流程、仿真实训装置及操作要点；学生1人一台按要求进行实验。

【教学方法与手段】讲授法、讨论法、实验法

【实验报告要求】简述锅炉操作的工作原理；绘制实验流程图；整理出开车准备、开停车操作及运行操作内容；列举所在岗位的生产常见事故及处理办法。

五、考核方式

（一）考核方式

课程考核方式分为过程性考核、期末考核与技能考核。

过程性考核成绩以实验报告成绩为准。

期末考核采用闭卷考试。

（二）考核方式与课程目标的关系

课程目标	考核内容及所占比例（%）	考核方式
课程目标 1 (40%)	考核内容： 实验预习情况，实验步骤、操作技能的掌握情况，实验完成情况；期末考试成绩中对各项实验内容的掌握情况。所占比例：40%	实验报告 实验技能 期末考试
课程目标 2 (40%)	考核内容： 实验原理、方法的掌握情况，实验完成情况；实验操作的规范性，实验报告中结果分析和讨论的科学性，期末考试中应用性试题的答题情况。所占比例：40%	实验技能 实验报告 期末考试
课程目标 3 (20%)	考核内容： 对实验结果分析和反思，寻求改进方案；实验协作情况，讨论实验问题时的参与度。所占比例：20%	实验技能 实验报告 期末考试

六、成绩评定

（一）评定方式

总成绩=过程性考核成绩（30%）+技能成绩（40%）+期末考核成绩（30%）。

过程性考核成绩即为实验报告成绩。

（二）评分标准

序号	课程目标	评价项目	评分标准				
			90-100	80-89	70-79	60-69	0-59
			优	良	中	及格	不及格
1	课程目标 1/2/3	实验报告	按时完成实验报告，格式规范，字体统一，书写整齐，绘图精美，实验结果分析深入合理，思考题回答准确、完整。	按时完成实验报告，格式规范，字体统一，书写较为整齐，内容完整，绘图规范，实验结果分析合理，思考题回答较准确、完整。	按时完成实验报告，格式欠规范，字体统一，书写不太整齐，绘图较规范，实验结果分析较合理，思考题回答完整。	催交，格式欠规范，字体欠统一，书写不太整齐，绘图欠规范，实验结果分析不深入或无分析，思考题回答不完整。	反复催交，格式不规范，字迹不整齐，绘图不规范，无结果分析，不回答问题或催交未果。
2	课程目标 1/2/3	实验技能	实验前预习扎实，实验设备及流程非常熟悉，整个实验过程认真操作，时间安排合理，操作无误，实验数据准确或产率高。	实验前预习扎实，实验设备及流程一般熟悉，整个实验过程认真操作，时间安排较合理，操作无误，实验数据较准确。	实验前预习欠佳，实验设备及流程不太熟悉，整个实验过程操作较认真，时间安排欠合理，操作有失误，实验数据欠准确。	实验前没预习，实验设备及流程不熟悉，整个实验操作过程较认真，无时间安排，实验数据不准确。	实验前没预习，实验设备及流程不熟悉，不进行操作。
3	课程目标 1/2/3	期末考试	详细评分细则见期末试题评分标准				

七、教学参考资料（含课程思政资源）

1. 主要参考书目

- [1] 张金利，郭翠梨，胡瑞杰.化工原理实验.北京：化学工业出版社.2016
- [2] 杨祖荣.化工原理实验（第二版）.北京：化学工业出版社.2014
- [3] 王红梅，徐铁军.化工单元操作实训.北京：化学工业出版社.2016

2. 与实验课程相关主要网站

- 1) 中国大学 MOOC: <https://www.icourse163.org/shortUrl/parse/Rem6z>
- 2) 中国大学 MOOC: <https://www.icourse163.org/shortUrl/parse/RemZK>

八、选用教材

教材名称	编者	出版社	出版时间	是否马工程教材	备注
化工原理实验与工程实训	张博阳、尹晓红	天津大学出版社	2021.8	否	

九、课程学习建议

《化工基础实验与实训》是应用化学专业中非常重要的一门课程，它涉及到许多理论和实践知识。以下是一些建议，以帮助你更好地学习该实验课程：

1. 理解实验目的和原理：在进行实验前，首先要明确实验的目的和原理，理解实验所要探究的问题和所涉及的单元操作过程。这有助于更好地进行实验设计和操作。

2. 预习和复习相关理论知识：在实验前，预习相关的理论知识，了解实验所涉及的基本概念、公式和原理。实验后，及时复习和总结，加深对理论知识的理解。

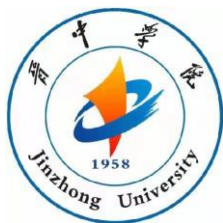
3. 注意实验安全：在实验过程中，要严格遵守实验室的安全规定，穿好实验服，操作时确保自己和他人的安全。

4. 认真观察实验现象：在实验过程中，要认真观察实验现象。这些现象可以帮助你了解实验的进程和结果，发现实验中可能存在的问题。

5. 认真记录和分析实验数据：实验数据是实验结果的重要依据。在实验过程中，要准确记录实验数据，包括实验条件、操作步骤、实验现象和实验结果等。实验后，要对实验数据进行分析和处理，找出实验规律和问题所在。

6. 积极参与讨论和交流：在实验过程中和实验后，要积极参与讨论和交流，与同学和老师分享实验心得和体会。这有助于你加深对实验的理解，发现自己的不足之处，并提高自己的实验能力。

总之，学习《化工基础实验与实训》课程需要注重理论和实践相结合，重视实验安全和数据记录分析，积极参与讨论和交流，并多做实验以增强自己的动手能力，提高自身分析问题和解决问题的能力。



应用化学专业

《实验室安全教育》

课程大纲

晋中学院化学化工系

2023年8月

《实验室安全教育》课程大纲

一、课程信息

课程名称	实验室安全教育/ Laboratory Safety Education		
课程编码	230910925B	适用专业	应用化学
先修课程	无	修读学期	第三学期
课程类别	专业核心课程	课程性质	<input checked="" type="checkbox"/> 必修 <input type="checkbox"/> 选修
课程学分	0.5	考核方式	<input type="checkbox"/> 考试 <input checked="" type="checkbox"/> 考查
课程学时	8 学时（理论学时 4，实践学时 4）		
执笔人	路 敏	审核人	张保柱

二、课程简介

实验室安全教育在专业人才培养中占据基石地位，它是保障学生实验安全、培养严谨科研态度的关键环节。本课程旨在提升学生安全意识，使学生深刻理解实验室安全规则的重要性，为其日后科研道路保驾护航。

通过学习，学生将系统掌握实验室安全基本知识，包括化学品安全处理、生物安全防护、电气设备操作规范及紧急应对措施等。学生将增强识别实验室安全隐患的能力，学会评估风险并制定有效预防方案。同时，本课程还将着重培养学生的应急处理能力，使其能在突发事件中迅速做出正确反应，减少伤害。

在知识与能力提升的基础上，本课程还将强化学生的责任心、团队协作精神和社会责任感，使学生在保证个人安全的同时，也能关注实验室的整体安全，促进实验室文化的建设。总之，实验室安全教育课程将为学生的专业学习和未来职业发展奠定坚实的安全基础。

三、课程目标

（一）课程目标

通过本课程的学习，学生可以达到以下目标：

课程目标 1：学生将深入理解并掌握实验室安全管理的理论基础、法律法规及各类实验操作的安全规范，形成系统的实验室安全知识体系。【毕业要求 5：使用现代工具】

课程目标 2：提升学生对实验室潜在危险的识别与分析能力，强化安全风险评估与防控策略的制定能力；增强学生在面对安全事故时的应急处置与自救互救能力，达到迅速响应、有效应对的高阶能力水平。【毕业要求 8：职业规范】

课程目标 3：激发学生的安全意识与社会责任感，树立“安全第一，预防为主”的理念；培养严谨的科学态度、规范的实验操作习惯及团队合作精神；鼓励学生勇于创新，敢于质疑，面对安全挑战时能够积极寻求解决方案，展现出高度的创新性与挑战度。【毕业要求 12：终身学习】

（二）课程目标与毕业要求的关系

课程目标	支撑的毕业要求	支撑的毕业要求指标点
课程目标 1	毕业要求 5 【使用现代工具】	5.1 掌握工程活动中获取相关信息的基本方法，能够运用现代化资源进行文献检索和资料查询。
课程目标 2	毕业要求 8 【职业规范】	8.3 能够考虑公众的安全、健康和福祉，以及环境保护的社会责任，能够在工程实践中自觉履行责任。
课程目标 3	毕业要求 12 【终身学习】	12.1 能在技术变革的背景下，认识到自主和终身学习的必要性，并且养成自主学习的意识和能

四、课程内容

（一）课程内容与课程目标的关系

课程内容	支撑的课程目标	教学方法	学时安排
实验室消防安全	课程目标 1, 2, 3	讲授法、启发式、案例教学	1
实验室通用电气安全与防护	课程目标 1, 2, 3	讲授法、启发式、案例教学	1
实验室环境、健康与安全	课程目标 1, 2, 3	讲授法、启发式、案例教学	1
化学品的分类、储存和管理	课程目标 1, 2, 3	讲授法、启发式、案例教学	1
合计			4

(二) 课程内容

模块一 实验室消防安全

【学习目标】

1. 能够掌握燃烧、爆炸的基本知识、火灾的特点和分类；
2. 了解实验室消防安全技术和消防设施；
3. 理解火灾的预防和火场逃生与自救。

【课程内容】

1. 燃烧、爆炸的基本知识；
2. 火灾的特点和分类；
3. 实验室消防安全技术；
4. 消防设施；
5. 火灾的预防和火场逃生与自救。

【重点、难点】

1. 重点：燃烧、爆炸的基本知识、火灾的特点和分类；理解火灾的预防和火场逃生与自救。
2. 难点：火灾的预防和火场逃生与自救。

【教学方法】

1. 课程导入：采用案例分析法，简述实验室火灾实例，强调其严重性及预防措施的重要性，引导学生总结火灾的预防和火场逃生与自救的正确方法。
2. 知识点讲授：系统讲解火灾类型、预防措施、初期灭火方法及紧急疏散等关键知识点，结合实验室特定环境进行讲解。

【学习要求】

掌握实验室消防安全基础知识和应急处理技能；能识别并消除实验室中的火灾隐患；在模拟演练中，能够迅速有效地采取自救互救措施。

【复习与思考】

1. 什么是实验室安全？为什么实验室安全重要？
2. 实验室安全的主要任务和基本原则是什么？
3. 实验室中可能存在的危险因素有哪些？

【学习资源】

1. 爱课程，化学实验室安全基础. 大连理工大学，姜文凤等主讲.
2. 爱课程，化学实验室安全科学. 湖南大学，许峰等主讲.
3. 爱课程，实验室安全学. 武汉理工大学，冯小平等主讲.

模块二 实验室通用电气安全与防护

【学习目标】

1. 了解电气事故的类型及危害；
2. 掌握实验室电气设备的安全与防护以及安全使用知识；
3. 理解实验室安全用电与应急救援；
4. 了解压缩气瓶的安全使用。

【课程内容】

1. 电气事故类型及危害；
2. 实验室电气设备安全与防护；
3. 实验室常用电气设备安全使用知识；
4. 实验室安全用电与应急救援；
5. 实验室压缩气瓶的安全使用。

【重点、难点】

1. 重点：实验室电气设备的安全与防护以及安全使用知识；压缩气瓶的安全使用。
2. 难点：实验室安全用电与应急救援；压缩气瓶的安全使用。

【教学方法】

1. 课程导入：

案例导入：通过展示实验室电气及压缩气瓶安全事故的案例，如触电、电气火灾等，引导学生认识到电气安全的重要性，激发学生的学习兴趣。

问题引导：提出关于实验室电气及压缩气瓶安全的问题，如“电气设备及压缩气瓶的安全使用要点有哪些？”引导学生思考并讨论，为后续知识点讲授做铺垫。

2. 知识点讲授：

理论讲解：系统讲解实验室通用电气设备及压缩气瓶的种类、安全操作规程、防护措施及应急处理等知识。

实践演示：通过实验操作演示，让学生直观了解电气设备及压缩气瓶的正确使用方法及安全注意事项。

互动讨论：鼓励学生参与讨论，分享自己对电气及压缩气瓶安全的理解和看法，促进知识的深入理解和内化。

【学习要求】

1. 掌握实验室通用电气设备及压缩气瓶的安全操作规程和防护措施。
2. 了解电气及压缩气瓶安全事故的危害及应急处理方法。
3. 能够在实践中正确、安全地使用电气设备及压缩气瓶，避免安全事故。

的发生。

【复习与思考】

1. 实验室电器设备的安全使用方法是什么？
2. 实验室高压气体的安全使用方法是什么？

【学习资源】

1. 爱课程，化学实验室安全基础. 大连理工大学，姜文凤等主讲.
2. 爱课程，化学实验室安全科学. 湖南大学，许峰等主讲.
3. 爱课程，实验室安全学. 武汉理工大学，冯小平等主讲.

模块三 实验室环境、健康与安全

【学习目标】

1. 了解实验室建设、改造和管理中的 EHS 理念；
2. 了解实验室污染物的种类、对人体健康的危害及控制办法；
3. 了解实验室安全标识；
4. 掌握四不伤害原则。

【课程内容】

1. 实验室新建、扩建、改建中的 EHS 理念，实验室管理中的 EHS 理念；
2. 实验室污染控制与防治；
3. 实验室安全标识；
4. 实验室安全与健康的四不伤害原则。

【重点、难点】

1. 重点：实验室建设、改造和管理中的 EHS 理念；掌握四不伤害原则和实验室安全标识。
2. 难点：实验室污染物的种类、对人体健康的危害及控制办法、四不伤害原则。

【教学方法】

1. 课程导入：采用真实案例或情境模拟导入，引发学生兴趣，明确课程重要性。
2. 知识点讲授：通系统讲解 EHS（环境、健康、安全）概念、法规、操作规范及防护措施，结合多媒体增强理解。

【学习要求】

1. 掌握实验室 EHS 基本理论、法规及操作规程；
2. 能识别并应对实验室环境、健康与安全隐患，具备应急处理能力；
3. 培养持续学习意识，关注 EHS 领域发展动态。

【复习与思考】

1. 什么是实验室建设、改造和管理中的 EHS 理念？
2. 什么是实验室安全与健康的四不伤害原则？

【学习资源】

1. 爱课程，化学实验室安全基础. 大连理工大学，姜文凤等主讲.
2. 爱课程，化学实验室安全科学. 湖南大学，许峰等主讲.
3. 爱课程，实验室安全学. 武汉理工大学，冯小平等主讲.

模块四 化学品的分类、储存和管理

【学习目标】

1. 了解化学品的分类、储存与管理相关规定；
2. 熟悉化学品的分类、储存与管理办法。

【课程内容】

1. 化学品的分类；
2. 剧毒化学品的管理；
3. 化学品的储存和管理；
4. 危险化学品的管理。

【重点、难点】

1. 重点：化学品的分类与管理。
2. 难点：剧毒品的管理和危化品的存储管理。

【教学方法】

1. 课程导入：通过分享化学品分类不当、储存失误或管理疏忽导致的安全事故案例，引起学生重视，激发学习兴趣。提出如“如何科学分类化学品？”“化学品储存有哪些基本要求？”等问题，引导学生思考并探讨。

2. 知识点讲授：

系统讲解：详细介绍化学品的分类标准（如按物理性质、化学性质、危险性分类）、储存原则（如分类存放、标识清晰、定期检查）和管理制度（如出入库登记、应急处理预案）。

多媒体辅助：利用 PPT、视频等多媒体工具展示化学品分类、储存和管理的实际操作过程，增强直观性和理解力。

互动讨论：组织学生就化学品的分类、储存和管理中的难点和疑点进行讨论，促进知识交流和思维碰撞。

【学习要求】

1. 理论要求：学生需深入理解并掌握化学品的分类标准、储存原则和管理制度，能够准确识别不同化学品的性质和危险性。

2. 实践操作：学生需具备在实验室或相关场所正确分类、储存和管理化学品的能力，能够按照规范进行操作，确保安全。

【复习与思考】

1. 实验室化学药品的安全使用方法是什么？
2. 实验室化学泄漏应急处理流程是什么？

【学习资源】

1. 爱课程，化学实验室安全基础. 大连理工大学，姜文凤等主讲.
2. 爱课程，化学实验室安全科学. 湖南大学，许峰等主讲.
3. 爱课程，实验室安全学. 武汉理工大学，冯小平等主讲.

五、实践教学安排

本课程在理论学习的基础上，专门设置 2 个实验内容 4 个实践教学学时用于巩固理论知识，很好地提升学生的实践运用能力。具体实验情况如下表：

序号	实验项目名称	实验学时	实验类型	分组要求	开出要求	支撑课程目标
1	无机化学基本操作实验	2	验证	2-3 人	必做	课程目标 1,2,3
2	专业实验室安全调研	2	设计	2-3 人	必做	课程目标 1,2,3
	合计	4				

实验 1. 无机化学基本操作实验

【实验目的】掌握无机化学基本操作实验的理论知识，能够熟练掌握无机化学基本操作实验技能，如仪器设备的使用、基本操作等；了解化学实验报告的书写要求。

【实验原理】无机化学基本操作实验的理论知识。

【主要试剂及仪器设备】移液管；试剂瓶；容量瓶；酒精灯。

【内容提要】无机化学实验基本仪器介绍；固体试剂的量取；液体试剂的量取；酒精灯的正确使用。

【实验安排】教师首先讲授无机化学实验的基本常识和基本操作；仪器的基本操作。学生分 2-3 人一组进行分组实验操作。

【教学方法与手段】讲授法、讨论法、演示法、实践操作。

【实验报告要求】简述固体及液体试剂的正确量取方法；简述酒精灯的正确使用方法；写出实验的体会与疑问。

实验 2. 专业实验室安全调研

【实验目的】了解专业实验室中的安全注意事项；熟悉专业实验室的规章制度；选择一个专业实验室，熟悉实验室中可能存在的安全隐患；掌握在实验室中操作设备或仪器的正确方法。

【实验原理】实验室的规章制度。

【主要试剂及仪器设备】无

【内容提要】实验室各项规章制度，专业实验室的安全问题

【实验安排】教师先讲授化学专业实验室涉及的主要安全问题，实验室的各项规章制度；然后学生分 2-3 人一组进行调研。

【教学方法与手段】讲授法、讨论法。

【实验报告要求】将专业实验室中涉及到的安全问题及正确操作规程写在实验报告上。

六、考核方式

(一) 考核方式

课程考核方式分为过程性考核和期末考核。

过程性考核方式包括作业、实验报告和技能考核。

期末考核采用闭卷考试。

(二) 考核方式与课程目标的关系

课程目标	考核内容及所占比例 (%)	考核方式
课程目标 1 (40%)	关于实验室基本仪器的认识与使用，各种仪器的规范使用。占40%	课堂表现、课后作业 实验报告、技能考核 期末考核
课程目标 2 (40%)	实验方案评价，实验思路整合，实验可行性分析，实验结果总结归纳。占40%	课堂表现、课后作业 实验报告、技能考核 期末考核
课程目标 3 (20%)	实验协作情况，讨论实验问题时的参与度。占20%	实验操作 实验报告

七、成绩评定

(一) 评定方式

总成绩 = 过程性考核成绩 (50%) + 期末考核成绩 (50%)。

过程性考核成绩 = 学风养成 (20%) + 平时作业 (30%) + 操作技能 (30%) + 实验报告 (20%)。

(二) 评分标准

序号	课程目标	评价项目	评分标准				
			90-100	80-89	70-79	60-69	0-59
			优	良	中	及格	不及格
1	课程目标 1、2	操作技能	熟知实验流程, 实验器材准备充分, 实验操作规范, 时间安排合理, 实验数据准确。	熟知实验流程, 实验器材准备妥当, 实验操作规范, 时间安排较合理, 实验数据较准确。	实验流程不熟练, 实验器材准备欠妥当、实验操作欠规范, 时间安排欠合理, 实验数据欠准确。	不清楚实验流程, 实验器材准备欠妥, 实验操作欠规范, 时间安排欠合理, 实验数据不准确或。	对实验流程一无所知, 不能独立准备实验器材, 实验操作不规范, 时间安排不合理或不能进行实验操作。
2	课程目标 1、2	作业完成情况	作业内容完整, 独立或合作完成全部作业要求。书写端正, 对问题有详细透彻的分析。	作业内容完整, 独立或合作完成作业要求。书写端正, 但对问题分析较全面。	作业内容完整, 独立或全部完成作业要求, 书写端正, 没有对问题进行分析。	作业内容完整, 独立或合作完成作业要求。书写较凌乱, 没有对问题进行分析。	作业内容不完整, 没有达到作业要求。
3	课程目标 1、2、3	实验报告	实验原理准确, 实验步骤清晰凝练, 内容完整, 能够详实描述实验现象并准确记录实验数据, 能够反思实验过程中存在的问题并整改实验方案。	实验原理准确, 实验步骤清晰凝练, 内容完整, 能够详实描述实验现象并准确记录实验数据, 能够反思实验过程中存在的问题。	实验原理准确, 实验步骤清晰凝练, 内容完整, 能够详实描述实验现象并准确记录实验数据, 未反思实验过程中存在的问题。	实验原理基本准确, 实验步骤清晰凝练, 内容完整, 能够详实描述实验现象并准确记录实验数据, 未反思实验过程中存在的问题。	实验原理准确性差, 实验步骤不太清晰凝练, 内容完整, 能够描述实验现象并记录实验数据, 未反思实验过程中存在的问题。

4	课程目标 1	学风 养成	积极参与，主动学习，按时完成任务，展现高度自律。	表现积极，按时提交作业，课堂参与度高，学习态度认真。	基本遵守纪律，按时完成度部分任务，课堂参与一般。	偶尔拖延，参与度和作业完成情况一般，需加强自律。	频繁缺勤，作业提交不及时，学习态度消极，缺乏参与。
5	课程目标 1/2/3	期末 考核	详见期末考试评分细则				

八、教学参考资源

1. 主要参考书目

- [1] 阳富强.高校实验室安全教育.化学工业出版社，2021.3.1
 [2] 胡洪超.实验室安全教程.化学工业出版社，2019.9.1

2. 与实验课程相关主要网站

<https://www.icourses.cn/home/>

九、选用教材

教材名称	编者	出版社	出版时间	是否马工程教材	备注
实验室安全教程	胡洪超	化学工业出版社	2019.09.01	否	

十、课程学习建议

重视实验安全，主动学习安全规范与应急处理。积极参与互动讨论，深化理解。注重实践操作，掌握安全技能。定期回顾安全知识，关注最新安全动态。建立良好安全习惯，共筑安全文化。珍惜每次学习机会，为实验室安全贡献自己的力量。



应用化学专业

《高等分析化学》

课程大纲

晋中学院化学化工系

2023年8月

《高等分析化学》课程大纲

一、课程信息

课程名称	高等分析化学 / Advanced Analytical Chemistry		
课程编码	230910901C	适用专业	应用化学
先修课程	有机化学、无机化学、分析化学	修读学期	第五学期
课程类别	模块一 工业分析	课程性质	<input type="checkbox"/> 必修 <input checked="" type="checkbox"/> 选修
课程学分	2	考核方式	<input type="checkbox"/> 考试 <input checked="" type="checkbox"/> 考查
课程学时	32 学时（理论学时 18，实践学时 14）		
执笔人	李玉霞	审核人	张保柱

二、课程简介

本课程主要是在学生初步掌握分析化学的基本原理和方法的基础上，进一步对分析化学的新内容新方法进行学习，掌握定量测定的设计实验方案，测定体系的确定及测定条件的选择，为学生解决生产实际问题、开展科研工作奠定一定的基础。通过本课程的理论教学和实践教学使学生具备以下知识和能力，使学生更好地掌握分析化学的基本理论、基础知识和分析方法，使学生的专业知识水平进一步提高，使学生分析问题和解决问题能力的进一步提高，提高他们的就业竞争力，成为社会需要的应用型人才；养成严肃认真、严谨的科学态度，踏实细致的工作作风、实事求是的科学道德，初步具备从事科学研究的技能。

三、课程目标

（一）课程目标

通过本课程的理论教学和实验训练，使学生具备下列能力：

课程目标 1：能够对各种分析方法的基本原理、方法特点及仪器设备有全面的了解和掌握。能应用各种分析方法对实际样品进行分析，具有较强的解决实际问题的能力。【毕业要求 1：工程知识】

课程目标 2：能针对分析要求选择合适的分析方法，进行分析方法条件优化设计。能对实验数据进行处理，减免测定误差，提高测定的准确度，提高分析问题和解决问题的能力，具有一定创新精神。【毕业要求 3：设计开发解决方案】

课程目标 4：能通过分析检测方法流程工艺，设计并优化实施定量分析方案，获取有效结论。【毕业要求 11：项目管理】

(二) 课程目标与毕业要求的关系

课程目标	支撑的毕业要求	支撑的毕业要求指标点
课程目标 1	毕业要求 1 【工程知识】	1.2 能用数学、自然科学、工程基础和专业知识建立复杂精细化学工程问题的解决途径。
课程目标 2	毕业要求 3 【设计开发解决方案】	3.2 能够对应用化学中的专业知识对设计方案进行综合与评价，并体现创新意识。
课程目标 3	毕业要求 11 【项目管理】	11.2 了解化工工程及环保产品全周期、全流程的成本构成，能够在多学科环境中将工程管理原理与经济决策方法用于化工工程设计及工艺的优化。

四、课程内容

(一) 课程内容与课程目标的关系

章序	内容	支撑课程目标	教学方法	学时分配		
				讲授	实验	小计
1	模块一、非水滴定分析	课程目标 1, 2, 3	讲授法、讨论法	2	0	2
2	模块二、分光光度法及实验条件优化	课程目标 1, 2, 3	讲授法、实验法	4	4	8
3	模块三、有机显色剂和多元配合物	课程目标 1, 2, 3	讲授法、实验法	4	4	8
4	模块四、分析结果数据处理和分析方法评价指标	课程目标 1, 2, 3	讲授法、实验法	4	6	10
5	模块五、动力学分析法	课程目标 1, 2, 3	讲授法、讨论法	2	0	2
6	模块六、定量分析实验方案的设计	课程目标 1, 2, 3	讲授法、讨论法	2	0	2
合计				18	14	32

(二) 课程内容

模块一 非水滴定分析

【学习目标】

1. 能够掌握非水滴定法的概念、原理及分析方法。
2. 学会非水滴定法条件的选择。
3. 能够熟悉非水溶液中酸碱滴定的应用。

【课程内容】

1. 非水滴定概念
2. 非水溶剂选择
3. 非水滴定条件的选择
4. 非水溶液中酸碱滴定的应用

【重点、难点】

1. 重点：非水滴定分析溶剂的性质及其选择方法；非水溶液中酸碱滴定的应用。
2. 难点：非水滴定分析测定的实验条件的选择。

【教学方法】

1. 讲授法：教师讲授非水滴定法的概念、非水滴定溶剂的选择、非水滴定法的原理及分析方法；同时讲授非水滴定条件的选择以及在酸碱滴定中的实际应用。
2. 问题讨论法：教师和学生以“非水体系和水体系进行滴定分析的区别？”为问题展开讨论式学习，通过对比分析掌握滴定反应的本质，溶剂对化学反应的影响，进一步掌握不同样品如何进行分析体系的选择。

【学习要求】

1. 理解与掌握学习目标中的知识。
2. 积极参与问题讨论，认真分析非水体系和水体系中滴定反应的区别，能够熟练掌握非水酸碱滴定分析法。

【复习与思考】

1. 非水滴定和水体系滴定的区别和优势。
2. 非水滴定法条件的选择。

【学习资源】

教材；文献数据库；线上慕课资源；图书资料。

模块二 分光光度法及实验条件优化

【学习目标】

1. 能够掌握分光光度法原理、实验条件的选择和优化。
2. 学会分光光度计仪器的构造和特点。
3. 了解分光光度法在分析化学中的应用和发展

【课程内容】

1. 紫外分光光度法仪器及测定原理
2. 双波长分光光度法
3. 实验条件优化
4. 实验操作

【重点、难点】

1. 重点：各种分光光度仪器的构造和特点；实验条件的优化。
2. 难点：实验条件的优化。

【教学方法】

1. 课堂讲授法：教师讲授分光光度法原理即利用不同分子结构的物质对特定波长的单色光具有不同的吸收特性，通过测量被测物质吸收光后的强度变化，可以对物质进行定性和定量分析。朗伯-比尔定律，即有色溶液对单色光的吸收程度与溶液的浓度和液层的厚度有关，吸光度与溶液浓度和液层厚度的乘积成正比，达到定量分析。分光光度计仪器的构造和特点。

2. 实验法：通过实验 1 铬天青 S 分光光度法测定微量铝（铝的二元、三元络合物的比较），达到对课程内容的熟练掌握。

【学习要求】

1. 理解与掌握学习目标中的知识。
2. 积极参与问题讨论，查阅相关文献资料了解不同分光光度仪的构造、原理及应用。

【复习与思考】

双波长分光光度法条件的优化和选择

【学习资源】

教材；文献数据库；线上慕课资源；图书资料。

模块三 有机显色剂和多元配合物

【学习目标】

1. 能够掌握不同有机显色剂的显色原理及结构类型。
2. 学会显色条件和测定条件的选择方法。
3. 了解常用显色剂和二元、三元配合物体系。

【课程内容】

1. 有机显色剂

2. 偶氮类显色剂
3. 三苯甲烷类显色剂
4. 多元配合物
5. 实验操作

【重点、难点】

1. 重点：有机显色剂和多元配合物在实际中的应用；铝的二元、三元络合物比较实验。

2. 难点：有机显色剂和多元配合物在实际中的应用。

【教学方法】

1. 课堂讲授法：教师讲授有机显色剂的显色原理主要基于与金属离子产生的显色反应，这些反应不仅作为吸光光度分析法的基础，而且还可作为容量分析法的指示剂，利用显色反应可迅速检验出一些离子。有机显色剂与金属离子形成的配合物具有较高的稳定性和选择性，使得它们在分析化学中有着广泛的应用。偶氮类显色剂，三苯甲烷类显色剂，多元配合物。

2. 实验法：通过实验 2 邻二氮菲分光光度法测定铁方法评价指标，达到对课程内容的熟练掌握。

【学习要求】

1. 理解与掌握学习目标中的知识。
2. 积极参与问题讨论，查阅相关文献资料了解有机显色原理及熟悉铝的二元、三元络合物的比较实验。

【复习与思考】

显色条件的选择，显色剂用量，pH 值和波长的优化

【学习资源】

教材；文献数据库；线上慕课资源；图书资料。

模块四 分析结果数据处理和分析方法评价指标

【学习目标】

1. 学会分析实验结果并进行正确数据处理的方法。
2. 熟悉定量分析方法评价指标体系。

【课程内容】

1. 基本概念
2. 少量数据的统计处理
3. 质量保证
4. 实验操作

【重点、难点】

1. 重点：分析结果数据处理及分析方法质量评价方法；定量分析方法的评价指标。

2. 难点：定量分析方法的评价指标。

【教学方法】

1. 课堂讲授法：教师通过回顾分析化学学习过的关于分析结果数据处理内容，进一步讲授少量数据的统计处理方法，分析方法的评价指标。使学生达到掌握化学实验后如何进行结果数据处理。

2. 实验法：通过实验3“中性红褪色光度法测定痕量溴酸根实验条件优化”6个学时操作完成，达到对课程内容的熟练掌握。

【学习要求】

1. 理解与掌握学习目标中的知识。

2. 积极参与问题讨论，查阅相关文献资料总结实验数据处理的步骤及方法。

【复习与思考】

定量分析方法的评价指标及实际应用

【学习资源】

教材；文献数据库；线上慕课资源；图书资料。

模块五 动力学分析

【学习目标】

1. 能够熟悉动力学分析概念、特点、类型。

2. 掌握动力学分析的基本原理及影响因素。

3. 了解催化动力学分析、流动注射分析基本原理，催化动力学光度分析及其应用。

4. 进行实验验证动力学分析影响因素。

【课程内容】

1. 动力学分析概念、特点、类型。

2. 动力学分析的基本原理及影响因素。

3. 催化动力学分析、流动注射分析基本原理，催化动力学光度分析及其应用。

4. 进行实验验证动力学分析影响因素。

【重点、难点】

1. 重点：动力学分析法基本原理及特点；催化动力学分析法的分析和应用。

2. 难点：催化动力学分析法的分析和应用。

【教学方法】

1. 讲授法：教师讲授动力学分析的基本原理及影响因素，催化动力学分析、流动注射分析基本原理，催化动力学光度分析及其应用。使学生易于掌握重点知识内容。

2. 问题讨论法：老师提出“催化动力学分析法的实施依赖于什么？”这一问题，让学生思考并找到“对化学反应速率变化的敏感测量”这一答案的讨论过程，使学生很好地掌握催化动力学分析法的原理特征。

【学习要求】

1. 理解与掌握学习目标中的知识。

2. 积极参与问题讨论，查阅相关文献资料了解不同动力学方法的异同及原理。

3. 规范进行实验操作，认真记录实验数据并进行实验数据分析处理，总结出动力学分析法的影响因素。

【复习与思考】

1. 催化动力学分光光度法原理及灵敏度和选择性的因素分析。

2. 催化动力学光度法研究现状及发展方向。

【学习资源】

教材；文献数据库；线上慕课资源；图书资料。

模块六 定量分析实验方案的设计

【学习目标】

1. 学会定量分析实验方案的设计方法。

2. 初步掌握不同分析方法中。

【课程内容】

1. 分析方法的选择

2. 试样的初步测定

3. 取样量的确定

4. 实验方案的拟定

【重点、难点】

1. 重点：定量分析实验方案设计。

2. 难点：分析方法的选择、试样的初步测定和取样量的确定、实验方案的拟定。

【教学方法】

1. 讲授法：教师讲授定量分析实验方案设计的思路方法和依据以及注意事项，引导学生进行简单的定量设计实验。

2. 问题讨论法：学生以如何进行合理设计定量实验为目标问题展开讨论，同时讨论化学法和仪器分析法在定量实验当中的选择依据。

【学习要求】

1. 理解与掌握学习目标中的知识。
2. 积极参与问题讨论，参与到实验设计过程当中。

【复习与思考】

定量分析实验中的准确度、精密度、检出限的有效控制。

【学习资源】

教材；文献数据库；线上慕课资源；图书资料。

五、实践教学安排

本课程在理论学习的基础上，专门设置 3 个实验内容 14 个实践教学学时用于巩固理论知识，很好地提升学生的实践运用能力。具体实验情况如下表：

序号	实验项目名称	实验学时	实验类型	分组要求	开出要求	支撑课程目标
1	铬天青 S 分光光度法测定微量铝（铝的二元、三元络合物的比较）	4	基础型	2 人	必做	课程目标 1, 2, 3
2	邻二氮菲分光光度法测定铁方法评价指标	6	设计型	2 人	必做	课程目标 1, 2, 3
3	中性红褪色光度法测定痕量溴酸根实验条件优化	4	设计型	2 人	必做	课程目标 1, 2, 3
	合计	14				

实验 1. 铬天青 S 分光光度法测定微量铝（铝的二元、三元络合物的比较）

【实验目的】通过对铝的二元、三元络合物的实验比较，加深对生成多元配合物显色反应灵敏度高、对比度高、选择性好的特点的理解。

【实验原理】铬天青 S 分光光度法

【主要试剂及仪器设备】分光光度计、1cm 比色皿、电子天平、比色管等。

【内容提要】通过绘制 Al^{3+} -CAS 二元络合物及 Al^{3+} -CAS-CTAB 三元络合物的吸收曲线，比较两者的摩尔吸收系数及红移的波长值，并进行微量铝

的测定。

【实验安排】教师简要地讲解原理及注意事项，然后学生分 5-6 人一组进行实验。

【教学方法与手段】

讲授法：教师讲授铬天青 S 分光光度法测定微量铝的实验原理及方法，分光光度计使用方法，以及注意事项。

演示法：教师具体进行实验操作步骤，分光光度计的使用规则，学生按照教师演示方法，认真操作，完成实验课程。

【实验报告要求】按实验报告书写格式写（报告内容包括：实验目的、实验原理、试剂及仪器、实验步骤、数据记录及结果、注意事项、思考题等）。将实验数据及结果以表、图的形式列出。

实验 2. 邻二氮菲分光光度法测定铁方法评价指标

【实验目的】了解如何评价定量分析方法；掌握邻二氮菲分光光度法测定铁的评价指标（标准曲线的线性范围、灵敏度、检出限等 3 个指标）的测定。

【实验原理】邻二氮菲分光光度法测定铁

【主要试剂及仪器设备】分光光度计、1cm 比色皿、电子天平、比色管等。

【内容提要】配制铁（II）-邻二氮菲体系标准系列溶液，测定其有色溶液吸光度 A，绘制标准曲线，确定线性范围；由得到的一元线性回归方程 $A=kc+b$ ，k 为摩尔吸收系数，可表示方法的灵敏度；选 $0.1\mu\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$ 铁显色液及试剂空白，试剂空白测定 A 11 次， $0.1\mu\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$ 铁显色液测定 A 3 次，根据公式： $D_L=3S_bC/(X_C-X_b)$ 计算出检出限。

【实验安排】教师提前一周要求学生设计出绘制标准曲线的标准系列溶液铁的加入量，实验前进行讨论，确定实验方案，学生分组进行实验。

【教学方法与手段】

讲授法：教师讲授邻二氮菲分光光度法测定铁实验原理、仪器、试剂以及操作步骤和注意事项。以及实验数据的处理及分析方法。

演示法：教师具体进行实验演示操作，主要是分光光度计的使用和操作步骤，仪器的正确使用和日常维护。学生按照教师演示进行正确操作。

【实验报告要求】按实验报告书写格式写。将实验数据及结果以表、图的形式列出。

实验 3. 中性红褪色光度法测定痕量溴酸根实验条件优化

【实验目的】了解褪色光度法方法原理，掌握单因素变换法优化实验条

件的方法，掌握加标回收实验的方法。

【实验原理】中性红褪色光度法

【主要试剂及仪器设备】分光光度计，1cm比色皿，比色管等。

【内容提要】对测定波长、酸度、指示剂用量、褪色反应温度、褪色时间等利用单因素变换法进行优化。同时进行加标回收试验，计算回收率。

【实验安排】要求学生提前设计加标试验的方案及加标量，实验前共同讨论，学生分组进行实验。

【教学方法与手段】

讲授法：教师讲授中性红褪色光度法测定痕量溴酸根实验原理、方法、仪器、试剂以及实验数据处理，操作注意事项。实验条件测定波长、酸度、指示剂用量、褪色反应温度、褪色时间等利用单因素变换法进行优化方法。

演示法：教师演示分光光度计的正确使用和操作步骤，学生按照教师演示进行正确操作。

【实验报告要求】按实验报告书写格式写实验报告。将实验数据及结果以表、图的形式列出。

六、考核方式

(一) 考核方式

课程考核方式分为过程性考核与期末考核。

过程性考核方式包括学风养成、课堂表现、平时作业、实验报告。

期末考核采用闭卷考试。

(二) 考核方式与课程目标的关系

课程目标	考核内容及所占比例 (%)	考核方式
课程目标 1 (30%)	分析化学基础知识(70%) 环境保护理念(10%) 化学实验技能(20%)	学风养成、平时作业、课堂表现、期末考试
课程目标 2 (30%)	用化学知识分析问题的能力(70%) 利用理论知识解决实际问题的能力(30%)	平时作业、课堂表现、期末考试
课程目标 3 (40%)	将分析化学知识应用于工业分析的能力(70%) 利用理论知识解决工程问题的能力(30%)	实验报告、课堂表现、期末考试

七、成绩评定

(一) 评定方式

总成绩 = 过程性考核成绩 (50%) + 期末考核成绩 (50%)。

过程性考核成绩 = 学风养成 (20%) + 平时作业 (30%) + 操作技能 (30%) + 实验报告 (20%)。

(二) 评分标准

序号	课程目标	评价项目	评分标准				
			90-100	80-89	70-79	60-69	0-59
			优	良	中	及格	不及格
1	课程目标 1/2/3	操作技能	熟知实验流程，实验器材准备充分，实验操作规范，时间安排合理，实验数据准确。	熟知实验流程，实验器材准备妥当，实验操作规范，时间安排较合理，实验数据较准确。	实验流程不熟练，实验器材准备欠妥当、实验操作欠规范，时间安排欠合理，实验数据欠准确。	不清楚实验流程，实验器材准备欠妥，实验操作欠规范，时间安排欠合理，实验数据不准确或。	对实验流程一无所知，不能独立准备实验器材，实验操作不规范，时间安排不合理或不能进行实验操作。
2	课程目标 1/2	平时作业	作业内容完整，独立完成全部作业要求。书写端正，对问题有透彻的分析。	作业内容完整，独立完成作业要求。书写端正，但对问题分析较全面。	作业内容完整，独立完成全部作业要求，书写端正，没有对问题进行分析。	作业内容完整，独立完成作业要求。书写较凌乱，没有对问题进行分析。	作业内容不完整，没有达到作业要求。
3	课程目标 1	学风养成	积极参与，主动学习，按时完成任务，展现高度自律。	表现积极，按时提交作业，课堂参与度高，学习态度认真。	基本遵守纪律，按时完成度部分任务，课堂参与一般。	偶尔拖延，参与度和作业完成情况一般，需加强自律。	频繁缺勤，作业提交不及时，学习态度消极，缺乏参与。
4	课程目标 3	实验报告	严格按照老师示范方法正确进行实验操作，实验结果准确。实验报告完整，内容及原理步骤准确；数据处理合理、结果准确，完成误差计算及实验结果的分析。准确完成实验思考	按照老师示范方法进行实验操作，实验结果较准确。实验报告完整，内容及原理步骤准确；数据处理合理、结果较准确，完成误差计算及实验结果的分析。准确完成实验思考题；	基本按照老师示范方法进行实验操作，实验结果较准确。实验报告完整，内容及原理步骤准确；数据处理较合理、结果较准确，完成误差计算及实验结果的分析。实验思考题回答不	不按照老师示范方法进行实验操作，实验结果较准确。实验报告完整，内容及原理步骤较准确；数据处理基本合理、结果较准确，误差计算及实验结果的分析较欠。实验思考题回	不按照老师示范方法进行实验操作，实验结果不准确。无实验报告或实验报告不完整，内容及原理步骤较准确；不会进行数据处理，不进行误差计算及实验结果的分析。不能对实验

			题；能够主动对实验数据结果及过程中存在的问题进行小组讨论，并合理的分析数据及问题，撰写讨论结果。	能够对实验数据结果及过程中存在的问题进行小组讨论，较合理的分析数据及问题，撰写讨论结果。	完整；能够对实验数据结果及过程中存在的问题进行小组讨论，但分析数据及问题不深入。讨论结果简单。	不完整；小组讨论较少，分析数据及问题不深入。讨论结果简单。	进行分析，实验思考题回答不准确；不参与小组讨论。
5	课程目标 1/2/3	期末 考核	详见期末考试评分细则				

八、选用教材

教材名称	编者	出版社	出版时间	是否马工程教材	备注
分析化学（第六版）上册	武汉大学.	高等教育出版社	2016.12	否	
分析化学实验（第四版）	华中师范大学， 东北师范大学， 陕西师范大学， 北京师范大学， 西南大学	高等教育出版社	2011.6	否	

九、主要参考书目

华中师范大学，东北师范大学，陕西师范大学，北京师范大学，西南大学.分析化学实验（第四版）.北京：高等教育出版社.2011.6

十、课程学习建议

关注行业动态，养成文献阅读的习惯，了解国内外分析行业方面的发展趋势及最新动向，培养独立分析问题的能力，以解决工业分析质量控制方面的实际工程问题。



应用化学专业

《应用波谱分析》

课程大纲

晋中学院化学化工系

2023年9月

《应用波谱分析》课程大纲

一、课程信息

课程名称	应用波谱分析 / Application of spectral analysis		
课程编码	230910902C	适用专业	应用化学
先修课程	有机化学、分析化学、仪器分析	修读学期	第六学期
课程类别	模块一 工业分析	课程性质	<input type="checkbox"/> 必修 <input checked="" type="checkbox"/> 选修
课程学分	32	考核方式	<input type="checkbox"/> 考试 <input checked="" type="checkbox"/> 考查
课程学时	32 学时（理论学时 32，实践学时 0）		
执笔人	高玲玲	审核人	张保柱

二、课程简介

本课程是继《有机化学》、《仪器分析》课程后的一门专业课程，将原来分散于物理化学、仪器分析、有机化学和无机化学体系中关于微观结构测定的原理、仪器构造、实验方法和具体应用等内容为一体而建立的教学课程新体系。目的是使化学系本科生学习本课程后，可以利用谱学手段对未知物进行初步的结构表征并应用于科学实践研究中。基于上述目的，本课程在一般四谱（紫外与可见光谱、红外光谱、核磁共振、质谱）的基础上，增加了拉曼光谱、旋光光谱与圆二色光谱、X-射线衍射等结构分析方法。结合一些科学新知识，以便开阔学生视野，了解学科新动向。

三、课程目标

（一）课程目标

通过本课程的学习，学生可以达到以下目标：

课程目标 1：通过《应用波谱分析》的教学，使学生对波谱分析的基本原理、仪器构造工作原理、图谱测绘方法及解析技能有全面系统的了解。【毕业要求 3：设计/开发解决方案】

课程目标 2：让学生掌握有机结构分析的重要手段，并运用于基础理论的探讨和应用科学的研究中，真实反映分子的微观结构和物质的组成。【毕业要求 7：环境和可持续发展】

课程目标 3：突出本课程实用性强的特点，强调基本概念的掌握并注重应用于实际，力求学生能学以致用。【毕业要求 11：项目管理】

(二) 课程目标与毕业要求的关系

课程目标	支撑的毕业要求	支撑的毕业要求指标点
课程目标 1	毕业要求 3 【设计/开发解决方案】	3.2 能够对应用化学中的专业知识对设计方案进行综合与评价，并体现创新意识。
课程目标 2	毕业要求 7 【环境和可持续发展】	7.2 能够站在社会可持续发展的角度思考应用化学工程实践的可持续性，评价产品周期中可能对人类和环境造成的损害和隐患。
课程目标 3	毕业要求 11 【项目管理】	11.2 了解化工工程及环保产品全周期、全流程的成本构成，能够在多学科环境中将工程管理原理与经济决策方法用于化工工程设计及工艺的优化。

四、课程内容

(一) 课程内容与课程目标的关系

课程内容	支撑的课程目标	教学方法	学时安排
模块一 绪论	课程目标 1	课堂讲授法、自主学习法	2
模块二 紫外光谱法	课程目标 1, 2, 3	课堂讲授法、自主学习法	6
模块三 红外光谱和拉曼光谱法	课程目标 1, 2, 3	课堂讲授法、自主学习法	6
模块四 ^1H 核磁共振	课程目标 1, 2, 3	课堂讲授法、自主学习法	4
模块五 ^{13}C 核磁共振与二维核磁共振	课程目标 1, 2, 3	课堂讲授法、自主学习法	4
模块六 质谱法	课程目标 1, 2, 3	课堂讲授法、自主学习法	4
模块七 波谱综合解析	课程目标 1, 2, 3	课堂讲授法、自主学习法	2
模块八 旋光光谱和圆二色谱*	课程目标 1, 2, 3	课堂讲授法、自主学习法	2
模块九 X 射线衍射法*	课程目标 1, 2, 3	课堂讲授法、自主学习法	2
合计			32

(二) 课程内容

模块一 绪论

【学习目标】

了解波谱分析的概念、内容和一些术语。

【课程内容】

- 1.1 波谱分析及其应用
- 1.2 电磁辐射与电磁波谱
- 1.3 波谱的产生

【重点、难点】

1. 重点：电磁波与波谱；分子不饱和度的计算；波谱实验中对样品的要求。
2. 难点：电磁波与波谱；分子不饱和度的计算；波谱实验中对样品的要求。

【教学方法】

课堂讲授法：

1. 通过多媒体视频展现出波谱的发展历史和发展趋势；
2. 讲授波谱学科的研究对象、内容及应用。

【学习要求】

(1) 了解波谱基本知识，药物合成反应学科的研究对象、内容、任务和作用；

(2) 具备运用所学的知识对波谱有初步理解。

【复习与思考】

1. 了解波谱的发展趋势；
2. 思考波谱实验中对样品的要求。

【学习资源】

教材：

《波谱原理及解析》常建华，董绮功编著，科学出版社，2007年6月

主要参考书：

《有机化合物的光谱鉴定》唐恢同编，北京大学出版社，1992

《谱学导论》范康年等编，高等教育出版社，2001

《波谱分析法》于世林，李寅蔚等编，重庆大学出版社，1994

《现代有机分析》余仲建，李松兰等编，天津科学技术出版社，1994

模块二 紫外光谱法

【学习目标】

1. 掌握分子中电子能级及电子跃迁规律， σ 、 π 、 n 轨道及 $\sigma \rightarrow \sigma^*$ 、 $n \rightarrow \sigma^*$ 、 $\pi \rightarrow \pi^*$ 、 $n \rightarrow \pi^*$ 跃迁与分子结构的关系，电子跃迁产生的吸收带波长及其光谱特征；
2. 掌握分子结构变化及取代基、共轭体系对吸收光谱的影响；
3. 各类有机化合物的紫外吸收光谱特征、共轭二烯、 α 、 β 不饱和羰基化合物及酰基苯衍生物的 K 吸收带波长计算方法；
4. 紫外吸收光谱测定有机化合物结构的方法。

【课程内容】

- 2.1 紫外光谱的基本原理
- 2.2 紫外光谱仪和实验方面的一些问题
- 2.3 各类化合物的紫外吸收光谱
- 2.4 紫外光谱中的几个经验规则
- 2.5 紫外吸收光谱的应用

【重点、难点】

1. 重点：比较有机化合物和无机化合物各种电子跃迁类型所产生吸收带特点应用；紫外-可见吸收光谱的应用；共轭体系的判断，骨架的推定，构型与构象的测定；各类有机化合物的紫外吸收光谱特征及吸收带波长计算。
2. 难点：比较有机化合物和无机化合物各种电子跃迁类型所产生吸收带特点应用；紫外-可见吸收光谱的应用；共轭体系的判断，骨架的推定，构型与构象的测定；各类有机化合物的紫外吸收光谱特征及吸收带波长计算。

【教学方法】

课堂讲授法：

1. 讲授紫外光谱法的基本原理、紫外仪器的构造，讨论紫外光谱在化学、生物、医药学等领域的应用；
2. 通过多媒体实例演示紫外波谱的基本操作步骤与实验过程；
3. 案例教学，通过案例分析讲解紫外光谱在实际中的应用；
4. 课堂讨论：紫外光谱法的新技术和新发展。

【学习要求】

- (1) 初步了解紫外光谱法的基本原理；
- (2) 初步具备运用所学的知识进行紫外光谱的研究。

【复习与思考】

1. 紫外光谱的操作方法；

2. 思考如何从光谱图中提取有效信息。

【学习资源】

《有机化合物的光谱鉴定》唐恢同编，北京大学出版社，1992

《谱学导论》范康年等编，高等教育出版社，2001

《波谱分析法》于世林，李寅蔚等编，重庆大学出版社，1994

《现代有机分析》余仲建，李松兰等编，天津科学技术出版社，1994

模块三 红外光谱和拉曼光谱法

【学习目标】

1. 掌握红外光谱的基本概念与原理；
2. 红外吸收光谱产生的条件及吸收的位置、峰数、峰强取决于哪些因素；
3. 掌握主要有机化合物的红外吸收光谱特征、吸收频率与基团的关系；
4. 掌握影响基团吸收带位置和强度的因素；
5. 能确定八个主要光谱区域，并能鉴别在这些区域里引起键振动的类型；
6. 能利用红外吸收光谱鉴别各种异构体，并且能够解析简单化合物的结构；
7. 掌握红外吸收光谱的实验技术；
8. 了解红外光谱在有机药物结构分析中的应用；
9. 紫外光谱和红外光谱相结合，鉴定有机化合物的结构。

【课程内容】

- 3.1 概述
- 3.2 红外光谱基本原理
- 3.3 红外光谱仪
- 3.4 试样的调制
- 3.5 有机化合物基团的特征吸收
- 3.6 无机物及配位化合物的红外光谱
- 3.7 影响基团吸收频率的因素
- 3.8 红外定量分析
- 3.9 红外光谱图的解析
- 3.10 拉曼光谱法简介

【重点、难点】

重点：

1. 基本原理、光谱选律、振动形式；八个主要光谱区域的确定；
2. 诱导效应、共轭效应、空间效应、氢键效应、场效应、空间位阻、环

张力；

3. 饱和烃类、烯烃类、芳香族、羰基（酮、醛、羧酸、）醇、胺等有机化合物的特征频率；

4. 特征官能团基频峰的确证，红外光谱图的解析。

难点：

1. 基本原理、光谱选律、振动形式；八个主要光谱区域的确定；

2. 诱导效应、共轭效应、空间效应、氢键效应、场效应、空间位阻、环张力；

3. 饱和烃类、烯烃类、芳香族、羰基（酮、醛、羧酸、）醇、胺等有机化合物的特征频率；

4. 特征官能团基频峰的确证，红外光谱图的解析。

【教学方法】

课堂讲授法：通过多媒体讲授红外光谱和拉曼光谱的基本原理、方法，实验技术。

【学习要求】

(1) 初步了解分子光谱学的基本理论；

(2) 初步学会在红外光谱的实际操作，学会样品制备、数据采集和处理；

(3) 鼓励学生阅读相关文献，了解红外光谱和拉曼光谱在实际科研和工业中的应用。

【复习与思考】

1. 识别光谱的基本特征；

2. 思考如何进行样品采集。

【学习资源】

《有机化合物的光谱鉴定》唐恢同编，北京大学出版社，1992

《谱学导论》范康年等编，高等教育出版社，2001

《波谱分析法》于世林，李寅蔚等编，重庆大学出版社，1994

《现代有机分析》余仲建，李松兰等编，天津科学技术出版社，1994

模块四 1H 核磁共振

【学习目标】

1. 掌握核磁共振波谱的基本原理；

2. 掌握化学位移概念及屏蔽效应的原理；

3. 掌握影响化学位移的因素；

4. 了解自旋—自旋偶合机理；

5. 了解耦合常数的影响因素；
6. 了解自旋体系的分类和一级图谱特点；
7. 掌握 ^1H NMR 在有机化合物结构分析中的应用；
8. 了解核磁共振的基本实验技术；
9. 具备应用核磁共振谱解析一般化合物结构的能力。

【课程内容】

- 4.1 概述
- 4.2 核磁共振基本原理
- 4.3 核磁共振仪简介
- 4.4 化学位移
- 4.5 各类质子的化学位移
- 4.6 自旋偶合
- 4.7 核磁共振图谱的类型
- 4.8 NMR 若干实验技术问题
- 4.9 ^1H NMR 图说解析实例及应用实例

【重点、难点】

1. 重点：核磁共振产生的条件及基本原理、表达式的意义；影响化学位移的各种因素；各类化合物的化学位移；傅立叶变换波谱仪的基本原理及特点；图谱解析及结构分析。

2. 难点：核磁共振产生的条件及基本原理、表达式的意义；影响化学位移的各种因素；各类化合物的化学位移；傅立叶变换波谱仪的基本原理及特点；图谱解析及结构分析。

【教学方法】

课堂讲授法：

通过课堂讲解核磁共振原理，介绍解释核磁共振的基本原理，引用权威来源，如《医学影像技术学》（人民卫生出版社）或相关医学影像学教材，以增强理论教学的可信度。讲授核磁共振设备的结构和工作原理，通过多媒体展示核磁共振的基本操作。

【学习要求】

(1) 了解核磁共振仪器的整体结构，包括主磁场系统、射频脉冲系统、信号检测系统等关键部件；理解 ^1H 原子核在核磁共振中的特殊性和重要性；

(2) 学习 ^1H 核磁共振实验的基本原理和操作流程，包括样品的制备、线圈的选择与放置、扫描参数的设置等。理解不同扫描模式（如平扫、增强扫描等）的特点和应用场景。

【复习与思考】

1. 复习 ^1H 核磁共振的基本理论知识；
2. 利用百度文库、E 书联盟等在线平台获取核磁共振学习资料和视频教程。观看核磁共振实验操作的演示视频，加深对实验步骤和技巧的理解。

【学习资源】

《有机化合物的光谱鉴定》唐恢同编，北京大学出版社，1992

《谱学导论》范康年等编，高等教育出版社，2001

《波谱分析法》于世林，李寅蔚等编，重庆大学出版社，1994

《现代有机分析》余仲建，李松兰等编，天津科学技术出版社，1994

模块五 ^{13}C 核磁共振与二维核磁共振

【学习目标】

1. 掌握 ^{13}C 核磁共振波谱的基本原理；
2. 掌握 ^{13}C NMR 光谱的特点；
3. 掌握 ^{13}C 化学位移的影响因素；
4. 了解 ^{13}C NMR 的种类和实验技术；
5. 掌握 ^{13}C NMR 在结构分析中的应用。

【课程内容】

5.1 ^{13}C 核磁共振的基本原理

5.2 ^{13}C NMR 的测定方法

5.3 ^{13}C NMR 参数

5.4 各类碳的化学位移

5.5 ^{13}C NMR 的解析及应用

5.6 二维核磁共振简介

【重点、难点】

1. 重点： ^{13}C 核磁共振产生的条件及基本原理； ^{13}C 影响化学位移的各种因素；各类化合物的化学位移； ^{13}C 核磁共振的特殊实验技术； ^{13}C 图谱解析及结构分析。

2. 难点： ^{13}C 核磁共振产生的条件及基本原理； ^{13}C 影响化学位移的各种因素；各类化合物的化学位移； ^{13}C 核磁共振的特殊实验技术； ^{13}C 图谱解析及结构分析。

【教学方法】

课堂讲授法：讲授核磁共振原理：介绍核磁共振的基本原理，包括原子核的磁性、磁场中的能级分裂、射频辐射的激发与弛豫等过程。特别要强调

^{13}C 原子核的特殊性，如其自然丰度低、磁矩小等。 ^{13}C 核磁共振特点：阐述 ^{13}C 核磁共振相比于其他核（如 ^1H ）的优缺点，如灵敏度低但化学位移范围大、分辨率高等。同时，介绍 ^{13}C 核磁共振在有机化学、生物化学等领域的应用价值。

【学习要求】

- (1) 识别谱图中的峰；
- (2) 结合其他信息（如质子宽带去耦、偏共振去耦等）推断化合物的结构信息。

【复习与思考】

- (1) 识别谱图中的峰；
- (2) 结合其他信息（如质子宽带去耦、偏共振去耦等）推断化合物的结构信息。

【学习资源】

《有机化合物的光谱鉴定》唐恢同编，北京大学出版社，1992

《谱学导论》范康年等编，高等教育出版社，2001

《波谱分析法》于世林，李寅蔚等编，重庆大学出版社，1994

《现代有机分析》余仲建，李松兰等编，天津科学技术出版社，1994

模块六 质谱法

【学习目标】

1. 掌握质谱法的基本原理，了解不同质量的阳离子在质谱中分离的原因；
2. 了解质谱中的离子类型，正确识别分子离子并根据同位素峰确定分子式；
3. 初步了解离子的断裂机理和影响离子断裂的因素；
4. 掌握阳离子的开裂类型，并能应用开裂规律；初步解析一些主要类型化合物的质谱；
5. 了解各类常见有机化合物的质谱特征；了解利用亚稳峰确定开裂过程；
6. 了解质谱解析的一般过程，并根据质谱数据推断化合物结构；
7. 初步了解色谱-质谱联用技术。

【课程内容】

6.1 仪器及原理

6.2 质谱裂解表示法

6.3 裂解方式及机理

6.4 质谱中离子的类型

6.5 各类化合物的质谱

6.6 质谱的解析

【重点、难点】

1. 重点：离子源的基本原理、特点及适应性；质谱分析仪器的基本结构、分析原理、特点及适用性；离子的碎裂机理及规律；质谱图的解析。

2. 难点：离子源的基本原理、特点及适应性；质谱分析仪器的基本结构、分析原理、特点及适用性；离子的碎裂机理及规律；质谱图的解析。

【教学方法】

课堂讲授法：

讲授质谱法基本原理：阐述质谱法的基本原理，即应用多种离子化技术将物质分子转化为气态粒子，并按质荷比大小进行分离并记录其信息，从而进行物质成分及结构分析的方法。强调质谱法在高真空系统中进行，以减少离子碰撞损失的重要性。质谱仪的基本结构：介绍质谱仪的组成部分，包括真空系统、样品导入系统、离子源、质量分析器、离子检测系统以及计算机控制及数据处理系统等。

【学习要求】

(1) 熟悉质谱技术的基本原理，包括电离过程（如电子轰击电离 EI、化学电离 CI 等）、离子分离（如四极杆、飞行时间 TOF 等质量分析器的原理）、检测与记录等关键步骤；

(2) 熟悉质谱技术中的专业术语，如质荷比(m/z)、分辨率、灵敏度、信号噪声比等；

(3) 了解质谱仪的基本结构，包括离子源、质量分析器、检测器等核心部件及其功能。

【复习与思考】

1. 重新梳理质谱技术的基本原理，包括电离、质量分离、检测和记录等关键步骤。确保对这些步骤的理解清晰且准确；

2. 回顾质谱技术在不同领域的应用实例，如药物分析、环境监测、食品安全等。同时，关注质谱技术的最新发展动态和技术创新点。

【学习资源】

《有机化合物的光谱鉴定》唐恢同编，北京大学出版社，1992

《谱学导论》范康年等编，高等教育出版社，2001

《波谱分析法》于世林，李寅蔚等编，重庆大学出版社，1994

《现代有机分析》余仲建，李松兰等编，天津科学技术出版社，1994

模块七 波谱综合解析

【学习目标】

1. 了解有机化合物结构分析的一般程序；
2. 了解由相对分子质量和元素分析数据推测化合物分子式的基本方法；
3. 能够运用所学的波谱知识，进行有机化合物的结构分析。

【课程内容】

7.1 波谱数据综合分析步骤

7.2 综合解析实例

【重点、难点】

1. 重点：各种谱图解析的要点；四大波谱共同解析表征未知化合物的结构。
2. 难点：各种谱图解析的要点；四大波谱共同解析表征未知化合物的结构。

【教学方法】

课堂讲授法：

讲授理论讲解，系统讲解紫外光谱、红外光谱、核磁共振波谱（包括氢谱和碳谱）及质谱等波谱技术的基本原理、仪器结构及应用范围。

详细介绍各类有机化合物的典型谱图特征，帮助学生建立波谱图与化合物结构之间的关联。

计算机辅助教学：

利用多媒体教学工具展示波谱图，结合动画和模拟实验，增强学生的直观感受和理解。引入波谱解析软件，让学生在计算机上模拟解析过程，提高实践操作能力。

【学习要求】

- (1) 理解波谱分析的基本原理、仪器结构及应用范围；
- (2) 熟悉各类有机化合物的典型谱图特征，能够准确识别并解释谱图中的关键信息；
- (3) 初步学会使用解析软件进行数据处理和分析的方法。

【复习与思考】

1. 回顾各类波谱技术的基本原理、仪器结构及应用范围。总结各类有机化合物的典型谱图特征及其与化合物结构之间的关系。复习波谱综合解析的基本步骤和注意事项，如数据收集、谱图解析、结构推断等；

2. 思考如何将波谱综合解析技术应用于实际生产和科研中，解决复杂有机化合物的结构鉴定问题。

【学习资源】

《有机化合物的光谱鉴定》唐恢同编，北京大学出版社，1992

《谱学导论》范康年等编，高等教育出版社，2001

《波谱分析法》于世林，李寅蔚等编，重庆大学出版社，1994

《现代有机分析》余仲建，李松兰等编，天津科学技术出版社，1994

模块八 旋光光谱和圆二色谱

【学习目标】

1. 了解旋光光谱和圆二色光谱产生的基本原理；
2. 了解 ORD、CD 和 UV 之间的关系；
3. 了解化合物的 ORD 和 CD 谱；
4. 了解测定手性化合物的构型和构象。

【课程内容】

8.1 基本原理

8.2 各类化合物的 ORD、CD 谱

8.3 旋光谱和圆二色光谱的应用

【重点、难点】

1. 重点：旋光光谱和圆二色光谱的基本原理；旋光光谱和圆二色光谱和紫外光谱三者之间的关系；旋光光谱和圆二色光谱的应用。

2. 难点：旋光光谱和圆二色光谱的基本原理；旋光光谱和圆二色光谱和紫外光谱三者之间的关系；旋光光谱和圆二色光谱的应用。

【教学方法】

课堂讲授法：

讲授理论讲解，基本原理：详细介绍旋光光谱和圆二色谱的基本原理，包括旋光现象、圆二色现象的产生机制及其与分子结构的关系。

仪器结构：展示旋光光谱仪和圆二色谱仪的主要组成部分，如光源、单色器、样品池（室）、检测器和数据处理系统等，并解释各部分的功能和工作原理。讲解如何解析旋光谱图和圆二色性谱图，特征峰的识别。

【学习要求】

- (1) 旋光光谱和圆二色谱的基本原理和仪器结构；
- (2) 理解旋光度和圆二色性参数的定义；
- (3) 初步学会分析实验结果，解释实验现象。

【复习与思考】

1. 回顾旋光光谱和圆二色谱的基本原理、仪器结构、数据处理方法等内

容；总结实验操作步骤和注意事项，确保在考试中能够准确作答；

2. 思考旋光光谱和圆二色谱在哪些领域具有潜在的应用价值？分析实验过程中可能遇到的误差来源，并提出减少误差的方法。

【学习资源】

《有机化合物的光谱鉴定》唐恢同编，北京大学出版社，1992

《谱学导论》范康年等编，高等教育出版社，2001

《波谱分析法》于世林，李寅蔚等编，重庆大学出版社，1994

《现代有机分析》余仲建，李松兰等编，天津科学技术出版社，1994

模块九 X 射线衍射法

【学习目标】

1. 了解几何晶体学的基本知识；
2. 初步掌握晶体产生 X 射线衍射的基本原理；
3. 了解收集衍射数据的两类方法；
4. 初步了解 X 射线衍射的应用。

【课程内容】

9.1 几何晶体学简介

9.2 X 射线晶体学基础

9.3 X 射线衍射的应用

【重点、难点】

1. 重点：X 射线晶体学基础；X 射线的发生及性质；X 射线衍射的应用。
2. 难点：X 射线晶体学基础；X 射线的发生及性质；X 射线衍射的应用。

【教学方法】

课堂讲授法：

讲授理论讲解，基本原理：阐述 X 射线衍射的基本原理，包括 X 射线的产生、与物质的相互作用（如相干散射）、布拉格定律等。讲解晶体结构的基本知识，如晶格、晶胞、晶面等概念，以及它们与 X 射线衍射之间的关系。

仪器结构：介绍 X 射线衍射仪的基本结构，包括 X 射线源、测角仪、探测器、控制系统等部分。讲解各部分的功能和工作原理，特别是测角仪如何精确控制 X 射线和样品的相对位置。衍射花样：解释不同样品（如粉末样品、单晶样品）在 X 射线衍射下产生的衍射花样特征。分析衍射峰的位置、强度和形状与样品晶体结构之间的关系。

【学习要求】

- (1) 理解 X 射线衍射的基本原理，包括 X 射线的性质、与物质的相互

作用机制（特别是相干散射）、布拉格定律等；

（2）了解 X 射线衍射仪的基本结构和工作原理，包括 X 射线源、测角仪、探测器等关键部件的功能和作用；

（3）初步学会使用 X 射线衍射软件进行数据处理和分析的方法。

【复习与思考】

1. 重新回顾 X 射线衍射的基本原理，包括 X 射线的产生、性质、与物质的相互作用（特别是相干散射）以及布拉格定律；

2. 复习如何识别和处理 X 射线衍射图谱，包括特征峰的识别、噪声的去除、数据平滑等。

【学习资源】

《有机化合物的光谱鉴定》唐恢同编，北京大学出版社，1992

《谱学导论》范康年等编，高等教育出版社，2001

《波谱分析法》于世林，李寅蔚等编，重庆大学出版社，1994

《现代有机分析》余仲建，李松兰等编，天津科学技术出版社，1994

五、实践教学安排

通过科研实验室现有的波谱分析仪器实践操作以及观看波谱操作视频使得学生对波谱分析有一定的了解。

六、考核方式

（一）考核方式

课程考核方式分为过程性考核和期末考核。

过程性考核指平时成绩，包括学风养成、课堂表现、平时作业等。

期末考核采用闭卷考试。

（二）考核方式与课程目标的关系

课程目标	考核内容及所占比例（%）	考核方式
课程目标 1 (40%)	波谱的基本概念和基本理论知识： 100%	课堂表现、期末考试、学风养成
课程目标 2 (40%)	波谱操作等综合能力评估：100%	课堂表现、期末考试、学风养成
课程目标 3 (20%)	波谱相关应用：100%	课堂表现、期末考试、学风养成

七、成绩评定

(一) 评定方式

总成绩 = 过程性考核成绩 (50%) + 期末考核成绩 (50%)。

过程性考核成绩 = 课堂表现 (30%) + 平时作业 (40%) + 学风养成 (30%)。

(二) 评分标准

序号	课程目标	评价项目	评分标准				
			90-100	80-89	70-79	60-69	0-59
			优	良	中	及格	不及格
1	课程目标 1	课堂表现	认真听课，积极互动，主动讨论，发言积极。	上课较认真，互动较积极，发言次数较多。	上课能作一点笔记，互动有一定自主性，能够发言。	上课不太认真，有互动但不多，很少发言。	听课很不认真，不互动也不发言。
2	课程目标 1/2/3	平时作业	按时完成作业，书写整齐，内容完整，没有少题、漏题，过程合理，结果正确。	按时完成作业，书写较为整齐，内容基本完整，没有故意的少题、漏题，少数结果有误。	按时完成作业，书写不太整齐，过程模糊，部分结果有误。	催交，或书写不太整齐，过程模糊，大部分结果有误。	作业内容不完整，没有达到作业要求。
3	课程目标 2	学风养成	主动学习，积极参与，按时完成任务，不缺勤、不迟到早退，展现高度自律。	表现积极，按时提交作业，课堂参与度高，学习态度认真。	基本遵守纪律，按时完成部分任务，课堂参与一般。	偶尔拖延，参与度和作业完成情况一般，需加强自律。	缺勤较多，作业提交不及时，学习态度消极，缺乏参与。
4	课程目标 1/2/3	期末考核	详见期末试题评分标准				

八、选用教材

教材名称	编者	出版社	出版时间	是否马工程教材	备注
《波谱原理及解析》	常建华，董绮功	科学出版社	2007年6月	否	十一五国家级规划教材

九、主要参考书目

《有机化合物的光谱鉴定》唐恢同编，北京大学出版社，1992

《谱学导论》范康年等编，高等教育出版社，2001

《波谱分析法》于世林，李寅蔚等编，重庆大学出版社，1994

《现代有机分析》余仲建，李松兰等编，天津科学技术出版社，1994

十、课程学习建议

1. 建议学生课后复习有机化学相关课程为学好波谱学做准备；
2. 学习使用专业化学软件查阅波谱学相关文献。



应用化学专业

《工业分析化学》

课程大纲

晋中学院化学化工系

2023年8月

《工业分析化学》课程大纲

一、课程信息

课程名称	工业分析化学 / Industrial Analytical Chemistry		
课程编码	230910903C	适用专业	应用化学
先修课程	有机化学、无机化学、分析化学	修读学期	第六学期
课程类别	模块一 工业分析	课程性质	<input type="checkbox"/> 必修 <input checked="" type="checkbox"/> 选修
课程学分	2	考核方式	<input type="checkbox"/> 考试 <input checked="" type="checkbox"/> 考查
课程学时	32 学时（理论学时 18，实践学时 14）		
执笔人	李玉霞	审核人	张保柱

二、课程简介

《工业分析化学》课程是应用化学专业的一门专业选修课程，是综合多门学科知识，进行分析方法的实际应用和研究，操作技能训练的一门专业技术学科。工业分析化学涉及面宽、实践性强、应用范围广泛；它集生产、管理、鉴定、评价于一身，承当监测、检测、技术管理及生产指导任务，通过本课程的学习，为学生将来就业，快速适应工作岗位的要求提供一定的帮助。使学生熟练地掌握分析化学的实验方法和基本操作技能，掌握工业分析一般的程序，具有一定的设计和创新能力，分析问题、解决问题和独立工作的能力，能对各种分析方法进行科学评价并根据实际要求选择或修改分析方案。

三、课程目标

（一）课程目标

通过本课程的学习，使学生具备以下能力：

课程目标 1：能对各种分析方法的基本原理、方法特点及仪器设备有全面的理解和掌握。【毕业要求 1：工程知识】

课程目标 2：具备各种分析方法、各种分析仪器的实验操作和技能的动

手能力。【毕业要求 3：设计开发解决方案】

课程目标 3：能对实际工业样品进行分析方法的设计，优化分析方案和条件，减免测定误差，降低分析成本提高分析准确度和精密度，提高项目管理能力、分析问题和解决问题的能力。【毕业要求 11：项目管理】

（二）课程目标与毕业要求的关系

课程目标	支撑的毕业要求	支撑的毕业要求指标点
课程目标 1	毕业要求 1 【工程知识】	1.2 能用数学、自然科学、工程基础和专业知识建立复杂精细化学工程问题的解决途径。
课程目标 2	毕业要求 3 【设计开发解决方案】	3.2 能够对应用化学中的专业知识对设计方案进行综合与评价，并体现创新意识。
课程目标 3	毕业要求 11 【项目管理】	11.2 了解化工工程及环保产品全周期、全流程的成本构成，能够在多学科环境中将工程管理原理与经济决策方法用于化工工程设计及工艺的优化。

四、课程内容

（一）课程内容与课程目标的关系

课程内容	支撑课程目标	教学方法	学时安排		
			讲授	实验	小计
模块一 工业分析基础	课程目标 1	讲授、自主学习、实验	2	2	4
模块二 试样的采集、制备与分解	课程目标 1	讲授、问题学习	2	0	2
模块三 工业用水和工业废水分析	课程目标 1, 2, 3	讲授、问题学习	2	0	2
模块四 冶金工业分析	课程目标 1, 2, 3	讲授、讨论法、实验	2	6	8
模块五 化工生产分析	课程目标 1, 2, 3	讲授、问题学习、实验	2	3	5
模块六 肥料分析	课程目标 1, 2, 3	讲授、问题学习、实验	2	3	5
模块七 气体分析	课程目标 1, 2, 3	讲授、问题学习	2	0	2
模块八 硅酸盐分析	课程目标 1, 2, 3	讲授、讨论法	2	0	2
模块九 石油及石油产品分析	课程目标 1, 2, 3	讲授、问题学习	2	0	2
合计			18	14	32

（二）课程内容

模块一 工业分析基础

【学习目标】

1. 能够掌握工业分析的任务、作用；
2. 能熟悉分析方法标准的种类及适用范围；
3. 能熟悉工业分析方法的分类、工业分析项目内容。

【课程内容】

1. 工业分析的任务和作用
2. 工业分析的对象和特点
3. 工业分析项目
4. 工业分析方法
5. 质量检验的方式和步骤

【重点、难点】

1. 重点：工业分析研究的对象和特点。
2. 难点：方法标准的种类。

【教学方法】

1. 课堂讲授法：教师结合目录展开，讲授工业分析的概况，任务和作用意义，以表面活性剂工业生产过程的分析为例，激发学生对该课程的兴趣。
2. 自主学习法：引导学生学会查阅文献，积极主动的了解本学科研究的热点、难点问题，建立学习兴趣。
3. 实验教学：工业分析实验室基本知识，2 课时。

【学习要求】

1. 理解与掌握学习目标中的知识。
2. 认识到工业分析在实际生产过程中的地位及意义，起到产品生产过程中眼睛的作用。

【复习与思考】

1. 工业分析主要项目物理性能、水分测定、灰分和灼烧失量测定、pH 值和酸碱度、元素和化合物的分析测定方法。
2. 质量检验的方式与步骤。

【学习资源】

教材；文献数据库；线上慕课资源；图书资料。

模块二 工业样品的采集、制备和分解

【学习目标】

1. 能够掌握工业样品采用原则及基本要求；
2. 能熟悉采样的一些基本术语；
3. 学会试样制品的基本程序及样品的保存；
4. 能熟悉试样的分解方法。

【课程内容】

1. 样品的采集：固体样品、液体样品、气体样品的采集
2. 试样的制备
3. 试样的分解
4. 其他分解方法

【重点、难点】

1. 重点：试样的采样方法和试样的制备。
2. 难点：湿法分解的一般原理。

【教学方法】

1. 课堂讲授法：教师详细讲授工业分析样品的采集、制备及分解主要方法及程序规则和要求。
2. 讨论学习法：学生针对样品处理各个环节注意事项进行讨论，加深理解授课内容。

【学习要求】

1. 理解与掌握学习目标中的知识。
2. 查阅相关文献资料，了解工业社会发展现状及分析方法的发展趋势。

【复习与思考】

1. 采样对样品质量检测的影响，采样注意事项；
2. 样品处理方法对测试结果的影响。

【学习资源】

教材；文献数据库；线上慕课资源；图书资料。

模块三 工业用水与工业污水分析

【学习目标】

1. 熟悉水质指标的概念和分类。
2. 掌握工业用于各指标检测方法原理及注意事项。

【课程内容】

1. 工业用水分析：pH 值测定，浊度测定，悬浮固形物和溶解固形物的测定，氯化物的测定、硫酸盐的测定、溶解氧的测定。
2. 工业废水分析：高氯废水中化学需氧量的测定，挥发酚的测定，铬的

测定，铅的测定，镉的测定，汞的测定，氰化物的测定。

【重点、难点】

1. 重点：常见分析项目的测定原理及注意事项。
2. 难点：氰化物含量测定、铜含量测定时的注意事项。

【教学方法】

1. 课堂讲授法：教师讲授工业用水与工业污水的区别及各项分析指标原理及方法。

2. 问题学习法：学生提出“为什么重金属铅、镉、汞和氰化物检测对水质影响非常大？规范要求限量指标是如何规定的？”问题，引导学生积极主动的了解工业污水检测的重要性，带着问题去学习，让学习和思考相互进行，找出解决的方法。

【学习要求】

1. 理解与掌握学习目标中的知识。
2. 查阅相关文献资料，了解工业用水现状及水污染情况。

【复习与思考】

回顾工业污水和用水检测指标及分析方法。

【学习资源】

教材；文献数据库；线上慕课资源；图书资料。

模块四 冶金工业分析

【学习目标】

1. 能够掌握铁矿石中全铁的测定和铜矿石中铜的测定。
2. 能够掌握钢铁中碳、硫的测定方法原理。
3. 能熟悉钢铁中的主要化学成分及钢铁材料的分类。

【课程内容】

1. 金属矿石分析
2. 铁矿石中全铁的测定
3. 铜矿石中铜的测定
4. 锰矿石中锰的测定
5. 锌矿石中锌的测定
6. 金矿石中金的测定
7. 钢铁的分析
8. 有色金属及合金的分析

【重点、难点】

1. 重点：铁矿石中全铁的测定和铜矿石中铜的测定；钢铁中碳、硫的测定方法原理。

2. 难点：钢铁中铁的测定方法。

【教学方法】

1. 课堂讲授法：教师讲授冶金工业中铁矿、铜矿、金矿、锰矿及锌矿中主成分含量的测定方法原理及步骤。

2. 问题学习法：引导学生积极主动的了解金属测定的方法分类及重要性，带着问题去学习，让学习和思考相互进行，找出解决的方法。

3. 实验教学：铁矿石中全铁的测定 3 课时；铜矿石中铜的测定 3 课时。

【学习要求】

1. 理解与掌握学习目标中的知识。

2. 查阅相关文献资料，了解我国金属矿的分布情况及冶金工业分析发展情况。

【复习与思考】

钢铁中铁、碳、硫的测定方法原理。

【学习资源】

教材；文献数据库；线上慕课资源；图书资料。

模块五 化工生产分析

【学习目标】

1. 能够掌握基础化学原料及化学原料的生产分析流程。

2. 掌握常见化学原料硫酸、碳酸钠、工业乙醇生产及产品常见分析项目原理及方法。

【课程内容】

1. 硫酸生产分析

2. 碳酸钠生产分析

3. 工业乙醇生产分析

【重点、难点】

1. 重点：硫酸工业分析；碳酸钠生产分析。

2. 难点：硫酸工业中硫的测定原理及注意事项。

【教学方法】

1. 讲授法：教师以化工生产产品硫酸、碳酸钠、工业乙醇为例，介绍化工生产过程中的分析化学及分析原理方法和注意事项。

2. 讨论学习法：引导学生以化工生产为话题，谈论一个化工产品从研发，

小试、中试、扩大到产业化，产生生产，整个流程环节分析化学所起的作用，让学生意识到工业分析化学的意义及重要性。

3. 实验教学：工业硫酸含量的测定 3 课时。

【学习要求】

1. 理解与掌握学习目标中的知识。
2. 完成课后作业，查阅相关文献资料，了解我国目前工业发展现状。

【复习与思考】

原料及产品硫酸、碳酸钠、工业乙醇主要分析指标及原理方法。

【学习资源】

教材；文献数据库；线上慕课资源；图书资料。

模块六 肥料分析

【学习目标】

1. 能够掌握氮肥中尿素常见分析项目的分析原理及方法。
2. 能熟悉磷肥中过磷酸钙、钙镁磷肥的分析检测原理及方法。
3. 能熟悉复合肥的分析测定方法。

【课程内容】

1. 氮肥分析
2. 磷肥分析
3. 复混肥料分析

【重点、难点】

1. 重点：氮的存在形式及其测定方法原理；有效磷的测定方法原理。
2. 难点：结果计算和测定氮、磷、钾时的注意事项。

【教学方法】

1. 讲授法：教师讲授氮肥中尿素常见分析方法原理、磷肥中过磷酸钙、钙镁磷肥分析检测原理及注意事项，使学生较容易理解和掌握分析方法。
2. 讨论学习法：引导学生以农业生产过程中合理使用化学为题，谈论过度使用化肥对土壤的危害，肥料对植物的影响以及进入食用阶段可能造成的危害，进行讨论。让学生具有环保意识，保护土壤，保护人类健康的责任心。
3. 实践教学方法：实验 3. 磷肥中有效磷含量的测定 3 课时。

【学习要求】

1. 理解与掌握学习目标中的知识。
2. 完成课后作业，查阅相关文献资料，了解我国目前肥料行业发展现状。

【复习与思考】

1. 巩固肥料中氮、磷和钾的测定方法与计算方法。
2. 氮肥、磷肥、复合肥分析方法对比。

【学习资源】

教材；文献数据库；线上慕课资源；图书资料。

模块七 气体分析

【学习目标】

1. 能够掌握化学吸收法和燃烧法测定工业气体的方法原理及注意事项。
2. 了解仪器分析法测定天然气成分的分析方法。
3. 了解人工煤气和几种常见工业气体的分析方法。

【课程内容】

1. 化学分析法
2. 仪器分析法
3. 天然气分析
4. 人工煤气组分的化学分析
5. 几种常用工业气体分析：氮气、氧气、氢气、氦气等。

【重点、难点】

1. 重点：化学吸收法和燃烧法的化学原理及实验方案的建立。
2. 难点：可燃性气体燃烧后的计算。

【教学方法】

1. 讲授法：教师讲授化学吸收法和燃烧法测定工业气体的原理及注意事项，同时介绍仪器分析法在气体分析中的应用。以天然气分析，人工煤气组分的化学分析、以及工业常用气体氮气、氧气、氢气、氦气等为例进行知识串讲。

2. 问题学习法：学生提出“化学法和仪器分析法在气体分析中的优缺点？”，带着问题学习相关内容，达到对知识的深刻理解和掌握。

【学习要求】

1. 理解与掌握学习目标中的知识。
2. 完成课后相关作业，查阅相关文献资料，了解我国工业气体的来源和利用现状。

【复习与思考】

1. 工业用氧气、氮气、氢气纯度分析对比。
2. 可燃烧利用燃烧法测定含量的计算。

【学习资源】

教材；文献数据库；线上慕课资源；图书资料。

模块八 硅酸盐分析

【学习目标】

1. 熟悉硅酸盐分类及系统分析方法。
2. 能够掌握水分、灼烧失量和二氧化硅含量测定及结果计算。
3. 了解三氧化二铁、二氧化钛、氧化钙、氧化镁及其他项目的测定方法。

【课程内容】

1. 天然硅酸盐
2. 人造硅酸盐
3. 硅酸盐常见项目的分析方法
4. 硅酸盐系统分析
5. 水分和烧失量的测定
6. 二氧化硅的测定
7. 三氧化二铁的测定
8. 三氧化铝的测定
9. 氧化钙的测定

【重点、难点】

1. 重点：二氧化硅含量测定的两种方法。
2. 难点：硅酸盐系统分析、分析结果的表示与计算。

【教学方法】

1. 讲授法：教师讲授硅酸盐分类及经典分析系统和快速分析系统原理及注意事项，三氧化二铁和三氧化二铝均利用 EDTA 直接滴定法和间接滴定法进行分析测定，回顾分析化学配位滴定原理及方法，引导学生，学以致用，理论知识可以应用到实际工业生产过程当中。提高学生学习的积极性。引导学生进行知识归纳总结。同时讲授二氧化硅含量的测定、全分析结果的表示和计算。

2. 讨论学习法：学生参与课堂讨论，二氧化硅含量测定中氯化铵重量法和氟硅酸钾容量法的区别，各自优缺点对比，不同方法的适用条件和范围。使学生作为课堂的主要成员，从讨论中提升对知识的认知。

【学习要求】

1. 理解与掌握学习目标中的知识。
2. 完成课后相关作业，查阅相关文献资料，了解我国硅酸盐行业的发展现状。

【复习与思考】

1. 归纳硅酸盐系统分析。
2. 巩固二氧化硅含量测定及全分析表示和计算。

【学习资源】

教材；文献数据库；线上慕课资源；图书资料。

模块九 石油产品分析

【学习目标】

1. 能掌握石油及石油产品密度、黏度、馏程、闪点和燃点及元素化合物测定方法。
2. 了解旋转粘度计、毛细管粘度计、恩氏粘度计的结构和使用方法。

【课程内容】

1. 密度的测定
2. 馏程的测定
3. 黏度的测定
4. 闪点和燃点的测定
5. 元素和化合物的测定
6. 其他项目的测定

【重点、难点】

1. 重点：密度、黏度的测定。
2. 难点：各种黏度的表示方法。

【教学方法】

1. 讲授法：教师讲授石油产品检测指标密度、黏度、馏程、闪点和燃点的测定方法，强调各指标对于石油产品质量保证的重要性，对各种方法测定原理及注意事项详细阐述。使学生能高效掌握知识要点。

2. 讨论学习法：以石油的化学成分为有机烷烃系列为出发点，引出石油沥青和煤沥青的化学组成讨论，石油系列多为链状烷烃，所以其性质延展性、流动性都好，而煤沥青多为稠环芳烃，所以物理性质脆裂，无延展性，流动性，引导学生物质的性质是由其结构决定的，进而引导学生要有去除表象探求本质的客观唯物主义精神，培养学生探求科学本质的学习精神。

【学习要求】

1. 理解与掌握学习目标中的知识。
2. 完成课后相关作业，查阅相关文献资料，了解我国石油行业的发展现状。

【复习与思考】

石油产品动力黏度和运动黏度区别及测定方法对比。

【学习资源】

教材；文献数据库；线上慕课资源；图书资料。

五、实践教学安排

本课程在理论学习的基础上，专门设置 5 个实验内容 14 个实践教学学时用于巩固理论知识，很好地提升学生的实践运用能力。具体实验情况如下表：

序号	实验项目	实验学时	实验类型	分组要求	开出要求	支撑课程目标
1	工业分析实验室基本知识	2	基础性	2 人	必做	课程目标 1
2	工业硫酸含量的测定	3	基础性	2 人	必做	课程目标 1,2,3
3	磷肥中有效磷含量的测定	3	综合性	2 人	必做	课程目标 1,2,3
4	铁矿石中全铁的测定	3	综合性	2 人	必做	课程目标 1,2,3
5	铜矿石中铜的测定	3	综合性	2 人	必做	课程目标 1,2,3
	合计	14				

实验 1. 工业分析实验室基本知识

【实验目的】了解工业分析实验的基本要求；了解实验室规则和安全知识；了解工业分析实验的基本常识和基本操作；了解实验中量器，仪器的基本操作；了解工业分析化学实验报告的书写要求。

【实验原理】实验室安全守则。

【主要试剂及仪器设备】酸（碱）式滴定管；试剂瓶；容量瓶；锥形瓶。

【内容提要】化学实验的目的和学习方法，化学实验规则，实验室安全知识，化学实验基本仪器介绍。

【实验安排】教师讲首先授实验的基本要求；实验室规则和安全知识；工业分析实验的基本常识和基本操作；实验中量器，仪器的基本操作；工业分析化学实验报告的书写要求。然后学生分 2 人一组进行分组仪器。

【教学方法与手段】教师讲授工业分析实验室的基本要求及实验室安全注意事项及实验课相关要求。教师展示化学实验基本仪器并讲解其名称、用途、洗涤方法，学生参与讨论实验室安全及注意事项并按照教师演示方法完成仪器的清洗和干燥。

【实验报告要求】简述工业分析实验的基本要求、基本知识和基本操作。

实验 2. 工业硫酸含量的测定

【实验目的】了解硫酸生产分析的主要项目；了解工业硫酸的质量标准；掌握工业硫酸含量测定的原理及方法。

【实验原理】酸碱滴定法。

【主要试剂及仪器设备】碱式滴定管；试剂瓶；容量瓶；锥形瓶。

【内容提要】将工业硫酸稀释到一定体积，加入酚酞指示剂呈粉红色，以氢氧化钠溶液进行酸碱滴定中和反应，使酚酞指示剂为浅粉色达终点，通过消耗氢氧化钠物质的量计算稀释硫酸浓度，进而求出工业硫酸的含量。

【实验安排】教师先讲授硫酸生产分析的主要项目；工业硫酸的质量标准；工业硫酸含量测定的原理及方法，以及实验中的注意事项，然后学生分 2 人一组进行实验测定。

【教学方法与手段】教师讲授工业硫酸含量的测定实验的基本原理，方法、仪器试剂及实验步骤，并演示滴定实验操作基本方法，以及终点的判断方法。学生组内讨论法分工合作，按照教师演示方法完成实验内容，并完成数据收集、分析处理，并求出含量。

【实验报告要求】简述工业硫酸含量测定的基本原理；工业硫酸的质量标准；实验步骤应简明扼要，要正确记录实验数据，准确计算实验结果，数据尽量用表格表示，实验报告中要讨论测定过程中存在的问题及减免误差；提高测定准确度的方法和措施；思考题写在实验报告上。

实验 3. 磷肥中有效磷含量的测定

【实验目的】了解磷肥的种类；掌握磷肥中有效磷的测定原理及方法。

【实验原理】磷钼酸喹啉容量法。

【主要试剂及仪器设备】酸式滴定管；容量瓶；试剂瓶；锥形瓶。

【内容提要】用水、碱性柠檬酸铵溶液提取过磷酸钙中的有效磷，提取液中正磷酸根离子在酸性介质中与喹钼柠桐试剂生成黄色磷钼酸喹啉沉淀，过滤，洗净所吸附的酸液后将沉淀溶于过量的碱标准滴定液中，再用酸标准滴定溶液回滴剩余的碱。根据所用酸、碱溶液的体积换算出五氧化二磷的含量。

【实验安排】教师先讲授磷肥的种类；磷肥中有效磷的测定原理及方法，然后学生分 2 人一组进行实验测定。

【教学方法与手段】教师讲授磷肥中有效磷含量测定实验的基本原理，方法、仪器试剂及实验步骤，并演示滴定实验操作基本方法，以及终点的判断方法。学生组内讨论法分工合作，按照教师演示方法完成实验内容，并完

成数据收集、分析处理，并求出含量。

【实验报告要求】简述磷肥中有效磷含量测定的原理，实验内容及步骤应简明扼要，正确记录实验数据，计算结果以五氧化二磷表示，并能分析实验中产生误差的来源。

实验 4. 铁矿石中全铁的测定

【实验目的】了解铁矿石的种类；有汞法测定铁矿石中铁的测定原理及方法；掌握铁矿石的预处理方法；掌握无汞法测定铁矿石中铁的测定原理及方法。

【实验原理】氧化还原滴定法。

【主要试剂及仪器设备】酸式滴定管；容量瓶；锥形瓶；试剂瓶。

【内容提要】使用硫酸和磷酸的混合溶液（硫-磷混合酸）将铁矿石样品溶解，并使用还原剂氯化亚锡（ SnCl_2 ）来还原大部分铁，剩余的铁则通过三氯化钛（ TiCl_3 ）进一步还原为低价铁。过量的三氯化钛通过重铬酸钾（ $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ）进行回滴，同时使用二苯胺磺酸钠作为指示剂，计算铁的含量。

【实验安排】教师先讲授无汞法测定铁矿石中铁的测定原理及方法，实验中的步骤及注意事项，然后学生分 2 人一组进行实验测定。

【教学方法与手段】教师讲授铁矿石中铁含量测定的原理、方法及仪器试剂，实验步骤，并进行氧化还原滴定实验操作进行详细演示，学生组内进行讨论并分配合作按照演示方法进行实验操作，完成样品含量测定，并进行数据处理和分析总结。

【实验报告要求】简述铁矿石中全铁测定的原理和方法，实验内容应简明扼要，正确记录实验数据，数据尽量采用表格形式，计算结果以三氧化二铁的百分含量表示，并能分析实验中存在的问题，提出减免误差的方法。

实验 5. 铜矿石中铜的测定

【实验目的】了解铜矿石的种类；了解测定铜矿石的方法；掌握铜矿石的预处理方法；掌握碘量法测定铜矿石的原理及方法。

【实验原理】碘量法。

【主要试剂及仪器设备】酸式滴定管；容量瓶；锥形瓶；试剂瓶。

【内容提要】在弱酸性介质中， Cu^{2+} 与过量 KI 作用，定量析出 I_2 ，然后用 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 标准溶液滴定生成的 I_2 ，从而求出铜的含量。

【实验安排】教师先讲授碘量法测定铜矿石的原理及方法及实验步骤中的注意事项，然后学生分 2 人一组进行实验测定。

【教学方法与手段】 教师讲授铜矿石中铜测定原理及方法，即在弱酸性介质中， Cu^{2+} 与过量 KI 作用，定量析出 I_2 ，然后用 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 标准溶液滴定生成的 I_2 ，从而求出铜的含量。同时演示酸式滴定管的使用，以及滴定过程操作步骤及方法，终点的准确判断。学生按照教师演示方法进行滴定操作，完成实验内容。

【实验报告要求】 简述铜矿石中铜的测定原理及方法，实验内容应简明扼要，实验数据尽量采用表格形式，准确计算铜的含量，实验报告中要分析总结实验中存在的问题、改进的方法和措施，思考题写在实验报告上。

六、考核方式

（一）考核方式

课程考核方式分为过程性考核与期末考核。

过程性考核方式包括学风养成、平时作业、操作技能、实验报告。

期末考核采用闭卷考试。

（二）考核方式与课程目标的关系

课程目标	考核内容及所占比例 (%)	考核方式
课程目标 1 (30%)	分析化学基础知识(70%) 环境保护理念(10%) 化学实验技能(20%)	学风养成、平时作业、课堂表现、期末考试
课程目标 2 (30%)	用化学知识分析问题的能力(70%) 利用理论知识解决实际问题的能力(30%)	平时作业、课堂表现、期末考试
课程目标 3 (40%)	将分析化学知识应用于工业分析的能力(70%) 利用理论知识解决工程问题的能力(30%)	实验报告、课堂表现、期末考试

七、成绩评定

（一）评定方式

总成绩 = 过程性考核成绩 (50%) + 期末考核成绩 (50%)。

过程性考核成绩 = 学风养成 (20%) + 平时注意 (30%) + 操作技能 (30%) + 实验报告 (20%)。

(二) 评分标准

序号	课程目标	评价项目	评分标准				
			90-100	80-89	70-79	60-69	0-59
			优	良	中	及格	不及格
1	课程目标 1/2/3	操作技能	熟知实验流程，实验器材准备充分，实验操作规范，时间安排合理，实验数据准确。	熟知实验流程，实验器材准备妥当，实验操作规范，时间安排较合理，实验数据较准确。	实验流程不熟练，实验器材准备欠妥当、实验操作欠规范，时间安排欠合理，实验数据欠准确。	不清楚实验流程，实验器材准备欠妥，实验操作欠规范，时间安排欠合理，实验数据不准确或。	对实验流程一无所知，不能独立准备实验器材，实验操作不规范，时间安排不合理或不能进行实验操作。
2	课程目标 1/2	平时作业	作业内容完整，独立或合作完成全部作业要求。书写端正，对问题有详细透彻的分析。	作业内容完整，独立或合作完成作业要求。书写端正，但对问题分析较全面。	作业内容完整，独立或全部完成作业要求，书写端正，没有对问题进行分析。	作业内容完整，独立或合作完成作业要求。书写较凌乱，没有对问题进行分析。	作业内容不完整，没有达到作业要求。
3	课程目标 1	学风养成	积极参与，主动学习，按时完成任务，展现高度自律。	表现积极，按时提交作业，课堂参与度高，学习态度认真。	基本遵守纪律，按时完成度部分务，课堂参与一般。	偶尔拖延，参与度和作业完成情况一般，需加强自律。	频繁缺勤，作业提交不及时，学习态度消极，缺乏参与。
4	课程目标 3	实验报告	严格按照老师示范方法进行实验操作，实验结果较准确。实验报告完整，内容及原理步骤准确；数据处理合理、结果准确，完成误差计算及实验结果的分析。准确完成实验思考题；能够主动对实验数据结果及过程中存在的问题进行小组讨论，并合理的分析数据及问题，撰写讨论结果。	按照老师示范方法进行实验操作，实验结果较准确。实验报告完整，内容及原理步骤准确；数据处理合理、结果较准确，完成误差计算及实验结果的分析。准确完成实验思考题；能够对实验数据结果及过程中存在的问题进行小组讨论，较合理的分析数据及问题，撰写讨论结果。	基本按照老师示范方法进行实验操作，实验结果较准确。实验报告完整，内容及原理步骤准确；数据处理较合理、结果较准确，完成误差计算及实验结果的分析。实验思考题回答不完整；能够对实验数据结果及过程中存在的问题进行小组讨论，但分析数据及问题不深入，讨论结果简单。	不按照老师示范方法进行实验操作，实验结果较准确。实验报告完整，内容及原理步骤较准确；数据处理基本合理、结果较准确，误差的计算及实验结果的分析较欠。实验思考题回答不完整；小组讨论较少，分析数据及问题不深入。讨论结果简单。	不按照老师示范方法进行实验操作，实验结果不准确。无实验报告或实验报告不完整，内容及原理步骤较准确；不会进行数据处理，不进行误差计算及实验结果的分析。不能对实验进行分析，实验思考题回答不准确；不参与小组讨论。

5	课程目标 1/2/3	期末 考核	详见期末考试评分细则
---	---------------	----------	------------

八、选用教材

教材名称	编者	出版社	出版时间	是否马工程教材	备注
工业分析	李广超	化学工业出版社	2016.6	否	

九、主要参考书目

张锦柱，杨包民，王红，张斌.《工业分析化学》.北京：冶金工业出版社.2013.1

十、课程学习建议

关注行业动态，养成文献阅读的习惯，了解国内外工业分析方面的发展趋势及最新动向，培养独立分析问题的能力，以解决工业分析质量控制方面的实际工程问题。



应用化学专业

《精细化工工艺学》

课程大纲

晋中学院化学化工系

2023年7月

《精细化工工艺学》课程大纲

一、课程信息

课程名称	精细化工工艺学 / Fine Chemical Engineering Technology		
课程编码	230910904C	适用专业	应用化学
先修课程	有机化学、化工原理、精细化学品化学、化学反应工程、精细化工工程与设备	修读学期	第五学期
课程类别	模块二 精细化工	课程性质	<input type="checkbox"/> 必修 <input checked="" type="checkbox"/> 选修
课程学分	2	考核方式	<input type="checkbox"/> 考试 <input checked="" type="checkbox"/> 考查
课程学时	32 学时（理论学时 32，实践学时 0）		
执笔人	耿蕊	审核人	张保柱

二、课程简介

精细化工工艺学是高等学校制药工程专业药用精细化工方向的专业限选课程。本课程的任务主要是结合精细化工发展的重点及本学科的主要研究方向，重点讲述了表面活性剂、合成材料助剂等系列产品的合成原理、原料消耗、工艺过程、主要操作技术和产品的性能用途，为学生毕业后从事药用精细化工产品的生产和新品种的开发奠定必要的理论和技术基础。

三、课程目标

（一）课程目标

通过本课程的学习，学生可以达到以下目标：

课程目标 1：使学生掌握精细化工研究方法、开发过程、工艺设计的基本能力。【毕业要求 3：设计开发解决方案】

课程目标 2：通过本课程学习，使学生对精细化工专业方向有明确的认识，对问题有具备基本分析和判断能力【毕业要求 10：沟通】

课程目标 3：通过本课程学习，使学生熟悉现有典型产品生产工艺、对工艺

单元改造和优化能力。【毕业要求 11：项目管理】

(二) 课程目标与毕业要求的关系

课程目标	支撑的毕业要求	支撑的毕业要求指标点
课程目标 1	毕业要求 3 【设计开发解决方案】	3.1 在考虑安全、环境、经济、法律等现实约束条件下，能够根据客户需求确定设计目标和工艺流程，并对设计方案的可行性进行分析。
课程目标 2	毕业要求 10 【沟通】	10.2 能够就精细化学品开发复杂工程问题，以撰写报告、设计文稿、工程图纸和陈述发言等方式与业界同行及社会公众进行有效沟通和交流。
课程目标 3	毕业要求 11 【项目管理】	11.1 了解精细化学品合成过程和产品的成本构成，具备一定的市场经济、法律及管理学知识，理解精细化学品生产过程管理与经济决策的重要性。

四、课程内容

(一) 课程内容与课程目标的关系

课程内容	支撑的课程目标	教学方法	学时安排
模块一 绪论	课程目标 1	讲授法、讨论法	2
模块二 精细化工工艺学基础及技术开发	课程目标 2	讲授法、讨论法	4
模块三 表面活性剂	课程目标 2, 3	讲授法、案例教学法	14
模块四 食品添加剂	课程目标 2, 3	讲授法、案例分析法	8
模块五 香料	课程目标 2, 3	讲授法	4
合计			32

(二) 课程内容

模块一 绪论

【学习目标】

1. 在考虑安全、环境、经济、法律等现实约束条件下，能够根据客户需求确定设计目标和工艺流程，并对设计方案的可行性进行分析。

【课程内容】

精细化工的定义、范畴和分类、特点、发展重点和动向。了解精细化工的定义、范畴和分类；熟悉精细化工的特点；了解发展精细化工的战略意义以及精细化工发展的重点和动向。了解本课程的内容、学习要求及学习方法。

【重点、难点】

精细化工定义及其应用

【教学方法】

讲授法为主、辅以课堂讨论法

【学习要求】

上课认真听讲，及时做好笔记，认真完成课堂练习和作业。

【复习与思考】

【学习资源】

- [1] 《精细化工工艺学（第二版）》，李和平主编，科学出版社，2017年
- [2] 《精细化工导论》，陈洪龄主编，化学工业出版社，2015年
- [3] 《精细化工产品的合成及应用（第五版）》，程侣柏等编译，大连理工大学出版社，2014年

模块二 精细化工工艺学基础及技术开发

【学习目标】

能够就精细化学品开发复杂工程问题，以撰写报告、设计文稿、工程图纸和陈述发言等方式与业界同行及社会公众进行有效沟通和交流。

【课程内容】

精细化工的生产特性、精细化工工艺学基础、精细化工过程技术开发的一般步骤和策略。要求深刻理解与熟练掌握的重点内容有：精细化工工艺学基础，精细化工工艺计算内容：物料、热量衡算和设备选型计算。要求一般理解与掌握的内容有：精细化工的技术开发和发展策略。

【重点、难点】

精细化工工艺学基础及物料衡算

【教学方法】

讲授法为主、辅以课堂讨论法

【学习要求】

上课认真听讲，及时做好笔记，认真完成课堂练习和作业。

【复习与思考】

【学习资源】

- [1] 《精细化工工艺学（第二版）》，李和平主编，科学出版社，2017年

[2] 《精细化工导论》，陈洪龄主编，化学工业出版社，2015年

[3] 《精细化工产品的合成及应用（第五版）》，程侣柏等编译，大连理工大学出版社，2014年

模块三 表面活性剂

【学习目标】

1. 能够就精细化学品开发复杂工程问题，以撰写报告、设计文稿、工程图纸和陈述发言等方式与业界同行及社会公众进行有效沟通和交流。

2. 了解精细化学品合成过程和产品的成本构成，具备一定的市场经济、法律及管理知识，理解精细化学品生产过程管理与经济决策的重要性。

【课程内容】

表面活性剂概述、阴离子、阳离子、两性离子、非离子型表面活性剂。要求深刻理解与熟练掌握的重点内容：表面活性与表面张力、表面活性剂的分类、结构特点及其物化性质。阴离子表面活性剂的概况，羧酸盐型、硫酸酯盐型阴离子表面活性剂的生产路线及工艺路线；磺酸盐类阴离子表面活性剂的生产及工艺路线。阳离子表面活性剂种类之胺盐型表面活性剂的生产路线和工艺路线；季铵盐型阳离子表面活性剂。非离子表面活性剂的种类、生产方法及工艺路线。要求一般理解与掌握的内容有：表面活性剂的应用性能介绍。两性离子表面活性剂的生产方法及工艺路线。磷酸盐类表面活性剂的生产及工艺路线。

【重点、难点】

表面活性剂结构特点及其物化性质；阴离子表面活性剂生产路线及工艺路线。

【教学方法】

讲授法、案例教学法

【学习要求】

上课认真听讲，及时做好笔记，认真完成课堂练习和作业。

【复习与思考】

【学习资源】

[1] 《精细化工工艺学（第二版）》，李和平主编，科学出版社，2017年

[2] 《精细化工导论》，陈洪龄主编，化学工业出版社，2015年

[3] 《精细化工产品的合成及应用（第五版）》，程侣柏等编译，大连理工大学出版社，2014年

模块四 食品添加剂

【学习目标】

1. 能够就精细化学品开发复杂工程问题，以撰写报告、设计文稿、工程图纸和陈述发言等方式与业界同行及社会公众进行有效沟通和交流。

2. 了解精细化学品合成过程和产品的成本构成，具备一定的市场经济、法律及管理知识，理解精细化学品生产过程管理与经济决策的重要性。

【课程内容】

概述、主要品种及生产方法介绍：防腐剂、乳化剂、酸性调节剂、鲜味剂等。要求深刻理解与熟练掌握的重点内容有：防腐剂、酸性调节剂、鲜味剂、抗氧化剂的作用机理、分类、应用及合成、生产工艺路线。要求一般理解与掌握的内容有：乳化剂、甜味剂、保鲜剂、食用色素、增稠剂的作用机理、分类、应用及合成、生产工艺路线。

【重点、难点】

防腐剂的作用原理、合成、生产工艺路线。

【教学方法】

讲授法、案例分析法为主。

【学习要求】

上课认真听讲，及时做好笔记，认真完成课堂练习和作业。

【复习与思考】

【学习资源】

[1] 《精细化工工艺学（第二版）》，李和平主编，科学出版社，2017年

[2] 《精细化工导论》，陈洪龄主编，化学工业出版社，2015年

[3] 《精细化工产品的合成及应用（第五版）》，程侣柏等编译，大连理工大学出版社，2014年

模块五 香料

【学习目标】

1. 能够就精细化学品开发复杂工程问题，以撰写报告、设计文稿、工程图纸和陈述发言等方式与业界同行及社会公众进行有效沟通和交流。

2. 了解精细化学品合成过程和产品的成本构成，具备一定的市场经济、法律及管理知识，理解精细化学品生产过程管理与经济决策的重要性。

【课程内容】

概述；天然香料的生产；合成香料的生产；合成香料的制造。要求深刻理解与熟练掌握的重点内容有：典型植物性天然香料的生产工艺；合成香料的分类、组成及典型合成香料的生产工艺；要求一般理解与掌握的内容有：天然香料的分类、组成；典型动物性天然香料的生产工艺。

【重点、难点】

天然香料的生产工艺路线

【教学方法】

讲授法为主

【学习要求】

上课认真听讲，及时做好笔记，认真完成课堂练习和作业。

【复习与思考】

【学习资源】

- [1] 《精细化工工艺学（第二版）》，李和平主编，科学出版社，2017年
- [2] 《精细化工导论》，陈洪龄主编，化学工业出版社，2015年
- [3] 《精细化工产品的合成及应用（第五版）》，程侣柏等编译，大连理工大学出版社，2014年

五、实践教学安排

在讲授基础上，引导学生查阅资料，并进行课后学习兴趣小组讨论，写出读书报告，以培养学生综合分析问题的实践能力。

六、考核方式

（一）考核方式

课程考核方式分为过程性考核和期末考核。

过程性考核包括学风养成、课堂表现、平时作业等。

期末考核采用闭卷考试。

（二）考核方式与课程目标的关系

课程目标	考核内容及所占比例（%）	考核方式
课程目标 1 (40%)	基本概念和基本知识：40% 职业素养与信念：60%	平时作业、学风养成、期末考试
课程目标 2 (40%)	基本概念和基本知识：40% 职业能力：60%	平时作业、期末考试
课程目标 3 (20%)	基本概念和基本知识：50% 职业能力：50%	平时作业、期末考试

七、成绩评定

(一) 评定方式

总成绩 = 过程性考核成绩 (50%) + 期末考核成绩 (50%)。

过程性考核成绩 = 课堂表现 (30%) + 平时作业 (40%) + 学风养成 (30%)。

(二) 评分标准

序号	课程目标	评价项目	评分标准				
			90-100	80-89	70-79	60-69	0-59
			优	良	中	及格	不及格
1	课程目标 1	课堂表现	认真听课, 积极互动, 主动讨论, 发言积极。	上课较认真, 互动较积极, 发言次数较多。	上课能作一点笔记, 互动有一定主动性, 能够发言。	上课不太认真, 有互动但不多, 很少发言。	听课很不认真, 不互动也不发言。
2	课程目标 1/2/3	平时作业	按时完成作业, 书写整齐, 内容完整, 没有少题、漏题, 过程合理, 结果正确。	按时完成作业, 书写较为整齐, 内容基本完整, 没有故意的少题、漏题, 少数结果有误。	按时完成作业, 书写不太整齐, 过程模糊, 部分结果有误。	催交, 或书写不太整齐, 过程模糊, 大部分结果有误。	作业内容不完整, 没有达到作业要求。
3	课程目标 2	学风养成	主动学习, 积极参与, 按时完成任务, 不缺勤、不迟到早退, 展现高度自律。	表现积极, 按时提交作业, 课堂参与度高, 学习态度认真。	基本遵守纪律, 按时完成部分任务, 课堂参与一般。	偶尔拖延, 参与度和作业完成情况一般, 需加强自律。	缺勤较多, 作业提交不及时, 学习态度消极, 缺乏参与。
4	课程目标 1/2/3	期末考核	详见期末试题评分标准				

八、选用教材

教材名称	编者	出版社	出版时间	是否马工程教材	备注
精细化工工艺学	宋启煌, 方岩雄主编	化学工业出版社	2019年	否	

九、主要参考书目

- [1] 《精细化工工艺学 (第二版)》, 李和平主编, 科学出版社, 2017年
 [2] 《精细化工导论》, 陈洪龄主编, 化学工业出版社, 2015年

[3] 《精细化工产品的合成及应用（第五版）》，程侣柏等编译，大连理工大学出版社，2014年

十、课程学习建议

首先，积极参与课堂。学生在课堂上应当主动思考，积极发言，与教师 and 同学们进行交流和探讨。

其次，扩大阅读范围。为了更好地理解和掌握精细化工的知识，我们应当积极拓宽阅读范围，阅读相关研究论文、经典著作以及相关学术杂志。通过广泛的阅读，我们可以更加全面地了解 and 把握精细化工的基本面貌、技术范畴、重要系列产品、基本原理、生产工艺、性能应用和发展趋势，提升自己的思维深度和广度。



应用化学专业

《工业催化》课程大纲

晋中学院化学化工系

2023年8月

《工业催化》课程大纲

一、课程信息

课程名称	工业催化 / Industrial Catalysis		
课程编码	230910905C	适用专业	应用化学
先修课程	物理化学、结构化学、化工原理	修读学期	第六学期
课程类别	模块二 精细化工	课程性质	<input type="checkbox"/> 必修 <input checked="" type="checkbox"/> 选修
课程学分	2	考核方式	<input type="checkbox"/> 考试 <input checked="" type="checkbox"/> 考查
课程学时	32 学时（理论学时 32，实践学时 0）		
执笔人	李敏	审核人	张保柱

二、课程简介

工业催化课程开设主要让学生掌握催化作用的基本规律和基本原理，工业催化剂的基本要求，理解热力学平衡原理对催化作用的制约。掌握各类催化剂及其催化作用，包括固体酸碱催体、分子筛催化、金属催化、络合催化、金属氧化物和金属硫化物催化等，并了解催化剂的组成、制备原理和方法，催化实验用的反应器和检测仪器、手段等。熟悉工业催化技术的基本要求和特性，为培养化工工艺类专业工程师提供坚实的理论基础服务。

三、课程目标

（一）课程目标

通过本课程的学习，学生具有以下能力：

课程目标 1：了解催化作用的基本原理，并能够将催化作用原理应用于解决具体的化工过程中。【毕业要求 1：工程知识】

课程目标 2：学会各种催化剂的制备方法，能够对催化剂进行设计、开发，并能够利用各种对催化剂进行表征。【毕业要求 3：设计开发解决方案】

课程目标 3：了解催化技术的最新发展动向和各领域的应用，能够在化工生产工艺中应用催化剂不同的制备技术满足不同化工产品生产用催化剂的

需求。【毕业要求 11：项目管理】

(二) 课程目标与毕业要求的关系

课程目标	支撑的毕业要求	支撑的毕业要求指标点
课程目标 1	毕业要求 1 【工程知识】	1.2 能用数学、自然科学、工程基础和专业知识建立复杂精细化学工程问题的解决途径。
课程目标 2	毕业要求 3 【设计开发解决方案】	3.2 能够对应用化学中的专业知识对设计方案进行综合与评价，并体现创新意识。
课程目标 3	毕业要求 11 【项目管理】	11.2 了解化工工程及环保产品全周期、全流程的成本构成，能够在多学科环境中将工程管理原理与经济决策方法用于化工工程设计及工艺的优化。

四、课程内容

(一) 课程内容与课程目标的关系

课程内容	支撑的课程目标	教学方法	学时安排
模块一 催化作用与催化剂	课程目标 1, 2	讲授法、小组讨论法	4
模块二 吸附作用与催化剂	课程目标 1, 2	讲授法、案例分析法	6
模块三 各类催化剂及其催化作用	课程目标 1, 2	讲授法、案例分析法、小组讨论法	8
模块四 环境保护催化与环境友好催化技术	课程目标 1, 2, 3	讲授法、案例分析法	4
模块五 工业催化剂的设计、制备与使用	课程目标 1, 2, 3	讲授法、案例分析法	6
模块六 工业催化剂的评价与测试	课程目标 1, 2, 3	讲授法、案例分析法、小组讨论法	4
合计			32

(二) 课程内容

模块一 催化作用与催化剂

【学习目标】

了解催化剂和催化过程在国民经济中的地位，理解均相催化与均相催化反应，熟悉有关催化作用的定义与特征，掌握催化剂的定义、分类和组成。

【课程内容】

1. 催化作用的定义和特征
2. 催化剂的组成与载体的功能
3. 对工业催化剂的要求
4. 均相催化剂的特征

【重点、难点】

1. 重点：催化剂的特征。
2. 难点：催化剂的分类和组成及设计。

【教学方法】

1. 讲授法

使用多媒体课件展示催化作用与催化剂的基本概念、发展历程和重要性，通过图表、动画等形式帮助学生理解。

讲授过程中注意与学生的互动，及时回答学生的问题，激发学生的学习兴趣。

2. 小组讨论法

将学生分成若干小组，每组围绕催化问题进行讨论。

讨论过程中鼓励学生积极发表观点、提出疑问，培养学生的合作精神和独立思考能力。

讨论结束后，每组选出代表向全班汇报讨论成果，进行互动交流。

【学习要求】

了解催化作用与催化剂的特征。

【复习与思考】

催化作用与催化剂的分类和组成。

【学习资源】

https://www.bilibili.com/video/BV1XR4y1G7ci/?spm_id_from=333.337.search-card.all.click

模块二 吸附作用与催化剂

【学习目标】

了解催化剂的多项吸附反应步骤，掌握催化剂的表面结构，吸附速度和吸附平衡。

【课程内容】

1. 固体催化剂的结构基础
2. 多相催化的反应步骤
3. 吸附等温线
4. 金属、氧化物表面上的化学吸附
5. 分子表面化学

【重点、难点】

1. 重点：多相催化的反应步骤。
2. 难点：分子表面化学。

【教学方法】

讲授法：通过生动有趣的例子或故事，引入固体催化剂的结构基础，激发学生的学习兴趣；使用简洁明了的语言，解释多相催化的反应步骤，吸附等温线，分子表面化学基础知识等。

案例分析法：选择具有代表性的催化反应或固相反应作为案例，引导学生分析案例中的催化剂结构基础，反应步骤。

【学习要求】

课前认真预习相关内容，课堂认真听讲，完成课后习题巩固课堂学习内容。

【复习与思考】

1. 固体催化剂的结构基础
2. 多相催化的反应步骤
3. 吸附等温线
4. 金属、氧化物表面上的化学吸附
5. 分子表面化学

【学习资源】

https://www.bilibili.com/video/BV1XR4y1G7ci/?spm_id_from=333.337.search-card.all.click

模块三 各类催化剂及其催化作用

【学习目标】

了解各种催化剂中典型的催化作用实例，掌握各类催化剂的结构特点和作用原理。

【课程内容】

1. 酸碱催化剂及其催化作用
2. 非纳米分子筛及其催化作用
3. 金属、金属氧化物和金属硫化物催化剂及其催化作用
4. 络合催化剂及其催化作用

【重点、难点】

1. 重点：金属、金属氧化物和金属硫化物催化剂及其催化作用。
2. 难点：各种催化剂的结构特点和作用原理。

【教学方法】

讲授法：在教学初期，向学生介绍酸碱催化剂、非纳米分子筛催化剂、金属、金属氧化物和金属硫化物催化剂、络合催化剂；通过实例和实验数据说明其催化作用，引导学生思考哪些因素会影响反应速率。

案例分析法：结合具体催化过程，介绍各种催化剂及其对化学反应速率的影响；总结影响反应速率的因素，并尝试解释背后的化学原理。

小组讨论法

将学生分成若干小组，每组围绕催化问题进行讨论。

讨论过程中鼓励学生积极发表观点、提出疑问，培养学生的合作精神和独立思考能力。

讨论结束后，每组选出代表向全班汇报讨论成果，进行互动交流。

【学习要求】

课前认真预习相关内容，课堂认真听讲，完成课后习题巩固课堂学习内容。

【复习与思考】

各类催化剂的结构特点和作用原理。

【学习资源】

https://www.bilibili.com/video/BV1XR4y1G7ci/?spm_id_from=333.337.search-card.all.click

模块四 环境保护催化与环境友好催化技术

【学习目标】

了解和掌握空气污染、工业废液治理的催化技术。

【课程内容】

1. 空气污染治理的催化技术
2. 工业废液的催化技术净化技术

3. 大气层保护与催化技术

4. 环境友好的催化技术

【重点、难点】

1. 重点：工业废液的催化技术净化技术

2. 难点：空气污染治理的催化技术

【教学方法】

讲授法：通过多媒体课件、板书等形式，系统地介绍空气污染治理催化技术、工业废液的催化技术净化技术、大气层保护与催化技术和环境友好的催化技术；讲解过程中注重与学生的互动，通过提问、讨论等方式引导学生积极参与。

案例教学法：选取典型的环境保护催化与环境友好催化技术应用案例，如工业合成氨的生产过程、环境保护中的催化与环境友好催化技术问题等；通过案例分析，引导学生运用不同催化原理解决实际问题，加深对空气污染、工业废液治理的催化技术的应用。

【学习要求】

课前认真预习相关内容，课堂认真听讲，完成课后习题巩固课堂学习内容。

【复习与思考】

空气污染、工业废液治理的催化技术。

【学习资源】

https://www.bilibili.com/video/BV1XR4y1G7ci/?spm_id_from=333.337.search-card.all.click

模块五 工业催化剂的设计、制备与使用

【学习目标】

了解催化剂设计和开发的过程和步骤，掌握催化剂的制备、组分筛选、反应器的活性评价。

【课程内容】

1. 工业催化剂的设计

2. 催化剂的制备

3. 催化剂制备技术的新进展

4. 工业催化剂的使用

【重点、难点】

1. 重点：催化剂的组分筛选条件及实验筛选过程。

2. 难点：催化剂的设计。

【教学方法】

讲授法：结合 PPT、板书等教学工具，系统讲解原子结构与元素周期律的知识。

案例教学法：选取典型的催化技术应用案例，如工业合成氨的生产过程、环境保护中的催化与环境友好催化技术问题等；通过案例分析，引导学生理解催化剂的组分筛选条件及实验筛选过程，设计催化剂原理解决实际问题。

【学习要求】

课前认真预习相关内容，课堂认真听讲，完成课后习题巩固课堂学习内容。

【复习与思考】

催化剂设计和开发的过程和步骤，催化剂的制备、组分筛选、反应器的活性评价。

【学习资源】

https://www.bilibili.com/video/BV1XR4y1G7ci/?spm_id_from=333.337.search-card.all.click

模块六 工业催化剂的评价与测试

【学习目标】

了解催化剂的活性测试的基本概念，掌握催化剂活性的测定方法和宏观物性表征方法。

【课程内容】

1. 催化剂活性的测定
2. 催化剂的宏观物性及其测定
3. 催化剂抗毒性能的评价
4. 工业催化剂寿命的考察

【重点、难点】

1. 催化剂活性的测定、宏观性质的测定及抗毒性的评价。
2. 难点：如何根据宏观物性的表征结果结合活性数据进行分析和解释。

【教学方法】

讲授法：使用多媒体课件讲解催化剂的宏观物性及其活性测定、工业催化寿命的评价，通过图表、动画等形式帮助学生理解应用宏观物性评价工业催化剂的各项性能。

讲授过程中注意与学生的互动，及时回答学生的问题，激发学生的学习

兴趣。

案例分析法：通过分析具体案例，如某种工业催化剂的活性、抗毒性能、寿命等，引导学生理解催化剂在实际工业中的应用和意义。

小组讨论法：组织学生进行小组讨论或全班讨论，分享各自对工业催化剂各种宏观物性的评价。鼓励学生提出疑问和见解，通过讨论交流促进思维碰撞和认知深化。

【学习要求】

课前认真预习相关内容，课堂认真听讲，完成课后习题巩固课堂学习内容。

【复习与思考】

催化剂活性的测定、宏观性质的测定及抗毒性的评价

【学习资源】

https://www.bilibili.com/video/BV1XR4y1G7ci/?spm_id_from=333.337.search-card.all.click

五、实践教学安排

本课程无实践学时安排、实践教学环节的设计等。

六、考核方式

（一）考核方式

课程考核方式分为过程性考核和期末考核。

过程性考核包括学风养成、课堂表现、平时作业等。

期末考核采用闭卷考试。

（二）考核方式与课程目标的关系

课程目标	考核内容及所占比例（%）	考核方式
课程目标 1 (40%)	催化作用的基本规律和基本原理50% 工业催化剂的基本要求50%	课堂表现、平时作业、期末考试
课程目标 2 (40%)	各类催化剂及其催化作用50% 工业催化剂的设计、制备50%	学风养成、平时作业、期末考试
课程目标 3 (20%)	工业催化剂使用评价与宏观物性测试100%	平时作业、期末考试

七、成绩评定

(一) 评定方式

总成绩 = 过程性考核成绩 (50%) + 期末考核成绩 (50%)。

过程性考核成绩 = 课堂表现 (30%) + 平时作业 (40%) + 学风养成 (30%)。

(二) 评分标准

序号	课程目标	评价项目	评分标准				
			90-100	80-89	70-79	60-69	0-59
			优	良	中	及格	不及格
1	课程目标 1	课堂表现	认真听课，积极互动，主动讨论，发言积极。	上课较认真，互动较积极，发言次数较多。	上课能作一点笔记，互动有一定自主性，能够发言。	上课不太认真，有互动但不多，很少发言。	听课很不认真，不互动也不发言。
2	课程目标 1/2/3	平时作业	按时完成作业，书写整齐，内容完整，没有少题、漏题，过程合理，结果正确。	按时完成作业，书写较为整齐，内容基本完整，没有故意的少题、漏题，少数结果有误。	按时完成作业，书写不太整齐，过程模糊，部分结果有误。	催交，或书写不太整齐，过程模糊，大部分结果有误。	作业内容不完整，没有达到作业要求。
3	课程目标 2	学风养成	主动学习，积极参与，按时完成任务，不缺勤、不迟到早退，展现高度自律。	表现积极，按时提交作业，课堂参与度高，学习态度认真。	基本遵守纪律，按时完成部分任务，课堂参与一般。	偶尔拖延，参与度和作业完成情况一般，需加强自律。	缺勤较多，作业提交不及时，学习态度消极，缺乏参与。
4	课程目标 1/2/3	期末考核	详见期末试题评分标准				

八、选用教材

教材名称	编者	出版社	出版时间	是否马工程教材	备注
《工业催化》	黄仲涛	化学工业出版社	2006	否	

九、主要参考书目

1. 廖代伟.《催化科学导论》.北京：化学工业出版社.2006.5
2. 吴越.《催化化学》.北京：科学出版社.1995
3. 吴清辉.《表面化学与多相催化》.北京：化学工业出版社.1991
4. 储伟.《催化剂工程》.成都：四川大学出版社.2006
5. 高中正.《实用催化》.北京：化学工业出版社.
6. 甄开吉.《催化作用基础》第三版.北京：科学出版社.2005.2

十、课程学习建议

1. 掌握基础概念：通过习题练习来巩固所学知识，加深对概念的理解；尝试解决不同难度和类型的题目，提高解题能力和思维灵活性。
2. 构建知识网络：将所学的知识点串联起来，形成完整的知识体系。理解不同知识点之间的联系和区别，提高综合运用能力。
3. 利用网络资源：利用互联网资源，如在线课程、学习网站、学术论坛等，获取更多的学习资料和信息。通过网络学习，可以更加灵活地学习无机化学知识。
4. 定期复习和总结：定期复习已学知识，巩固记忆和理解。对学习过程中的经验和教训进行总结，不断完善学习方法。



应用化学专业

《精细化学品合成》

课程大纲

晋中学院化学化工系

2023年8月

《精细化学品合成》课程大纲

一、课程信息

课程名称	精细化学品合成 / Chemical synthesis of fine chemicals		
课程编码	230910906C	适用专业	应用化学
先修课程	有机化学, 化工原理	修读学期	第六学期
课程类别	模块二 精细化工	课程性质	<input type="checkbox"/> 必修 <input checked="" type="checkbox"/> 选修
课程学分	2	考核方式	<input type="checkbox"/> 考试 <input checked="" type="checkbox"/> 考查
课程学时	32 学时 (理论学时 32, 实践学时 0)		
执笔人	路 敏	审核人	张保柱

二、课程简介

精细化学品合成是应用化学专业学生的专业任选课, 是为了适应现代化工行业的发展需要, 培养具备精细化工知识, 能够从事精细化工教学、科研、生产应用等方面工作的专业人才。

通过本课程的学习, 学生将掌握精细化学品的基础理论、合成技术与应用知识, 提升实验设计与操作能力, 强化问题解决与创新能力。同时, 课程注重环保与可持续发展理念, 增强学生的社会责任感与法律意识。最终, 学生将形成扎实的专业基础、良好的实践能力和创新思维, 为成为精细化学品合成领域的专业人才奠定坚实基础, 将来能从事精细化学(表面活性剂、化妆品、工业助剂、涂料与粘合剂、油田化学品等)方面教学、科研、生产等方面的工作。

三、课程目标

(一) 课程目标

通过本课程的学习, 学生可以达到以下目标:

课程目标 1: 通过本课程学习, 使学生了解精细化学品的概念、应用以及发展趋势, 了解其最新的科技动态。【毕业要求 1: 工程知识】

课程目标 2：通过本课程学习，使学生掌握各种精细化学品的结构特征、功能与实际应用。【毕业要求 3：设计开发解决方案】

课程目标 3：通过本课程学习，使学生了解精细化学品的分类特点，熟悉重要精细化工产品的配方及生产工艺。【毕业要求 11：项目管理】

(二) 课程目标与毕业要求的关系

课程目标	支撑的毕业要求	支撑的毕业要求指标点
课程目标 1	毕业要求 1： 工程知识	1.2 能用数学、自然科学、工程基础和专业知 识建立复杂精细化学工程问题的解决途 径。
课程目标 2	毕业要求 3： 设计开发解决方案	3.2 能够对应用化学中的专业知识对设计方 案进行综合与评价，并体现创新意识。
课程目标 3	毕业要求 11： 项目管理	11.2 了解化工工程及环保产品全周期、全流 程的成本构成，能够在多学科环境中将工 程管理原理与经济决策方法用于化工工 程设计及工艺的优化。

四、课程内容

(一) 课程内容与课程目标的关系

课程内容	支撑的课程目标	教学方法	学时安排
概述	课程目标 1, 2	讲授法、讨论法	2
基本精细合成原理	课程目标 1, 2, 3	讲授法、讨论法	6
涂料	课程目标 1, 2, 3	讲授法、讨论法	8
合成材料助剂	课程目标 1, 2, 3	讲授法、讨论法	8
表面活性剂	课程目标 1, 2, 3	讲授法、讨论法	8
合计			32

(二) 课程内容

模块一 概述

【学习目标】

1. 了解精细化工产品的基本概念。
2. 了解精细化工产品的应用背景。

【课程内容】

1. 精细化工产品的特点
2. 精细化工产品的分类
3. 精细化工产品的发展趋势

【重点、难点】

1. 重点：精细化学品的特点，分类以及发展趋势。
2. 难点：精细化学品的特点和分类。

【教学方法】

讲授法：讲授细化工产品的基本概念，发展历史以及应用背景。

【学习要求】理解精细化学品定义与特点，掌握分类及应用领域。概述合成技术基础，分析发展现状与未来趋势。重视环保与可持续发展，探讨典型产品案例。了解相关法律法规与安全要求，培养创新思维与问题解决能力。

【复习与思考】

1. 精细化工产品的特点有哪些？
2. 精细化工产品有哪些类型？

【学习资源】 中国大学 MOOC 《精细化学品生产技术》

模块二 基本精细合成原理

【学习目标】

1. 了解精细有机合成的基础理论知识。
2. 掌握五种类型合成反应的特点和反应机理。
3. 掌握五种类型合成反应的典型应用实例。

【课程内容】

1. 取代反应
2. 加成反应和消除反应
3. 还原反应
4. 氧化
5. 聚合反应及聚合物的化学反应

【重点、难点】

1. 重点：五种类型合成反应的机理、特点以及典型应用。
2. 难点：五种类型合成反应的机理。

【教学方法】

1. 讲授法：讲授五种常见合成反应的基本原理、特点与典型应用。
2. 研讨法：讨论新型的精细有机合成技术。

【学习要求】 深入理解合成基础原理，熟练掌握重要单元反应。学习原料资源高效应用，分析工艺设计特色与创新点。培养独立解决问题能力，强

化实践操作与实验技能。关注行业前沿动态，拓宽知识视野。养成终身学习习惯，持续提升专业素养。

【复习与思考】

1. 五种合成反应的定义、特点和反应机理，常见的试剂有哪些？
2. 五种合成反应的影响因素分别有哪些？

【学习资源】 中国大学 MOOC 《精细化学品生产技术》

模块三 涂料

【学习目标】

1. 了解合成涂料的种类及特点。
2. 掌握合成涂料的结构。
3. 熟悉合成涂料的应用。

【课程内容】

1. 概述
2. 涂料的基本原料
3. 涂料化学基本原理
4. 涂料的配方与生产工艺
5. 涂料的基本性能与检测
6. 涂料的贮运、施工与回收利用
7. 常用涂料产品性能与应用
8. 专用涂料与特种涂料简介
9. 环境友好涂料

【重点、难点】

1. 重点：涂料的定义、特点、分类以及作用原理。
2. 难点：代表性涂料产品的合成、性能、特点。

【教学方法】

1. 讲授法：讲授涂料的基本原料，涂料化学的基本原理，常用涂料产品的特点与应用。
2. 研讨法：讨论涂料的未来发展趋势。

【学习要求】 掌握涂料基础知识，了解常用原料及其性能。深入学习高分子物理与化学原理，明确涂料组成与分类。研究流变性与表面化学对涂料性能的影响，合理选择溶剂与颜料。重视涂料环保与安全，培养实验设计与应用能力，确保理论与实践相结合。

【复习与思考】

1. 涂料的命名原则是什么？

2. 涂料的基本组成是什么，各有什么作用？

【学习资源】中国大学 MOOC 《精细化学品生产技术》

模块四 合成材料助剂

【学习目标】

1. 了解合成材料的发展趋势。
2. 掌握合成材料助剂的种类及特点。
3. 熟悉合成材料助剂的应用。

【课程内容】

1. 增塑剂
2. 阻燃剂
3. 抗氧剂
4. 热稳定剂
5. 抗静电剂

【重点、难点】

1. 重点：增塑剂、阻燃剂、抗氧剂的结构、种类和作用机理。
2. 难点：增塑剂、阻燃剂、抗氧剂的结构和作用机理。

【教学方法】

1. 讲授法：讲授合成材料助剂的分类、作用机理以及选用。
2. 研讨法：讨论各种合成材料助剂分子结构的特点。

【学习要求】理解助剂基本概念，掌握主要类别及其作用机制。深入学习增塑剂作用机理，稳定剂分类与稳定化原理，及阻燃剂与阻燃技术。注重助剂选用与配伍性，考虑加工条件对助剂性能的影响，确保助剂优化应用于合成材料加工中。

【复习与思考】

1. 从化学结构的角度分类，增塑剂可分为哪几类？各有什么特点？
2. 什么是抗氧剂，胺类和酚类抗氧剂有何优缺点？分别举出其代表性品种。

【学习资源】中国大学 MOOC 《精细化学品生产技术》

模块五 表面活性剂

【学习目标】

1. 了解表面活性剂的发展趋势。
2. 掌握表面活性剂的种类及特点。
3. 掌握表面活性剂的结构。
4. 熟悉表面活性剂的应用。

【课程内容】

1. 概述
2. 表面活性剂的基本性质和应用原理
3. 阴离子型表面活性剂
4. 非离子型表面活性剂
5. 阳离子表面活性剂
6. 两性表面活性剂
7. 特种表面活性剂和功能性表面活性剂
8. 合成洗涤剂

【重点、难点】

1. 重点：掌握各种表面活性剂的定义、性质以及用途。
2. 难点：掌握阴离子以及两性表面活性剂的特点以及分类。

【教学方法】

1. 讲授法：讲授表面活性剂的基本性质、分类以及各种表面活性剂的结构和特点。
2. 研讨法：讨论不同表面活性剂的分子结构差异。

【学习要求】掌握表面活性剂定义，深入理解其分类与结构特征。学习表面活性参数与溶液行为，解析吸附机制与胶束形成原理。概览表面活性剂在洗涤、乳化等领域的应用，同时重视其对环境的影响及安全使用知识，确保理论与实践相结合。

【复习与思考】

1. 了解表面活性剂的结构特点及按离子类型的分类方法，举例说明。
2. 了解表面活性剂的 HLB 值的意义及不同类型的表面活性剂的 HLB 值。

【学习资源】中国大学 MOOC《精细化学品生产技术》

五、实践教学安排

在讲授基础上，引导学生查阅资料，并进行课后学习兴趣小组讨论，写出读书报告或心得感想，以培养学生综合分析问题的实践能力。

六、考核方式

（一）考核方式

课程考核方式分为过程性考核与期末考核。

过程性考核方式包括学风养成、课堂表现、平时作业。

期末考核采用闭卷考试。

(二) 考核方式与课程目标的关系

课程目标	考核内容及所占比例 (%)	考核方式
课程目标 1 (40%)	基本概念和基本知识: 40% 职业能力: 60%	课堂表现、平时作业、期末考试
课程目标 2 (40%)	基本概念和基本知识: 40% 职业素养与信念: 60%	学风养成、平时作业、期末考试
课程目标 3 (20%)	基本概念和基本知识: 50% 职业能力: 50%	平时作业、期末考试

七、成绩评定

(一) 评定方式

总成绩 = 过程性考核成绩 (50%) + 期末考核成绩 (50%)。

过程性考核成绩 = 课堂表现 (30%) + 平时作业 (40%) + 学风养成 (30%)。

(二) 评分标准

序号	课程目标	评价项目	评分标准				
			90-100	80-89	70-79	60-69	0-59
			优	良	中	及格	不及格
1	课程目标 1	课堂表现	认真听课, 积极互动, 主动讨论, 发言积极。	上课较认真, 互动较积极, 发言次数较多。	上课能作一点笔记, 互动有一定自主性, 能够发言。	上课不太认真, 有互动但不多, 很少发言。	听课很不认真, 不互动也不发言。
2	课程目标 1/2/3	平时作业	按时完成作业, 书写整齐, 内容完整, 没有少题、漏题, 过程合理, 结果正确。	按时完成作业, 书写较为整齐, 内容基本完整, 没有故意的少题、漏题, 少数结果有误。	按时完成作业, 书写不太整齐, 过程模糊, 部分结果有误。	催交, 或书写不太整齐, 过程模糊, 大部分结果有误。	作业内容不完整, 没有达到作业要求。
3	课程目标 2	学风养成	主动学习, 积极参与, 按时完成任务, 不缺勤、不迟到早退, 展现高度自律。	表现积极, 按时提交作业, 课堂参与度高, 学习态度认真。	基本遵守纪律, 按时完成部分任务, 课堂参与与一般。	偶尔拖延, 参与度和作业完成情况一般, 需加强自律。	缺勤较多, 作业提交不及时, 学习态度消极, 缺乏参与。

4	课程目标 1/2/3	期末 考核	详见期末试题评分标准
---	---------------	----------	------------

八、选用教材

教材名称	编者	出版社	出版时间	是否马工程教材	备注
精细化工产品的 合成及应用	程倡柏	大连理工大学 出版社	2014.2	否	

九、主要参考书目

1. 徐燕莉.表面活性剂的功能[M].北京：化学工业出版社，2000
2. 王世荣，李祥高，刘东志.表面活性剂化学[M].北京：化学工业出版社，2012
3. 陈宇，王朝晖，郑德.实用塑料助剂手册[M].北京：化学工业出版社，2007
4. 黄世强，孙争光，吴军.胶粘剂及其应用[M].北京：机械工业出版社，2012
5. 官仕龙.涂料化学与工艺[M].北京：化学工业出版社，2013
6. 马榴强.精细化工工艺学[M].北京：化学工业出版社，2008

十、课程学习建议

由于该门课程所涉及的知识点较多,内容非常广泛,在课堂教学中,可以延伸的知识点和知识面较多,这些知识点和知识面的延伸对学生后期的帮助较大,毕业后可以从事这方面的研究工作和产品的开发。因此,在课堂之外,希望大家提高学习的主观能动性,在已学章节基础上可以增强对其它章节的自学能力,为后期解决问题打下基础。同时,《精细化学品化学合成》是一门实践性较强的课程,在学习过程中应注重理论与实践相结合,通过典型实例实验不断培养自身的动手实践及创新能力。



应用化学专业

《药物化学》课程大纲

晋中学院化学化工系

2023年8月

《药物化学》课程大纲

一、课程信息

课程名称	药物化学 / Medicinal Chemistry		
课程编码	230910907C	适用专业	应用化学
先修课程	有机化学、生物化学等	修读学期	第六学期
课程类别	模块三 药物合成	课程性质	<input type="checkbox"/> 必修 <input checked="" type="checkbox"/> 选修
课程学分	2	考核方式	<input type="checkbox"/> 考试 <input checked="" type="checkbox"/> 考查
课程学时	32 学时（理论学时 32，实践学时 0）		
执笔人	马玲	审核人	张保柱

二、课程简介

《药物化学》是一门综合性学科，以化学药物为研究对象，化学和生物学的理论和方法为研究手段，研究化学药物的结构与性质、合成与设计、构效关系与药物代谢，以及药物和受体之间的作用，为寻找和发现新药提供方法和理论依据。药物化学作为连接化学与生命科学的交叉学科，为从事新药研发、药物提取、药物合成、药物结构改造等方面的工作提供专业人才，同时促进应用化学方向的本科毕业生可以跨学科参与药学方向的工作。在药物化学专业知识的学习过程中，我们建立以问题为导向，培养学生分析问题和解决问题的能力，提高学生批判性思维的理性思维能力，更好地解决现实问题。通过课程思政和专业课程的融合教学，提高学生的认知水平，进一步完善和提高学生们的积极学习态度和情感价值取向，培养具备制药化学基础知识和实验技能的高级专门人才，使他们能够在医药研究、药物开发、生产与管理等领域发挥重要作用。

三、课程目标

（一）课程目标

通过本课程的学习，学生可以达到以下目标：

课程目标 1：知识应用能力和药物设计能力。通过系统学习化学药物的发展和化学药物的结构和理化性质、药物活性、构效关系、药物代谢以及药物与受体相互作用的相关知识，理解化学药物的基础知识与基本理论；掌握化学药物的研究方法和基本技能，利用化学药物的知识迁移，进行药物合成路线和性质研究方案的设计、分析和评价。【毕业要求 1.2：工程知识】

课程目标 2：注重学生的体验过程和掌握学习方法。以学生发展为本，通过体验式学习系统的化学药物相关的理论知识和 PBL 教学方式培养的批判性思维能力，将化学药物的知识转化为自身具备的能力——面对化学药物相关的专业问题，提出合理的解决方案。在药物设计方面，体现创新意识，将解决问题能力和高级思维能力充分发挥出来，与社会需求相吻合，在正确价值观的引领下，实现个人价值和社会价值的有机统一，实现课程的高阶性，创新性和挑战度的统一。【毕业要求 3.2：设计开发】

课程目标 3：注重学生的沟通能力和终身学习能力。通过问题式学习（PBL）和具体的小组合作式学习方式推进体验式学习。能够就药物化学相关的复杂专业问题与他人进行有效沟通和交流。能够跟踪药物化学学术前沿，不断更新知识结构、提升职业素养，适应药物化学相关的职业发展。【毕业要求 11.2：项目管理】

（二）课程目标与毕业要求的关系

课程目标	支撑的毕业要求	支撑的毕业要求指标点
课程目标 1	毕业要求 1： 【工程知识】	1.2 能用数学、自然科学、工程基础和专业知识建立复杂精细化学工程问题的解决途径。
课程目标 2	毕业要求 3： 【设计开发】	3.2 能够对应用化学中的专业知识对设计方案进行综合与评价，并体现创新意识。
课程目标 3	毕业要求 11： 【项目管理】	11.2 了解化工工程及环保产品全周期、全流程的成本构成，能够在多学科环境中将工程管理原理与经济决策方法用于化工工程设计及工艺的优化。

四、课程内容

(一) 课程内容与课程目标的关系

课程内容	支撑的课程目标	教学方法	学时安排
模块一 药物化学的基础	课程目标 1、2、3	课堂讲授法 问题讨论法	4
模块二 中枢神经系统用药	课程目标 1、2、3	课堂讲授法 问题式学习 (PBL)	8
模块三 外周神经系统用药	课程目标 1、2、3	课堂讲授法 PBL、 对比讲授法	4
模块四 解热镇痛药与非甾体抗炎药	课程目标 1、2、3	课堂讲授法 问题讨论法	2
模块五 抗生素	课程目标 1、2、3	课堂讲授法 PBL	4
模块六 化学治疗药	课程目标 1、2、3	课堂讲授法 PBL 对比法 溯源法	6
模块七 抗肿瘤药	课程目标 1、2、3	课堂讲授法 文献调研	2
习题	课程目标 1、2、3		2
合计			32

(二) 课程内容

模块一 药物化学基础

【学习目标】

1. 学习认识化学药物，了解药物化学的发展历史。了解药物化学作为一门学科发展的必然性，认识我国药物化学发展的历史、成就及目前的状况。
2. 掌握药物的理化性质（分子量、分子形状、pKa、脂水分配系数、氢键、极性表面积，还有溶解度、渗透性和化学稳定性等）与药物活性之间的关系。
3. 深刻理解药物结构（电荷分布、官能团结构、立体异构、对映异构和构象异构）与药物理化性质、药物活性（构效关系）、药物转运、药物代谢（构代关系）的关系。
4. 学习药物化学的一些基本概念，如化学信使、受体、激动剂和拮抗剂

和靶点（受体、酶、离子通道和核酸），认识化学药物与这些概念发生的关系以及对它们的作用。

【课程内容】

1. 药物化学的研究内容和发展历程
2. 药物的理化性质对药物活性的影响
3. 药物结构对药物理化性质的影响
4. 药物结构对药物活性的影响
5. 药物结构对药物代谢的影响
6. 药物化学的一些基本概念

【重点、难点】

1. 重点：充分理解药物化学在国计民生中的重要作用；药物的理化性质与药物活性、构效关系、药物代谢过程以及受体、化学信号等基本概念。
2. 难点：药物的理化性质与药物活性和构效关系之间的关系。

【教学方法】

1. 课堂讲授。化学药物的理化性质（溶解性，脂水分配系数， pK_a ，渗透压等）与药物结构（官能团、键合作用、电荷分布和立体结构）的关系，药物结构（官能团、键合作用、电荷分布和立体结构）对药效和药物代谢的影响，从微观角度全方位讲解药物分子结构可能引起的的变化，从宏观角度介绍化学药物对各种疾病的治疗效果以及由其可能引发的相关副作用。

2. 问题讨论法。问题引导，师生互动。化学药物的理化性质和药物结构的具体内容以及相互之间的关系，由教师设问，学生讨论回答，这部分内容在之前的基础化学内容部分已经学习过了，在药物化学就是各种专业知识的综合应用。

【学习要求】

1. 理解与掌握学习目标中的知识。
2. 积极参与问题讨论，熟悉知识迁移。

【复习与思考】

1. 药物理化性质与药物性质的关系的具体体现（溶解度、分子量、脂水分配系数、解离度、渗透压等）。
2. 药物结构与药物活性之间的关系（氢键、电荷分布、官能团、立体构型、药物与受体的键合作用等）。
3. 药物代谢过程。

【学习资源】

教材；参考书资料；文献数据库；网易公开课电子资源。

模块二 中枢神经系统用药

【学习目标】

1. 掌握镇静催眠类药物的结构、化学名、理化性质及应用，解释其药物代谢过程，了解镇静催眠药的发展历程。

2. 掌握典型抗癫痫药的结构、化学名、性质及应用，熟悉生物电子等排体原理，了解抗癫痫药的发展历程；根据 pK_a 数值判断药物分子在不同 pH 环境下的存在形式；理解脂水分配系数概念，能根据脂水分配系数的大小判断其穿过血脑屏障的作用。

3. 了解非经典抗精神病药物的作用机制以及作用靶点，掌握拮合原理，理解“多靶点药物设计”的药物设计方法；掌握经典抗精神病药的结构类型、性质、构效关系、药物代谢及药物应用。

4. 认识抑郁症，了解化学药物治疗抑郁症的作用机制，熟悉其药物结构的分类，构效关系以及典型药物的相关物化性质、代谢过程和合成路线。

5. 了解阿片受体类镇痛药物的发展历程，掌握吗啡的结构及其结构改造方法、吗啡的构效关系，以及合成镇痛药的作用机制，构效关系；了解阿片样物质；熟悉拮抗剂和激动剂的概念。

6. 熟悉中枢兴奋药的作用机制和结构分类；了解中枢兴奋药的代谢和应用范围。

【课程内容】

1. 镇静催眠药
2. 抗癫痫药
3. 抗精神病药
4. 抗抑郁药
5. 阿片受体镇痛药
6. 中枢兴奋药

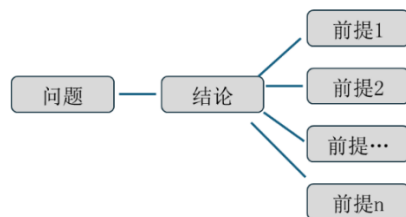
【重点、难点】

1. 重点：血脑屏障；中枢神经系统用药的作用机制；药物结构类型；药物的构效关系，重点药物的结构、性质、代谢路径和合成路线；生物电子等排体；拮合原理；拮抗剂和激动剂。

2. 难点：药物的作用机制、构效关系、代谢路径和药物合成；生物电子等排体的概念和应用；拮合原理的应用。

【教学方法】

1. 问题式学习法（PBL）的建立。树立批判性思维的概念，即用专业知识解决专业问题。框架如下所示：



以问题为导向，前提作为依据，进行推导，得出结论，即论证的过程。例如讲解合成镇痛药的结构分类时采取 PBL 进行讲解。问题（吗啡结构的基础上如何进行结构改造？），结论（改变吗啡环结构，断键和改变某些位置的官能团或者取代基），依据（改变结构后，药物依然有镇痛活性，事实证明如此）。

2. 课堂讲授法。抗抑郁药，基于去甲肾上腺素药物再摄取抑制剂药物的作用机制，教师以讲授方式为主，讲解此药物发挥作用的作用机制。

【学习要求】

1. 熟悉 PBL 教学方法以及批判性思维方法。
2. 积极参与问题讨论，认真分析案例，积极进行知识迁移。

【复习与思考】

1. 构效关系的理解和应用。
2. 脂水分配系数的应用。
3. 中枢神经系统用药的作用机制。
4. 药物代谢的方式。

【学习资源】

纸质题库；教材；文献数据库；网易公开课电子资源。

模块三 外周神经系统用药

【学习目标】

1. 认识外周神经系统、交感神经系统和副交感神经系统；了解传出神经递质和传出神经受体，重点熟悉乙酰胆碱受体和肾上腺素受体；理解激动剂（拟似药）和拮抗剂（阻断剂）。

2. 熟悉拟胆碱药物和抗胆碱药物的结构、分类以及作用机制；掌握胆碱酯酶抑制剂类药物的作用机制和典型药物。理解 N 型受体拮抗剂和 M 型受体拮抗剂的作用机制和典型药物。

3. 了解拟肾上腺素药物的结构特征、构效关系和典型药物肾上腺素的性质；了解抗肾上腺素药物的作用机制、结构特征、构效关系和典型药物的性质；比较拮抗剂和激动剂的作用。

【课程内容】

1. 外周神经系统基础知识
2. 拟胆碱药物和抗胆碱药物
3. 拟肾上腺素药物和抗肾上腺素药物

【重点、难点】

1. 重点：交感神经和副交感神经的作用；传出神经递质和传出神经受体；拟胆碱药和抗胆碱药的作用机制和构效关系；拟肾上腺素药物和抗肾上腺素药物的作用机制、构效关系和典型药物；激动剂和拮抗剂。

2. 难点：交感神经和副交感神经的作用；药物的构效关系。

【教学方法】

1. 课堂讲授法。教师以讲授方式为主，讲解外周神经系统，交感神经系统和副交感神经系统，介绍乙酰胆碱受体的拮抗剂和激动剂。

2. 问题式学习法（PBL）。以拮抗剂和激动剂的作用为切入点，设计作用于乙酰胆碱受体的药物，把握药物作用与受体的逻辑关系。

3. 对比讲授法。这部分的内容其作用是相反的，例如，交感神经和副交感神经的作用，拮抗剂和激动剂的作用。所以，这一模块，借助对比的方法学习概念、药物的作用机制和药物的应用。

【学习要求】

1. 熟悉批判性思维，问题引导，注重论证过程的逻辑关系。
2. 利用对比的方法，有利于理解比较抽象的不具体的定义。

【复习与思考】

1. 交感神经系统和副交感神经系统。
2. 乙酰胆碱受体的激动剂和拮抗剂。
3. 肾上腺素受体的激动剂和拮抗剂。

【学习资源】

纸质题库；教材；文献数据库；网易公开课电子资源；图书资料。

模块四 解热镇痛药和非甾体抗炎药

【学习目标】

1. 掌握解热镇痛药和非甾体抗炎药的作用机制及作用受体，主要药物的分类、结构、化学名、理化性质以及药物的构效关系。

2. 掌握药物的药效与脂水分配系数之间的关系，理解前药的概念及在药物设计中的应用。

3. 熟悉靶向药物的设计思路和过程。

【课程内容】

1. 解热镇痛药
2. 非甾体抗炎药

【重点、难点】

1. 重点：解热镇痛药和非甾体抗炎药的结构分类和构效关系，重点药物的结构、性质以及药物合成。

2. 难点：药物的脂水分配系数与药效的关系；前药的设计。

【教学方法】

1. 课堂讲授法。在解热镇痛药和非甾体抗炎药的作用机制基础上，讲授解热镇痛药的发展历史和结构改造以及构效关系。

2. 问题讨论，师生互动。以具体药物的化学结构为基础，进行化学性质分析，可能的代谢路径，最后根据课本内容一一核实。

【学习要求】

1. 熟悉批判性思维，主动设问，有依有据，客观呈现。
2. 积极参与结构分析，总结构效关系。

【复习与思考】

1. 解热镇痛药和非甾体抗炎药的作用机制。
2. 构效关系的理解和应用。
3. 前药的应用。

【学习资源】

纸质题库；教材；文献数据库；网易公开课电子资源。

模块五 抗生素

【学习目标】

1. 了解 β -内酰胺类抗生素的发展和作用机制，熟悉其结构特点、分类和构效关系，了解半合成青霉素和头孢菌素的结构改造方法和一般的合成方法；掌握青霉素的理化性质及代谢产物；掌握典型药物的结构、理化性质和临床应用。

2. 了解四环素类抗生素的结构特点、临床应用及毒副作用；熟悉天然四环素类抗生素的理化性质。

3. 了解氨基糖苷类抗生素的结构特点、临床应用及毒副作用。了解其产生耐药性的主要原因以及其结构改造的方法。

4. 了解大环内酯类抗生素的作用机制、结构特点及临床应用；熟悉红霉素、罗红霉素、阿奇霉素等典型药物的作用特点。

5. 掌握氯霉素的结构、理化性质及临床应用；熟悉其合成方法。

【课程内容】

1. β -内酰胺类抗生素
2. 四环素类抗生素
3. 氨基糖苷类抗生素
4. 大环内酯类抗生素
5. 氯霉素

【重点、难点】

1. 重点：抗生素药物的作用机制；各类抗生素的结构特点及和构效关系；重点药物的结构、性质、临床应用和毒副作用。

2. 难点：重点药物的结构、性质、临床应用、毒副作用以及耐药性。

【教学方法】

1. 课堂讲授法。教师以讲授方式为主，讲解抗生素的作用机制，药物的结构修饰和构效关系。

2. 问题式学习法（PBL）。以抗生素药物的结构为切入点，对药物进行结构修饰，结构修饰的依据以及与药物效果之间的逻辑关系。

【学习要求】

1. 练习 PBL 法，专注于论证过程的论点，论据和结论之间的逻辑关系。
2. 分组讨论，掌握学习目标中的内容。

【复习与思考】

1. 药物的结构改造和构效关系。
2. 脂水分配系数的应用。
3. 药物的作用机制和药物改造的方法。

【学习资源】

纸质题库；教材；文献数据库；网易公开课电子资源；图书资料。

模块六 化学治疗药

【学习目标】

1. 认识喹诺酮类药物的发展概况；掌握喹诺酮类药物的化学结构特征和药效特点；熟悉其作用机制、构效关系、结构与毒性的关系；掌握典型药物的结构、化学名、理化性质、体内代谢、合成和用途。掌握磺胺类抗菌药及其增效机制，理解代谢拮抗理论（抗代谢理论）对药物研发的重要性。比较磺胺类药物和喹诺酮类药物的发展历程，构建化学药物的研发理念。熟悉抗真菌抗生素的结构及药效特点。

2. 掌握抗病毒药的设计以及作用机制；掌握其化学名称、药物结构、理化性质、体内代谢、合成及用途。熟悉抗病毒药物的研究进展，了解阿昔洛韦的作用机制和 HIV 蛋白酶抑制剂的研究状况。

【课程内容】

1. 喹诺酮类和磺胺类抗菌药
2. 抗结核药
3. 抗真菌药
4. 抗病毒药

【重点、难点】

1. 重点：代谢拮抗理论和增效机制；磺胺类抗菌药的作用机制、体内代谢和药物设计方法；喹诺酮类药物的化学结构特征、作用机制、构效关系、结构与毒性的关系；抗病毒药的设计以及作用机制；HIV 蛋白酶抑制剂的研究状况。

2. 难点：代谢拮抗理论和增效机制；磺胺类抗菌药的作用机制、体内代谢和药物设计方法；抗病毒药的设计以及作用机制；HIV 蛋白酶抑制剂的研究状况。

【教学方法】

1. 问题导向——对比法。

正常代谢过程：对氨基苯甲酸+二氢蝶啶焦磷酸酯。

药物抗代谢过程：磺胺类药物+二氢蝶啶焦磷酸酯。

2. 课堂讲授法。教师讲合成抗菌药的发展历程，引导学生对比代谢过程，总结增效作用机制。

3. 比较法。对比抗生索的研究方法，研究抗病毒药物的设计理念。

4. 溯源研究方法。根据文献研究结果，介绍 HIV 病毒的溯源，追踪到全球第一列艾滋病患者。按此种方法，可以根据溯源法，建立我们的学习档案，或者其他各自感兴趣的事情。

5. 课堂讲授法。教师讲病毒代谢过程，引导学生对比抗生索的作用机制，总结抗病毒药物的可能的作用机制。

【学习要求】

1. 熟练对比法，进行知识迁移。
2. 分组讨论。熟练对比法，进行知识迁移。
3. 了解溯源研究方法。

【复习与思考】

1. 抗代谢理论和增效机制。

2. 抗病毒药的作用机制和药物的构效关系。
3. 思考药物发展历程对合成药物研发的启示。

【学习资源】

纸质题库；教材；文献数据库；网易公开课电子资源；图书资料。

模块七 抗肿瘤药

【学习目标】

1. 了解烷化剂的发展，熟悉烷化剂类药物的结构类型和作用机制；掌握盐酸氮芥、环磷酸胺、顺铂的结构、理化性质、体内代谢及作用特点。了解金属配合物作为抗肿瘤药物的发展及构效关系。
2. 了解抗代谢药物的发展。熟悉抗代谢药物的设计原理及作用机制。掌握氟尿嘧啶、巯嘌呤的结构、理化性质及临床应用。熟悉盐酸阿糖胞苷和甲氨蝶呤的结构、临床应用和合成方法。
3. 了解抗肿瘤药物抗生素的发展及作用机制。
4. 了解抗肿瘤植物药及衍生物的发展和作用机制。熟悉喜树碱类、长春碱类及紫杉烷类抗肿瘤药物的结构特点及临床应用。

【课程内容】

1. 生物烷化剂
2. 抗代谢类药物
3. 抗肿瘤抗生素
4. 植物抗肿瘤成分及其衍生物

【重点、难点】

1. 重点：抗肿瘤药物的作用机制。
2. 难点：肿瘤代谢过程的信号转导。

【教学方法】

1. 课堂讲授法。教授肿瘤代谢过程，细胞分裂过程和肿瘤细胞信号转导过程。
2. 文献调研。调研和讲解肿瘤细胞信号转导相关的内容。

【学习要求】

文献调研方法。

【复习与思考】

1. 细胞分裂过程。
2. 肿瘤细胞信号转导过程。

【学习资源】

纸质题库；教材；文献数据库；网易公开课电子资源；图书资料。

五、实践教学安排

本课程为理论类课程，无专门的实践教学学时。但是，我们为了提高学生的综合实践能力，设置了小组调研活动，并且以 ppt 翻转课堂和学习报告的方式呈现，成绩计入过程性评价部分。

对所学的章节内容进行分组学习活动（具体章节内容按照学生人数设置）。

每组一个药物，从八个方面进行调研和讨论，形成一份学习报告。这八个方面分别是：①药物应用调研（医院用药）：一线药物（首选药物）、二线药物、三线药物；②药物治疗的疾病；③疾病产生的原因；④药物发展沿革；⑤药物作用机制（机理）——药物作用的靶点、路径、副作用等等；⑥药物的构效关系——结构与药效的关系、结构改造、特点等等；⑦药物的理化性质——物理、化学、保存、服用、代谢；⑧药物的发展方向。

学习报告的指导原则：

1. 批判性思维的理念指导，充分展示论证过程。
2. 激发主动性，调动潜在能量，在结构框架下，理清脉络，通过写作，输出，表达自己对某个问题的看法和思考过程，更重要的是提出自己的理解和看法。
3. 每位学生参与小组活动，组内完成协商工作，针对小组的工作，遇到的问题，增进学生之间的交流。
4. 以 ppt 汇报展示，学习报告呈现学习过程。

六、考核方式

（一）考核方式

总成绩 = 过程性考核成绩（50%）+ 期末考核成绩（50%）。

过程性考核成绩 = 学风养成（20%）+ 课堂表现（30%）+ 平时作业（30%）+ 书面研究报告（20%）。

（二）考核方式与课程目标的关系

课程目标	考核内容	考核方式
课程目标 1 (40%)	化学药物的发展和化学药物的结构和理化性质、药物活性、构效关系、药物代谢以及药物与受体相互作用的相关知识，理解化学药物的基础知识与基本理论：约占20%； 相关药物的作用机制研究内容：10%； 各类药物的理化性质知识内容：约占50%； 药物基础知识的综合应用：约占20%。	过程性考核、 期末考试
课程目标 2 (30%)	掌握化学药物的研究方法和基本技能：约占50%； 利用化学药物的知识迁移，进行药物合成路线和性质研究方案的设计、分析和评价：约占50%；	过程性考核、 期末考试
课程目标 3 (30%)	在药物设计方面，体现创新意识，将解决问题能力和高级思维能力充分发挥出来，在药物设计方面的应用：30%； 根据药物相关的知识。分析前沿报道的理论依据：20%； 更新知识结构、提升职业素养，适应药物化学相关的职业发展。积极参与合作教学的自我点评、小组点评和他人点评：50%	过程性考核、 期末考试

七、成绩评定

(一) 评定方式

总成绩 = 过程性考核成绩 (50%) + 期末考核成绩 (50%)。

过程性考核成绩 = 学风养成 (20%) + 课堂表现 (30%) + 平时作业 (30%) + 书面研究报告 (20%)。

(二) 评分标准

序号	课程目标	评价项目	评分标准				
			90-100	80-89	70-79	60-69	0-59
			优	良	中	及格	不及格
1	课程目标 1	课堂表现	认真听课，积极互动，主动讨论，发言积极。	上课较认真，互动较积极，发言次数较多。	上课能作一点笔记，互动有一定自主性，能够发言。	上课不太认真，有互动但不多，很少发言。	听课很不认真，不互动也不发言。

2	课程目标 1/2/3	平时 作业	按时完成作业，书写整齐，内容完整，没有少题、漏题，过程合理，结果正确。	按时完成作业，书写较为整齐，内容基本完整，没有故意的少题、漏题，少数结果有误。	按时完成作业，书写不太整齐，过程模糊，部分结果有误。	催交，或书写不太整齐，过程模糊，大部分结果有误。	作业内容不完整，没有达到作业要求。
3	课程目标 2	学风 养成	主动学习，积极参与，按时完成任务，不缺勤、不迟到早退，展现高度自律。	表现积极，按时提交作业，课堂参与度高，学习态度认真。	基本遵守纪律，按时完成部分任务，课堂参与与一般。	偶尔拖延，参与度和作业完成情况一般，需加强自律。	缺勤较多，作业提交不及时，学习态度消极，缺乏参与。
4	课程目标 1/2/3	调研 报告	报告内容全面深入，分析透彻，解决方案可行，逻辑清晰，资料引用规范，语言表达流畅，充分展现了学生对案例的深刻理解和独到见解。	报告内容完整，分析较为深入，提出的解决方案切实可行，逻辑结构基本清晰，资料引用较为充分，语言表达清晰，但在某些方面如创新性或深度上略显不足。	报告基本涵盖了案例的主要方面，但分析较为表面，解决方案较为传统，逻辑连贯性有待加强，资料引用和语言表达存在一定瑕疵，整体表现中等。	报告内容有所欠缺，分析不够深入，解决方案较为简单或存在不足，逻辑结构不够清晰，资料引用不充分或存在不规范之处，语言表达需提高，但基本完成了案例分析的任务。	报告内容严重缺失，分析肤浅甚至错误，未提出有效解决方案或方案完全不可行，逻辑混乱，资料引用严重不足或存在严重学术不端行为，语言表达极差，未能达到案例分析的基本要求。
5	课程目标 1/2/3	期末 考核	详见期末试题评分标准				

八、选用教材

教材名称	编者	出版社	出版时间	是否马工程教材	备注
《药物化学》 (第2版)	徐文方	高等教育出版社	2012.8	否	

九、主要参考书目

[1] 尤启东.《药物化学》(第四版).北京:化学工业出版社.2021年3月.

[2] 格雷厄姆 L. 帕特里克.《药物化学导论（原著第四版）》.北京：科学出版社.2012年5月.

[3] 李瑞芳.《药物化学教程》.北京：化学工业出版社.2006年5月.

[4] 杨宝峰.《药理学》（第八版）.北京：人民卫生出版社.2013年3月.

十、课程学习建议

1. 上课前一定要预习；
2. 上课时要跟着老师的节奏把课堂内容跟下来；
3. 课后要认真做作业，写总结；
4. 是不是要把知识点串起来，遇到不清楚地及时查询；
5. 组建学习小组，把学习内容和课后作业在组内讨论，尽量发言；
6. 有意识地进行批判性思维训练，对每一个问题习惯性进行论证过程。



应用化学专业

《药物分析》课程大纲

晋中学院化学化工系

2023年8月

《药物分析》课程大纲

一、课程信息

课程名称	药物分析 / Pharmaceutical Analysis		
课程编码	230910908C	适用专业	应用化学
先修课程	有机化学、无机化学、分析化学	修读学期	第六学期
课程类别	模块三 药物合成	课程性质	<input type="checkbox"/> 必修 <input checked="" type="checkbox"/> 选修
课程学分	2	考核方式	<input type="checkbox"/> 考试 <input checked="" type="checkbox"/> 考查
课程学时	32 学时（理论学时 32，实践学时 0）		
执笔人	李玉霞	审核人	张保柱

二、课程简介

《药物分析》课程可作为非药学专业学生学习药物相关课程的选修课程，通过本课程的教学使学生具备以下知识和能力：

1. 使学生掌握国内外药典的主要组成与内容，药物及其制剂的鉴别试验、杂质检查、含量测定和药品质量标准制订的基本规律和代表性药物的分析方法，熟悉药物的化学结构、理化特征、存在状况与分析方法选择之间的关系，了解药品质量控制中的新方法与新技术。

2. 使学生牢固树立要凭严格的质量要求的观念，正确理解和执行法定药品质量分析方法的操作和应用。具有正确认识、理解和评价药品质量的能力和独立分析问题和解决问题的能力。

3. 培养学生自学能力，使学生具备同时培养学生从事药物分析工作严谨的态度与公正公平的职业素养。

三、课程目标

（一）课程目标

通过该课程学习可培养学生具备药品全面质量控制的观念以及相应的知识技能，对学生在今后进行药品研究、生产、供应和临床使用过程中的分析检验工作，培养探索解决药品质量问题的基本思路和能力，均具有重要作用。

通过本课程的学习，学生可以达到以下目标：

课程目标 1：通过学习国内外药物质量标准及药品鉴别、检查、含量测定方法等，掌握我国药典中记载的主要常见药物及其制剂的主要标准，熟悉并了解国内外药品质量标准的情况，了解某些近代检测技术在药物分析中的应用，动向与发展，掌握常用的药品鉴别、检查、含量测定方法，建立良好的药物分析所需的知识基础。【毕业要求 1：工程知识】

课程目标 2：综合应用所学，在制订药品质量标准工作上以及分析方法的评价比较与选取上具备初步的设计创新能力，具备一定建立和考查药品质量分析方法的能力，和开展常规药品质量分析的能力，为今后从事药品检验工作及设计开发解决方案奠定基础。【毕业要求 3：设计开发解决方案】

课程目标 3：结合新药上市的质量标准制定等内容，设计以学生为主体、完成检验任务为目标的行动导向型课程内容，使学生结合实际学习知识内容并查阅文献，提出初步可采用的药物分析方法并将方法进一步进行优化，降低药物分析成本，提高分析的准确度和灵敏度，达到培养学生项目管理能力。【毕业要求 11：项目管理】

(二) 课程目标与毕业要求的关系

课程目标	支撑的毕业要求	支撑的毕业要求指标点
课程目标 1	毕业要求 1 【工程知识】	1-2 能用数学、自然科学、工程基础和专业知识建立复杂精细化学工程问题的解决途径。
课程目标 2	毕业要求 3 【设计开发解决方案】	3-2 能够对应用化学中的专业知识对设计方案进行综合与评价，并体现创新意识。
课程目标 3	毕业要求 11 【项目管理】	11-2 了解化工工程及环保产品全周期、全流程的成本构成，能够在多学科环境中将工程管理原理与经济决策方法用于化工工程设。

四、课程内容

(一) 课程内容与课程目标的关系

课程内容	支撑的课程目标	教学方法	学时安排
模块一、药物分析基础知识与药品标准	课程目标 1、2、3	讲授、自主学习	4
模块二、药物的鉴别试验	课程目标 1、2、3	讲授、问题学习	3

模块三、药物的杂质检查	课程目标 1、2、3	讲授、问题学习	3
模块四、药物制剂分析	课程目标 1、2、3	讲授、讨论法	4
模块五、容量法测定药物的含量	课程目标 1、2、3	讲授、问题学习	4
模块六、光谱法测定药物的含量	课程目标 1、2、3	讲授、问题学习	4
模块七、色谱法测定药物含量	课程目标 1、2、3	讲授、问题学习	4
模块八、中药与天然药物的分析	课程目标 1、2、3	讲授、讨论法	2
模块九、生物药物的分析	课程目标 1、2、3	讲授、问题学习	2
模块十、体内药物分析	课程目标 1、2、3	讲授、讨论法	2
合计			32

(二) 课程内容

模块一 药物分析基础知识与药品标准

【学习目标】

1. 能够掌握药物分析基础知识与药品标准内容；
2. 能够熟悉药品检验工作基本程序，药物分析工作的数据处理方法；
3. 明确药品质量管理规范的内容及目的。

【课程内容】

1. 药物化学的概念、研究对象、研究方法和任务，药物分析学科的性质与任务，药品质量管理规范；
2. 中国药典基本内容，常用国外药典；
3. 药品检验工作基本程序，药物分析工作的数据处理方法；
4. 药品质量管理规范的内容及目的。

【重点、难点】

1. 重点：药物分析学科的性质与任务，国家药品标准，药品质量管理规范，药物分析课程的学习要求；中国药典的基本内容。
2. 难点：药物分析工作的数据处理方法，中国药典的基本内容。

【教学方法】

1. 课堂讲授法：结合目录展开，讲授药物化学的概念、研究对象、研究方法和任务，药物分析学科的性质与任务，药品质量管理规范；中国药典基本内容，常用国外药典；药品检验工作基本程序，药物分析工作的数据处理

方法。

2. 自主学习法：引导学生学会查阅文献，积极主动的了解本学科研究的热点、难点问题，建立学习兴趣。

【学习要求】

1. 掌握药品质量控制的意义、药物分析的任务、药品质量检验依据---《中国药典》的结构与内容。以及药品检验工作的基本程序。

2. 掌握药品分析方法验证的内容、定义与计算方法；分析误差产生的原因和降低误差的方法；有效数字的位数确定与修约规则。

3. 了解主要外国药典的基本组成和《中国药典》的沿革；药品质量管理规范、规程；药物分析发展趋势。

【复习与思考】

1. 试述药典的特点；
2. 说明药品检验的一般程序；
3. 说明精密度的定义、表示方式与测定方法。

【学习资源】

1..<https://www.icourse163.org/learn/CPU-1001626011tid=1450223480#/learn/content>

2..<http://www.sfda.gov.cn>

模块二 药物的鉴别试验

【学习目标】

1. 能够解释典型化学法鉴别药物的原理并灵活应用于实际样品分析当中；
2. 熟悉药物的溶解度、晶型、重要的物理常数的定义及测定方法；
3. 能够分析影响鉴别试验的因素、鉴别试验专属性和灵敏度的意义与考察方法；

4. 了解药物的其他鉴别方法。

【课程内容】

药物鉴别概念、鉴别项目；溶解度、晶型、重要的物理常数的定义及测定方法；药品化学鉴别法（呈色反应、沉淀生成反应、荧光反应、生成气体反应）；药品的紫外光谱鉴别法、红外光谱鉴别法；药品的色谱鉴别法（薄层色谱、高效液相色谱法、气相色谱法）；影响鉴别试验的因素、专属性、灵敏度。

【重点、难点】

1. 重点：典型化学法、紫外光谱法、红外光谱法和色谱法鉴别药物的原理和应用。

2. 难点：影响鉴别试验的因素、鉴别试验的专属性、灵敏度意义与考察方法。

【教学方法】

1. 课堂讲授法：药物一般鉴别和专属鉴别；药物的性状；详细讲解药品化学鉴别法，包括呈色反应、沉淀生成反应、荧光反应、生成气体反应。

2. 问题学习法：引导学生积极主动的了解药物鉴别的重点、难点问题，带着问题去学习，让学习和思考相互进行，找出解决的方法。

【学习要求】

1. 掌握药品一般鉴别和专属鉴别方法；
2. 掌握药品化学鉴别方法原理；
3. 熟悉药物的一般性状定义及测定方法；
4. 熟悉影响鉴别试验的因素、鉴别试验专属性和灵敏度的意义与考察方法；
5. 了解光谱法和色谱法在药物鉴定中的典型应用。

【复习与思考】

1. 常用的鉴别方法有哪些？什么是一般鉴别？什么是专属鉴别？
2. 影响鉴别实验的因素有哪些？如何提高鉴别实验的灵敏度？

【学习资源】

1.. <https://www.icourse163.org/learn/CPU-1001626011tid=1450223480#/learn/content>

2.. <http://www.sfda.gov.cn>

模块三 药物的杂质检查

【学习目标】

1. 能够明确药物杂质限量的定义与计算方法；
2. 能够掌握一般杂质——氯化物、重金属、砷盐和残留溶剂的检查原理、方法和注意事项；
3. 能学会 TLC、HPLC、GC 法检查有关物质（特殊杂质）的原理和方法；
4. 能理解药物纯度概念、药物中杂质的来源与分类；
5. 能熟悉药物中其他一般杂质的检查原理、方法和注意事项；
6. 会药物中特殊杂质的其他检查方法并实际应用。

【课程内容】

药物杂质限量的定义与计算方法；一般杂质——氯化物、重金属、砷盐和残留溶剂的检查原理、方法和注意事项；TLC、HPLC、GC 法检查有关物质（特殊杂质）的原理与方法；药物的纯度概念、药物中杂质的来源与分类；

药物中其他一般杂质的检查原理、方法和注意事项；药物中特殊杂质的其他检查方法与应用。

【重点、难点】

1. 重点：一般杂质——氯化物、重金属、砷盐和残留溶剂的检查原理、方法和注意事项；掌握 TLC、HPLC、GC 法检查有关物质（特殊杂质）的原理与方法。

2. 难点：TLC、HPLC、GC 法检查有关物质（特殊杂质）的原理与方法。

【教学方法】

课堂讲授法：一般杂质——氯化物、硫酸盐、铁盐、重金属、砷盐、干燥失重等原理及方法，特殊杂质的检查方法 TLC、HPLC、GC 的原理和方法。

问题学习法：引导学生积极主动的了解药物的纯度概念、药物中杂质的来源与分类，带着问题去学习，让学习和思考相互进行，找出解决的方法。

【学习要求】

学会药物杂质来源、分类、杂质限量的计算方法。掌握一般杂质——氯化物、重金属、砷盐和残留溶剂的检查原理、方法和注意事项。熟悉特殊杂质的检查方法和原理。

【复习与思考】

1. 说明古蔡氏法检查砷盐的原理，以及与 Ag（DDC）法的区别；
2. 简述 TLC 法检查有关杂质的方法及其适用范围；
3. 限量检查；
4. 一般杂质。

【学习资源】

1. <https://www.icourse163.org/learn/CPU-1001626011tid=1450223480#/learn/content>

2. <http://www.sfda.gov.cn>

模块四 药物制剂分析

【学习目标】

1. 能够掌握制剂分析特点、含量限度表示方法、药物制剂的含量计算；
2. 能够分析片剂、注射剂中常用附加剂的种类、特性以及对某些测定方法的干扰和干扰的排除；
3. 能学会各种制剂的常规检查项目、片剂的含量均匀度、溶出度/释放度的检查方法；
4. 能熟悉常用复方制剂的分析方法和应用实例；
5. 能了解新技术制剂的分析特点、药用辅料的总体要求和质量标准内容。

【课程内容】

制剂分析特点、含量限度表示方法、药物制剂的含量计算；片剂、注射剂中常用附加剂的种类、特性以及对某些测定方法的干扰和干扰的排除；各种制剂的常规检查项目、片剂的含量均匀度、溶出度/释放度的检查方法；常用复方制剂的分析方法和应用实例；新技术制剂的分析特点、药用辅料的总体要求和质量标准内容。

【重点、难点】

1. 重点：制剂分析特点、含量限度表示方法、药物制剂的含量计算；片剂、注射剂中常用附加剂的种类、特性以及对某些测定方法的干扰和干扰的排除。

2. 难点：片剂、注射剂中常用附加剂的种类、特性以及对某些测定方法的干扰和干扰的排除。

【教学方法】

课堂讲授法：讲授制剂药特点、含量计算及常规检查项目含量均匀度、溶出度/释放度的检查方法。

讨论法：提出“药物制剂测定方法的干扰和干扰的排除”这一问题，引导学生结合讲授内容进行讨论。

【学习要求】

理解与掌握学习目标中的知识；

积极参与问题讨论，认真分析案例，能够熟练掌握药物制分析特点及含量计算。

【复习与思考】

1. 名词解释：重量差异，标示量，崩解时限，含量均匀度，溶出度，热源，细菌内毒素，可见异物。

2. 问答题

1) 药物制剂分析有何特点？

2) 什么是复方制剂？其分析有何特点？如何进行复方制剂分析？

3) 简述注射剂中常用抗氧剂的干扰与排除方法？

【学习资源】

1. 姚彤炜主编. 药物分析习题与考试指南，杭州：浙江大学出版社

2. 中国药典（2010年版）

3. 中国大学生慕课

模块五 容量法测定药物的含量

【学习目标】

1. 能够分析说明容量分析特点、滴定度与含量计算；
2. 掌握酸碱滴定法、氧化还原法、非水酸碱滴定法的滴定原理、测定方法、注意事项，以及在药物分析中的应用；
3. 能够熟悉其他容量分析法的滴定原理、测定方法与应用。

【课程内容】

容量分析特点、滴定度与含量计算；酸碱滴定法、氧化还原法、非水酸碱滴定法的滴定原理、测定方法、注意事项，以及在药物分析中的应用；其他容量分析法的滴定原理、测定方法与应用。

【重点、难点】

1. 重点：容量分析特点、滴定度与含量计算；掌握酸碱滴定法、氧化还原法、非水酸碱滴定法。
2. 难点：非水酸碱滴定法的滴定原理、测定方法。

【教学方法】

课堂讲授法：讲述容量法测定药物含量的特点、分类及含量计算；

问题学习法：提出“非水酸碱滴定法的滴定原理、测定方法”这一问题，引导学生结合讲授内容进行讨论。

【学习要求】

1. 理解与掌握学习目标中的知识；
2. 积极参与问题讨论，认真分析案例，能够熟练掌握容量法分析特点及含量计算。

【复习与思考】

1. 名词解释：滴定度，非水碱量法，剩余滴定法。
2. 问答题
 - 1) 简述碘量法原理及应用？
 - 2) 简述亚硝酸钠滴定反应条件，并对这些条件作出解释？

【学习资源】

- 1..<https://www.icourse163.org/learn/CPU-1001626011tid=1450223480#/learn/content>
- 2..<http://www.sfda.gov.cn>

模块六 光谱法测定药物的含量

【学习目标】

1. 能够掌握紫外法测定药物含量的原理，并学会其计算方法；

2. 能够通过常用比色法原理的学习，解释其主要条件、影响因素以及应用；

3. 能熟悉紫外-可见分光光度仪的校正与鉴定方法；
4. 能明白常用计算分光光度法消除干扰的原理与应用；
5. 能了解其他光谱法测定药物含量的原理与定量方法。

【课程内容】

紫外法测定药物含量的原理与计算方法；常用比色法原理、主要条件、影响因素与应用；紫外-可见分光光度仪的校正与鉴定方法；常用计算分光光度法消除干扰的原理与应用；其他光谱法测定药物含量的原理与定量方法。

【重点、难点】

1. 重点：紫外法测定药物含量的原理与计算方法。
2. 难点：计算分光光度法消除干扰的原理与应用。

【教学方法】

1. 课堂讲授法：讲述光谱法测定药物含量的特点、原理、影响因素、消除干扰及含量计算。

2. 问题学习法：提出“用紫外分光光度法测定药物含量，药物化学结构特征是什么？”这一问题，引导学生结合讲授内容进行讨论。

【学习要求】

学生提前复习分析化学中关于紫外分光光度法的原理，仪器，结构及测定方法，结合对药物分析中应用进行预习。

【复习与思考】

1. 名词解释：百分吸收系数；试剂空白；标准加入法
2. 问答题
 - 1) 简述巴比妥类药物结构与紫外吸收特征。如何利用这些性质来区别不同结构类型的该类药物？
 - 2) 简述酸性染料比色法的基本原理及其注意事项。

【学习资源】

1. <https://www.icourse163.org/learn/CPU-1001626011tid=1450223480#/learn/content>
2. <http://www.sfda.gov.cn>

模块七 色谱法测定药物含量

【学习目标】

1. 能够学会色谱法的系统适用性试验，含量测定方法和含量测定；

2. 能够分析掌握高效液相法的常用固定相、流动相、检测器，以及《中国药典》对仪器的要求；

3. 能够掌握常用气相色谱柱、检测器与适用范围，以及《中国药典》对色谱条件和仪器的要求；

4. 能够解释毛细管电泳法、分子排阻法和离子色谱法的原理和应用；

5. 能够描述手性高效液相法、超高效液相色谱法和常用色-质联用技术的原理并学会其在药物分析中的应用。

【课程内容】

色谱法的系统适用性试验，含量测定方法和含量测定；高效液相法的常用固定相、流动相、检测器，以及《中国药典》对仪器的要求；常用气相色谱柱、检测器与适用范围，以及《中国药典》对色谱条件和仪器的要求；毛细管电泳法、分子排阻法和离子色谱法的原理和应用；手性高效液相法、超高效液相色谱法和常用色-质联用技术的原理与应用。

【重点、难点】

1. 重点：色谱法的系统适用性试验，含量测定方法和含量测定。

2. 难点：高效液相法的常用固定相、流动相、检测器，以及《中国药典》对仪器的要求。

【教学方法】

1. 课堂讲授法：色谱法的系统适用性试验，含量测定方法和含量测定；气相色谱法和高效液相法的对照学习，主要从常用固定相、流动相、检测器，以及《中国药典》对仪器的要求；常用色谱柱、检测器与适用范围，以及《中国药典》对色谱条件和仪器要求。

2. 问题学习法：引导学生积极主动地了解气相色谱法和液相色谱法测定药物含量的条件，以及两种方法对药物结构特征的要求，带着问题去学习，让学习和思考相互进行，找出解决的方法。

【学习要求】

1. 理解与掌握学习目标中的知识；

2. 积极参与问题讨论，认真分析案例，能够熟练掌握色谱法测定药物含量的方法。

【复习与思考】

1. 名词解释：顶空进样法

2. 问答题：

1) 系统适用性试验包括哪些内容？

2) 试述气相色谱中标准溶液加入法的操作方法、含量计算和应用说明。

【学习资源】

1..<https://www.icourse163.org/learn/CPU-1001626011tid=1450223480#/learn/content>

2..<http://www.sfda.gov.cn>

模块八 中药与天然药物的分析

【学习目标】

1. 能够归纳中药分析的特点，掌握前处理、TLC 鉴别法和色谱法测定药效成分含量方法；
2. 能够对药物的性状、显微和其他理化鉴别法达到熟悉了解；
3. 能够熟悉中药的杂质检查项目和测定方法；
4. 了解中药指纹图谱和 DNA 分子标记鉴别法；其他中药含量测定方法。

【课程内容】

中药与天然药物之间的区别；中药分析的特点、前处理方法、TLC 鉴别法和色谱法测定药效成分含量；中药的性状、显微和其他理化鉴别法；中药的杂质检查项目和测定方法。了解中药指纹图谱和 DNA 分子标记鉴别法；其他中药含量测定方法。

【重点、难点】

1. 重点：中药分析的特点、前处理方法、TLC 鉴别法和色谱法测定药效成分含量。
2. 难点：TLC 鉴别法和色谱法测定药效成分含量。

【教学方法】

1. 课堂讲授法：讲述中药的特征、配伍性及中药用药理论，中药前处理方法及常用显微镜法以及中药的杂质检查项目和测定方法。
2. 讨论法：提出“中医和西医治病方法的区别”这一问题，引导学生结合讲授中药内容进行讨论。激发学生的爱国热情。

【学习要求】

1. 理解与掌握学习目标中的知识；
2. 积极参与问题讨论，认真分析案例，能够熟练中药的分析方法。

【复习与思考】

名词解释：中药饮片，中成药，天然药物，中药材与饮片的性状鉴别

【学习资源】

1..<https://www.icourse163.org/learn/CPU-1001626011tid=1450223480#/learn/content>

2..http://www.sfda.gov.cn

模块九 生物药物的分析

【学习目标】

1. 能够阐述生物药物分析的特点，归纳总结理化鉴别方法、杂质来源与分类、含量表示方法；
2. 能学会理化法和生化法测定生物药物的含量（效价）；
3. 能够了解生物药物的定义、特点、生化鉴别方法、特殊杂质与安全性安全性检查项目与测定方法；
4. 能够认识生物鉴别法和生物鉴定法和其他新的检测技术。

【课程内容】

生物药物分析的特点、理化鉴别方法、杂质来源与分类、含量表示方法；理化法和生化法测定生物药物的含量；生物药物的定义、特点、生化鉴别方法、特殊杂质与安全性安全性检查项目与测定方法。

【重点、难点】

1. 重点：生物药物分析的特点、理化鉴别方法、杂质来源与分类、含量表示方法。
2. 难点：理化法和生化法测定生物药物的含量。

【教学方法】

1. 课堂讲授法：讲述生物药物分析的特点、理化鉴别方法、杂质来源与分类、含量表示方法。
2. 问题学习法：引导学生积极主动地生物药物的分析特点，带着问题去学习，让学习和思考相互进行，找出解决的方法。

【学习要求】

1. 理解与掌握学习目标中的知识；
2. 积极参与问题讨论，认真分析案例，能够熟练生物药物的分析方法。

【复习与思考】

名词解释：生化药物，生物制品，效价测定

问答题：

1. 结合生物药本身的特性，简述生物药物分析的特点。
2. 简述酶法在生物药物分析中的应用。

【学习资源】

1..https://www.icourse163.org/learn/CPU-1001626011tid=1450223480#/learn/content

2..http://www.sfda.gov.cn

模块十 体内药物分析

【学习目标】

1. 能够掌握常用生物样品种类、采集、制备、储存，体内药物分析方法评价；
2. 能比较体内药物分析的特点、常用生物样品的预处理技术；
3. 能认识体内药物分析的意义、任务、常用分析方法，以及分析方法建立的一般步骤。

【课程内容】

常用生物样品的种类、采集、制备、储存，体内药物分析方法的评价；体内药物分析的特点、常用生物样品的预处理技术；体内药物分析的意义、任务、常用分析方法，以及分析方法建立的一般步骤。

【重点、难点】

1. 重点：常用生物样品的种类、采集、制备、储存，体内药物分析方法评价。
2. 难点：体内药物分析的特点、常用生物样品的预处理技术，如除蛋白质方法、提取分离方法等。

【教学方法】

1. 课堂讲授法：讲述生物药物的特征疗效特异、有效成分浓度低，稳定性差，分子量不确定以及分析检测的特点。
2. 讨论法：提出“体内药物分析与体外进行药物分析的异同”这一问题，引导学生结合讲授内容进行讨论。

【学习要求】

1. 理解与掌握学习目标中的知识；
2. 完成课后作业，积极参与问题讨论，认真分析案例，能够熟练体内药物的分析方法。

【复习与思考】

1. 简述体内药物分析方法建立的一般步骤。
2. 常用生物样本有哪些？如何让采集、储存？
3. 体内药物分析方法有哪些？各有何优缺点？

【学习资源】

1. <https://www.icourse163.org/learn/CPU-1001626011tid=1450223480#/learn/content>
2. <http://www.sfda.gov.cn>

五、实践教学安排

本课程为理论类课程，无专门的实践教学学时。该课程通过学习成果展示方式提升学生的实践运用能力。

六、考核方式

（一）考核方式

课程考核方式分为过程性考核与期末考核。

过程性考核方式包括学风养成、课堂表现和平时作业。

期末考核采用闭卷考试。

（二）考核方式与课程目标的关系

课程目标	考核内容及所占比例（%）	考核方式
课程目标 1（40%）	国外药典基本组成及药物质量标准知识（20%）； 我国药典中收载的主要常见药物及其制剂的主要标准知识（20%）； 我国药典常用的药品鉴别、检查、含量测定方法及基本概念，药品检验的基本程序等知识（60%）。	学风养成 期末考试
课程目标 2（30%）	综合应用药物分析的基本知识应用能力知识（20%）； 解决药物分析过程中关于鉴别、含量测定、检查的具体分析问题知识（60%）；对药物分析方法进行验证能力知识（20%）。	课堂表现 期末考试
课程目标 3（30%）	对特定药物进行分析检测方案的设计能力（50%）； 熟练掌握药品检验的各项流程：取样、性状观察、鉴别、检查、含量测定、填写原始记录及报告书职业素质能力（50%）。	平时作业 期末考试

七、成绩评定

（一）评定方式

总成绩 = 过程性考核成绩（50%）+ 期末考核成绩（50%）。

过程性考核成绩 = 学风养成 (30%) + 课堂表现 (30%) + 平时作业 (40%)。

(二) 评分标准

序号	课程目标	评价项目	评分标准				
			90-100	80-89	70-79	60-69	0-59
			优	良	中	及格	不及格
1	课程目标 1	学风养成	积极参与, 主动学习, 按时完成任务, 展现高度自律。	表现积极, 按时提交作业, 课堂参与度高, 学习态度认真。	基本遵守纪律, 按时完成度部分任务, 课堂参与一般。	偶尔拖延, 参与度和作业完成情况一般, 需加强自律。	频繁缺勤, 作业提交不及时, 学习态度消极, 缺乏参与。
2	课程目标 2	课堂表现	上课认真听讲, 配合老师, 勇于发言, 积极回答问题。	上课认真听讲, 勇于发言, 积极回答问题。	上课能够认真听讲, 敢于发言, 能够回答问题。	上课时有走神, 羞于回答问题, 正确率低。	不认真听讲, 能够回答问题, 但正确率极低。
3	课程目标 3	平时作业	按时完成作业, 书写整齐, 内容完整, 没有少题、漏题, 过程合理, 结果正确。	按时完成作业, 书写较为整齐, 内容基本完整, 没有故意的少题、漏题, 少数结果有误。	按时完成作业, 书写不太整齐, 过程模糊, 部分结果有误。	催交, 或书写不太整齐, 过程模糊, 大部分结果有误。	作业内容不完整, 没有达到作业要求, 或催交未果。
4	课程目标 1/2/3	期末考核	详见期末试题评分标准				

八、选用教材

教材名称	编者	出版社	出版时间	是否马工程教材	备注
药物分析	姚彤炜	浙江大学出版社	2011	否	

九、主要参考书目

1. 杭太俊 主编.《药物分析》(第 8 版).北京: 人民卫生出版社, 2016
2. 宋粉云, 傅强 主编.《药物分析》(第 2 版).北京: 人民卫生出版社科

学出版社，2019

3. 《中国药典》（2015 版）一部、二部、三部

4. 姚彤炜主编，药物分析习题与考试指南，杭州：浙江大学出版社，2011

5. 姚彤炜主编，药物分析习题与考试指南，浙江大学出版社

十、课程学习建议

本课程每章的文献阅读不少于 1 篇，通过阅读文献加强自主学习的能力。每章的基础知识点要形成思维导图，便于记忆和复习。



应用化学专业

《药物合成与技术》

课程大纲

晋中学院化学化工系

2023年9月

《药物合成与技术》课程大纲

一、课程信息

课程名称	药物合成与技术 / Synthesis of Essential Drugs		
课程编码	230910909C	适用专业	应用化学
先修课程	有机化学	修读学期	第五学期
课程类别	模块三 药物合成	课程性质	<input type="checkbox"/> 必修 <input checked="" type="checkbox"/> 选修
课程学分	2	考核方式	<input type="checkbox"/> 考试 <input checked="" type="checkbox"/> 考查
课程学时	32 学时（理论学时 32，实践学时 0）		
执笔人	高玲玲	审核人	张保柱

二、课程简介

药物合成与技术是药物化学的中心，是药物改造以及验证所设计药物的关键，只有掌握药物合成的基本方法，才能更好的进行药物的设计、改造和验证，将自己的设想付诸现实。《药物合成与技术》是制药工程专业的专业基础必修课。内容包括重要的药物合成反应如：卤化、烃化、酰化、缩合、重排、氧化和还原等常见的单元反应。各单元反应着重讨论反应物的结构、反应条件和反应方向、反应产物之间的关系，力求突出药物合成反应中反应物骨架、官能团或化学键变化的最根本特征和选择性控制方面的研究进展。通过本课程的学习，学生在学习有关基础课程后能系统地掌握药物制备中重要的有机合成反应，培养学生在实际药物合成工作中分析问题和解决问题的能力。

三、课程目标

（一）课程目标

通过本课程的学习，学生可以达到以下目标：

课程目标 1：能够熟悉药物合成反应的机理和基本知识及相应的基本技能，掌握反应物结构与产物之间的规律，重点药物合成反应之间的内在联系。【毕业要求 3：设计/开发解决方案】

课程目标 2：理解药物的结构特点和药物合成的本质。【毕业要求 7：环境

和可持续发展】

课程目标 3：熟悉几种常用的典型的药品制备和分析方法；具备较熟练的动手操作能力，综合运用所学知识分析和解决问题的能力。【毕业要求 11：项目管理】

（二）课程目标与毕业要求的关系

课程目标	支撑的毕业要求	支撑的毕业要求指标点
课程目标 1	毕业要求 3 【设计/开发解决方案】	3.2 能够对应用化学中的专业知识对设计方案进行综合与评价，并体现创新意识。
课程目标 2	毕业要求 7 【环境和可持续发展】	7.2 能够站在社会可持续发展的角度思考应用化学工程实践的可持续性，评价产品周期中可能对人类和环境造成的损害和隐患。
课程目标 3	毕业要求 11 【项目管理】	11.2 了解化工工程及环保产品全周期、全流程的成本构成，能够在多学科环境中将工程管理原理与经济决策方法用于化工工程设计及工艺的优化。

四、课程内容

（一）课程内容与课程目标的关系

课程内容	支撑的课程目标	教学方法	学时安排
模块一 绪论	课程目标 1、2、3	课堂讲授法 自主学习法	2
模块二 卤化反应	课程目标 1、2、3	课堂讲授法 自主学习法	6
模块三 烃化反应	课程目标 1、2、3	课堂讲授法 自主学习法	6
模块四 酰化反应	课程目标 1、2、3	课堂讲授法 自主学习法	6
模块五 缩合反应	课程目标 1、2、3	课堂讲授法 自主学习法	6
模块六 重排反应	课程目标 1、2、3	课堂讲授法 自主学习法	6
合计			32

(二) 课程内容

模块一 绪论

【学习目标】

1. 初步了解药物合成反应学科；
2. 了解化学制药工业的基本特点；
3. 熟悉药物合成反应的分类方法、原料及试剂的分类等。

【课程内容】

1. 药物基本知识；
2. 药物合成反应学科的研究对象、内容、任务和作用、分类方法及所用原料；
3. 化学制药工业的特点；
4. 药物合成的发展趋势。

【重点、难点】

1. 重点：药物合成反应学科的研究对象、内容、任务和作用、分类方法及所用原料。
2. 难点：药物合成反应学科的研究对象、内容、任务和作用、分类方法及所用原料。

【教学方法】

课堂讲授法：

1. 通过多媒体视频《药的历史，你知道吗？》《一款药是如何诞生的》展现出药物合成的发展历史和发展趋势；
2. 讲授药物合成反应学科的研究对象、内容、任务和作用、分类方法及所用原料及化学制药工业的特点。

【学习要求】

- (1) 了解药物基本知识，药物合成反应学科的研究对象、内容、任务和作用；
- (2) 具备运用所学的知识对药物合成反应有初步理解。

【复习与思考】

1. 了解药物合成的发展趋势；
2. 思考药物合成反应中如何发展绿色工艺。

【学习资源】

教材：

闻韧.《药物合成反应》(第3版).北京:化学工业出版社.2009.9

主要参考书:

- [1] 宋航.《药物与精细有机品合成》.北京:高等教育出版社.2009.1
- [2] 张胜建.《药物合成反应》.北京:化学工业出版社.2010.7
- [3] 姜凤超.《药物合成》.北京:化学工业出版社.2008.9
- [4] Michael B.Smith, Jerry March 编著,李艳梅译.《March 高等有机化学》原著(第5版).北京:化学工业出版社.2009.11

模块二 卤化反应

【学习目标】

熟悉卤化反应的类型、机理;了解卤化反应在药物合成中的应用。

【课程内容】

- 1-1 不饱和烃的卤加成反应
- 1-2 烃类的卤取代反应
- 1-3 醇、酚和醚的卤置换反应
- 1-4 羧酸的卤置换反应
- 1-5 其它官能团化合物的卤置换反应

【重点、难点】

1. 重点:烯丙位、苄基位碳原子上的卤取代反应和芳烃的卤取代反应;醇、酚和醚的卤置换反应。
2. 难点:卤代反应在药物合成中的应用。

【教学方法】

课堂讲授法:

卤化反应教学方法通过理论教学以全面提高学生的理解能力。首先讲授卤化反应的基本概念,即有机化合物中的氢或其他基团被卤素(氟、氯、溴、碘)取代生成含卤有机化合物的反应。解释卤化反应在有机合成中的重要性及其在不同领域(如医药、农药、染料等)的应用。分析影响卤化反应的主要因素,如芳烃取代基、卤化试剂、介质、反应温度等。通过实例说明这些因素如何影响反应速率、产率和产物结构。分析影响卤化反应的主要因素,如芳烃取代基、卤化试剂、介质、反应温度等。通过实例说明这些因素如何影响反应速率、产率和产物结构。

利用多媒体课件展示卤化反应的结构式、反应机理图、实验装置图等,帮助学生更直观地理解反应过程。

【学习要求】

- (1) 初步掌握卤化反应的基本理论概念;

(2) 了解卤化反应在药物合成中的应用。

【复习与思考】

1. 复习卤化反应基本概念和分类；
2. 关注卤化反应技术的最新发展动态和技术创新点。例如，新型催化剂的开发、反应条件的优化、反应机理的深入研究等。

【学习资源】

- [1] 宋航.《药物与精细有机品合成》.北京：高等教育出版社.2009.1
- [2] 张胜建.《药物合成反应》.北京：化学工业出版社.2010.7
- [3] 姜凤超.《药物合成》.北京：化学工业出版社.2008.9
- [4] Michael B.Smith, Jerry March 编著，李艳梅译.《March 高等有机化学》原著（第5版）.北京：化学工业出版社.2009.11

模块三 烃化反应

【学习目标】

用烃基取代有机分子中的氢原子，包括在某些官能团（如羟基、氨基、巯基等）或碳架上的氢原子，均称为烃化反应。此外，有机金属化合物的金属部分被烃基取代的反应，亦属于烃化范围。引入的烃基包括饱和的、不饱和的、脂肪的、芳香的，以及许多带有各种取代基的烃基。熟悉掌握各种氧、氮、碳原子上的烃化反应方法：（1）醇的 O-烃化反应（Williamson reaction、nucleophilic substitution、芳磺酸酯、环氧乙烷、烯烃等为烃化剂的反应）；（2）酚的 O-烃化反应（烃化剂的选择、位阻及螯合对烃化的影响、多元酚的选择性烃化等）；（3）O-烃化反应在酚、醇羟基的保护上的应用；（4）氮原子上的烃化反应[Gabriel reaction、仲、叔胺的制备；芳胺及杂环胺的 N-烃化]；（5）碳原子上的烃化反应（Friedel-Crafts reaction 的机理、定位效应、影响因素、催化剂的种类、溶剂的选择等）；（6）羰基化合物 α 位 C-烃化反应及其应用；（7）PTC 在烃化反应中的应用。

【课程内容】

- 2-1 烃化反应机理
- 2-2 氧原子上的烃化反应
- 2-3 氮原子上的烃化反应
- 2-4 碳原子上的烃化反应

【重点、难点】

1. 重点：Williamson reaction、nucleophilic substitution、芳磺酸酯、环氧乙烷、烯烃等为烃化剂的反应；O-烃化反应在酚、醇羟基的保护上的应用；

Gabriel reaction、仲、叔胺的制备；芳胺及杂环胺的 N-烃化；碳原子上的烃化反应。

2. 难点：碳原子上的烃化反应；羰基化合物 α 位 C-烃化反应及其应用；各种人名反应及其反应机理和应用。

【教学方法】

课堂讲授法：

烃化反应教学方法通过理论教学以全面提高学生的理解能力。首先讲授烃化反应的基本概念。解释烃化反应在有机合成中的重要性及其在不同领域（如医药、农药、染料等）的应用。分析影响烃化反应的主要因素，通过实例说明这些因素如何影响反应速率、产率和产物结构。

【学习要求】

- (1) 初步了解烃化反应的概念及应用；
- (2) 熟悉氧、氮、碳原子上的烃化反应方法。

【复习与思考】

1. 复习烃化反应基本概念和分类；
2. 关注烃化反应技术的最新发展动态和技术创新点。例如，反应条件的优化、反应机理的深入研究等。

【学习资源】

- [1] 宋航.《药物与精细有机品合成》.北京：高等教育出版社.2009.1
- [2] 张胜建.《药物合成反应》.北京：化学工业出版社.2010.7
- [3] 姜凤超.《药物合成》.北京：化学工业出版社.2008.9
- [4] Michael B.Smith, Jerry March 编著，李艳梅译.《March 高等有机化学》原著（第 5 版）.北京：化学工业出版社.2009.11

模块四 酰化反应

【学习目标】

本章主要介绍酰化反应。在有机物分子结构中的碳、氧、氮或硫原子上导入酰基的反应称为酰化反应，酰化反应的产物分别是酮（醛）、酰胺、酯或者硫醇酯。酰基是指含氧无机酸、有机酸或磺酸的分子结构中去掉羟基后所剩的部分，这里主要讨论的是导入有机酰基的酰化反应。熟悉并掌握氧、氮、碳原子上的酰化反应方法、重要的人名反应、机理。极性反转的概念及在亲核酰化反应中的应用（1）醇、酚的 O-酰化反应，酰化试剂的选择及其在基团保护方面的应用等；（2）氮原子上的酰化反应，酰化试剂的选择及其在基团保护方面的应用等；（3）碳原子上的酰化反应，介绍芳烃的酰化反应（Friedel-Crafts

reaction、Gattermann reaction、Vilsmerier reaction 等重要人名反应)、烯烃的 C-酰化反应,重点讲解羰基化合物的 α 位的 C-酰化;(4)介绍极性反转的概念及在亲核酰化反应中的应用。教学重点在于重要的人名反应及反应机理。教学难点在于极性反转。

【课程内容】

- 3-1 酰化反应机理
- 3-2 氧原子上的酰化反应
- 3-3 氮原子上的酰化反应
- 3-4 碳原子上的酰化反应
- 3-5 习题讲解

【重点、难点】

1. 重点:酰化反应的概念及应用;氧、氮、碳原子上的酰化反应方法、重要的人名反应、机理。
2. 难点:重要的人名反应及反应机理。

【教学方法】

课堂讲授法:

酰化反应教学方法通过理论教学以全面提高学生的理解能力。首先讲授酰化反应的基本概念。解释酰化反应在有机合成中的重要性及其在不同领域(如医药、农药、染料等)的应用。分析影响酰化反应的主要因素,通过实例说明这些因素如何影响反应速率、产率和产物结构。

利用多媒体课件展示酰化反应的结构式、反应机理图、实验装置图等,帮助学生更直观地理解反应过程。

【学习要求】

- (1)初步了解酰化反应的概念及应用;
- (2)熟悉氧、氮、碳原子上的酰化反应方法。

【复习与思考】

1. 复习酰化反应基本概念和分类;
2. 关注酰化反应技术的最新发展动态和技术创新点。例如,反应条件的优化、反应机理的深入研究等。

【学习资源】

- [1] 宋航.《药物与精细有机品合成》.北京:高等教育出版社.2009.1
- [2] 张胜建.《药物合成反应》.北京:化学工业出版社.2010.7
- [3] 姜凤超.《药物合成》.北京:化学工业出版社.2008.9
- [4] Michael B.Smith, Jerry March 编著,李艳梅译.《March 高等有机化学》

原著（第5版）.北京：化学工业出版社.2009.11

模块五 缩合反应

【学习目标】

本章主要介绍缩合反应，其广义为两个或多个有机化合物分子通过反应形成一个较大的反应或同一个分子发生分子内反应形成新的分子都可以称为缩合反应。反应过程中，一般同时脱去一些简单的小分子（如水、醇），也有些是加成缩合，不脱去任何小分子。就化学键而言，通过缩合反应可以建立碳-碳键以及碳-杂键。要求熟悉缩合化反应的类型、掌握重要的人名反应及机理。了解它们在药物合成中的应用。（1） α -羟烷基、卤烷基、氨烷基化反应（Aldol condensation、Tollens condensation、Claisen-Schimidt reaction、Cannizzaro reaction、安息香缩合、Reformatsky 反应、Grignard 及 Barbeir 反应、Blanc 反应、Mannich 反应、Pictet-Spengler 反应等人名反应）；（2） β -羟烷基反应； β -羰烷基化反应（重点讲解 Michael 反应机理及应用）；（3）亚甲基化反应（Wittig 反应、Wittig-Horner 反应、Knoevenagel 反应、Stobbe 反应、Perkin 反应等人名反应）；（4）Darzens 反应；（5）环加成反应（Diels-Alder 反应、1, 3-偶极加成反应）。教学难点即缩合反应在药物合成中的应用。

【课程内容】

- 4-1 缩合反应机理
- 4-2 α -羟烷基、卤烷基、胺烷基化反应
- 4-3 β -羟烷基、 β -羰烷基化反应
- 4-4 亚甲基化反应
- 4-5 α 、 β -环氧烷基化反应
- 4-6 环加成反应
- 4-7 习题解析

【重点、难点】

1. 重点：缩合反应的概念及应用； α -羟烷基、卤烷基、氨烷基化反应（Aldol condensation、Tollens condensation、Claisen-Schimidt reaction、Cannizzaro reaction、安息香缩合、Reformatsky 反应、Grignard 及 Barbeir 反应、Blanc 反应、Mannich 反应、Pictet-Spengler 反应等人名反应）。
2. 难点：重要的人名反应及反应机理。

【教学方法】

课堂讲授法：

首先介绍缩合反应的基本概念；解释缩合反应在有机合成中的重要性及其

在不同领域（如医药、农药、染料等）的应用；分析影响缩合反应的主要因素，通过实例说明这些因素如何影响反应速率、产率和产物结构。

利用多媒体课件展示缩合反应的结构式、反应机理图、实验装置图等，帮助学生更直观地理解反应过程。

【学习要求】

- (1) 初步了解缩合反应的概念及应用；
- (2) 熟悉缩合反应在有机化学中的重要性及其在不同领域（如药物合成、高分子材料制备等）的应用。

【复习与思考】

1. 复习缩合反应基本概念和分类；
2. 关注缩合反应技术的最新发展动态和技术创新点。例如，反应条件的优化、反应机理的深入研究等。

【学习资源】

- [1] 宋航.《药物与精细有机品合成》.北京：高等教育出版社.2009.1
- [2] 张胜建.《药物合成反应》.北京：化学工业出版社.2010.7
- [3] 姜凤超.《药物合成》.北京：化学工业出版社.2008.9
- [4] Michael B.Smith, Jerry March 编著，李艳梅译.《March 高等有机化学》原著（第5版）.北京：化学工业出版社.2009.11

模块六 重排反应

【学习目标】

本章主要介绍重排反应。重排反应是在同一分子内，一个基团从一个原子迁移至另一个原子而形成新分子的反应。大部分重排是迁移基团从一个原子迁移至到相邻的一个原子，称为 1,2-迁移，也有一些较大的迁移。要求熟悉重排化反应的类型、掌握重要的人名反应及机理。了解它们在药物合成中的应用。

(1) 从碳原子到碳原子的重排反应（Wagner-Meerwein rearrangement、Pinacol rearrangement）；(2) 从碳原子到杂原子的重排反应（Beckmann、Hofmann、Curtius、Schmidt 等人名反应）；(3) 从杂原子到碳原子的重排反应（Stevens、Sommelet-Hauser、Wittig 等重排反应）；(4) σ 键的 [3, 3] 迁移重排反应（Claisen、Cope 重排反应），重点掌握人名反应。

【课程内容】

- 5-1 重排反应机理
- 5-2 从碳原子到碳原子的重排
- 5-3 从碳原子到杂原子的重排

5-4 从杂原子到碳原子的重排

5-5 σ 键迁移重排

5-6 习题指导

【重点、难点】

1. 重点：重排反应的概念及应用。
2. 难点：重排反应的概念及应用。

【教学方法】

课堂讲授法：

首先介绍重排反应的基本概念。解释重排反应在有机合成中的重要性及其在不同领域（如医药、农药、染料等）的应用。分析影响重排反应的主要因素，通过实例说明这些因素如何影响反应速率、产率和产物结构。

利用多媒体课件展示重排反应的结构式、反应机理图、实验装置图等，帮助学生更直观地理解反应过程。

【学习要求】

- (1) 初步了解重排反应的概念及应用；
- (2) 熟悉重排反应在有机化学中的重要性及其在不同领域（如药物合成、高分子材料制备等）的应用。

【复习与思考】

1. 复习重排反应基本概念和分类，学习各类重排反应的定义、机理、反应条件及产物特点；
2. 关注重排反应技术的最新发展动态和技术创新点。例如，反应条件的优化、反应机理的深入研究等；
3. 思考重排反应在哪些领域具有潜在的应用价值，如药物合成、材料科学等。

【学习资源】

- [1] 宋航.《药物与精细有机品合成》.北京：高等教育出版社.2009.1
- [2] 张胜建.《药物合成反应》.北京：化学工业出版社.2010.7
- [3] 姜凤超.《药物合成》.北京：化学工业出版社.2008.9
- [4] Michael B.Smith, Jerry March 编著，李艳梅译.《March 高等有机化学》原著（第5版）.北京：化学工业出版社.2009.11

五、实践教学安排

通过观看药物合成相关视频使得学生对制药工艺流程有一定的了解。

六、考核方式

(一) 考核方式

课程考核方式分为过程性考核与期末考核。

过程性考核方式包括学风养成、课堂表现和平时作业。

期末考核采用闭卷考试。

(二) 考核方式与课程目标的关系

课程目标	考核内容及所占比例 (%)	考核方式
课程目标 1 (40%)	卤化反应、烃化反应基本概念和基本理论知识: 40%	平时成绩、期末考试
课程目标 2 (20%)	酰化反应、缩合反应基本概念及应用: 20%	平时成绩、期末考试
课程目标 3 (40%)	重排反应基本理论知识及应用: 40%	学风养成、平时成绩、期末考试

七、成绩评定

(一) 评定方式

总成绩 = 过程性考核成绩 (50%) + 期末考核成绩 (50%)。

过程性考核成绩 = 学风养成 (30%) + 课堂表现 (30%) + 平时作业 (40%)。

(三) 评分标准

序号	课程目标	评价项目	评分标准				
			90-100	80-89	70-79	60-69	0-59
			优	良	中	及格	不及格
1	课程目标 1	课堂表现	认真听课, 积极互动, 主动讨论, 发言积极。	上课较认真, 互动较积极, 发言次数较多。	上课能作一点笔记, 互动有一定自主性, 能够发言。	上课不太认真, 有互动但不多, 很少发言。	听课很不认真, 不互动也不发言。
2	课程目标 1/2/3	平时作业	作业内容完整, 独立或合作完成全部作业要求。书写端正, 对问题有详细透彻的分析。	作业内容完整, 独立或合作完成作业要求。书写端正, 但对问题分析较全面。	作业内容完整, 独立或全部完成作业要求, 书写端正, 没有对问题进行分析。	作业内容完整, 独立或合作完成作业要求。书写较凌乱, 没有对问题进行分析。	作业内容不完整, 没有达到作业要求。

3	课程目标 2	学风 养成	按时上课，积极参与，主动学习，按时完成任务，展现高度自律。	按时上课，表现积极，按时提交作业，课堂参与度高，学习态度认真。	按时上课，基本遵守纪律，按时完成度部分任务，课堂参与一般。	按时上课，偶尔拖延，参与度和作业完成情况一般，需加强自律。	频繁缺勤，作业提交不及时，学习态度消极，缺乏参与。
4	课程目标 1/2/3	期末 考核	详见期末试题评分标准				

八、选用教材

教材名称	编者	出版社	出版时间	是否马工程教材	备注
《药物合成反应》 (第3版)	闻韧	北京：化学工业出版社	2009.9	否	十一五国家级规划教材

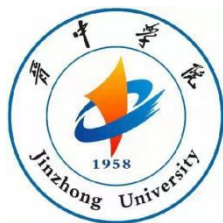
九、主要参考书目

主要参考书：

- [1] 宋航.《药物与精细有机品合成》.北京：高等教育出版社.2009.1
- [2] 张胜建.《药物合成反应》.北京：化学工业出版社.2010.7
- [3] 姜凤超.《药物合成》.北京：化学工业出版社.2008.9
- [4] Michael B.Smith, Jerry March 编著，李艳梅译.《March 高等有机化学》原著（第5版）.北京：化学工业出版社.2009.11

十、课程学习建议

1. 建议学生课后复习有机化学、无机化学相关课程为学好药物合成与技术做准备。
2. 学习使用专业化学软件查阅药物合成相关文献。



应用化学专业

《专业实习》课程大纲

晋中学院化学化工系

2023年8月

《专业实习》课程大纲

一、课程信息

课程名称	专业实习 (Professional Internship)		
课程编码	230910901D	适用专业	应用化学
先修课程	化工原理、化工制图基础	修读学期	第四学期
课程类别	专业实践	课程性质	<input checked="" type="checkbox"/> 必修 <input type="checkbox"/> 选修
课程学分	1	考核方式	实习报告
课程学时	1周		
执笔人	张保柱	审核人	张保柱

二、课程简介

专业实习是学生在完成专业基础课以及部分专业核心课程后，到化工厂进行参观学习的教学过程，对新工科专业学生工程技术应用能力的培养发挥着至关重要的作用。在本科人才培养体系中起着承上启下的作用，是连接理论知识和实际应用的重要纽带。以了解化工产品的合成工艺流程和设备为主要教学目的，培养学生的观察理解能力、科学精神、工程素养和开拓创新精神，增强学生对本专业的学习兴趣，初步了解现代化管理知识，为之后进行的专业性课程教学打下良好的基础。

三、课程目标

(一) 课程目标

通过专业实习，学生可以达到以下目标：

课程目标 1：能够掌握化工产品的主要工艺流程、生产操作流程以及主要设备；了解化工产品的主要运行管理制度、相关污染控制和质量控制标准；能够进行合理分析，评价材料制备和应用复杂问题解决方案对健康、安全、环境以及社会可持续发展的影响，并理解应承担的责任；能够将专业知识用于解决化工产品的制备和应用相关问题，并了解化工产品的行业的前沿发展现状、趋势及最新国内外进展。【毕业要求 8：职业规范】

课程目标 2：能够在多学科背景下的团队中承担个体、团队成员以及负责人的角色，既具有团队意识，又能发挥个人潜能；在整个专业实习过程中，能够严格按照相关规定遵守纪律，培养学生一丝不苟的工作作风，实事求是的科学态度，唯物辩证的思想方法，增强责任意识、使命担当和爱国主义情操。

【毕业要求 9：个人与团队】

课程目标 3：通过参观学习以及与工程师交流，能够深刻体会严谨科学精神的重要性，由此为学生建立全面、健康、务实的科学精神，提升职业道德、责任心和意志毅力，培养学生一丝不苟的工匠精神；通过合理分工和有效组织，培养学生的团队合作精神和沟通交流能力。【毕业要求 10：沟通】

(二) 课程目标与毕业要求的关系

课程目标	支撑的毕业要求	支撑的毕业要求指标点
课程目标 1	毕业要求 8 【职业规范】	8.3 能够考虑公众的安全、健康和福祉，以及环境保护的社会责任，能够在工程实践中自觉履行责任。
课程目标 2	毕业要求 9 【个人与团队】	9.2 能够在团队中理解自己的定位和作用，发挥个人、成员或领导者的作用，完成团队目标。
课程目标 3	毕业要求 10 【沟通】	10.1 能就化工专业问题，通过口头、文稿、图表等方式表达自己的观点，与业界同行及社会公众进行有效沟通和交流。

四、实习内容及进度安排

专业实习内容：

1. 查阅相关产品的制造工艺流程、设备及标准规范。
2. 参观厂区，了解工厂的环境，主要生产单元的组成和布局。
3. 参观整个生产过程，重点了解化工产品的工艺流程和主要设备的布局 and 结构组成。
4. 考察化工产品的生产过程，请厂方技术人员讲解生产工艺、主要设备和过程控制等方面的情况，并对各个制备工序的工作原理和方法有较初步的认识。请生产管理者，介绍国内化工产品的先进技术、设计经验与方法。
5. 考察化工产品的测试过程，质量控制室的设备组成。请厂方技术人员讲

解测试条件和质量控制等方面的情况。了解聚合物复合材料具体有哪些测试项目，并对其测试原理有初步认识。

进度安排：

1. 实习动员 0.5 天
2. 参观实习 3 天
3. 听取报告 0.5 天
4. 撰写实习报告 1 天

五、考核方式

（一）考核方式

实习结束后，由实习单位指导教师和校内指导教师根据学生在实习期间的表现（20%）、完成实习任务情况（30%）、实习报告撰写情况（50%）等进行综合评判，给出实习成绩。

（二）考核方式与课程目标的关系

课程目标	考核内容及所占比例（%）	考核方式
课程目标 1 (20%)	毕业要求 8.3 (20%)	实习期间的表现
课程目标 2 (30%)	毕业要求 9.2 (30%)	完成实习任务情况
课程目标 3 (50%)	毕业要求 10.1 (50%)	实习报告撰写情况

六、成绩评定标准与方式

专业实习结束后，由指导教师根据学生在实习期间的思想政治表现、遵守纪律情况、工作态度、实习报告撰写情况进行综合评判，给出专业实习成绩。成绩以五级计分评定成绩：90-100 分为优秀、80-89 分为良好、70-79 分为中等、60-69 分为及格和 0-59 分为不及格。

成绩评定标准：

优：严格遵守纪律，积极参与专业实习的全过程；实习报告详实完整，符合要求。

良：严格遵守纪律，积极参与专业实习的全过程；实习报告详实基本完整，基本符合要求。

中：基本遵守纪律，参与部分专业实习的全过程；实习报告详实基本完整，

基本符合要求，有部分不合适的地方需要改进。

及格：基本遵守纪律，参与部分专业实习的全过程；实习报告详实基本完整，基本符合要求，有部分错误的地方需要改进。

不及格：不遵守纪律，不参与专业实习的全过程；实习报告不完整，不符合要求。

七、实习方式与组织

1. 实习动员；
2. 理论学习；
3. 现场实习；
4. 工程师讲解；
5. 同学交流；
6. 老师辅导；
7. 撰写实习报告。

八、实习要求

1. 对学生的要求

在实习过程中，学生必须写实习日记，定时交指导教师检查。实习日记中，记录每天主要的参观结果，画出必要的草图，记录重要的资料信息，及对一些问题的看法等心得体会。实习结束后，每个学生要以实习日记为重要依据，按一定的格式，写出一份实习报告。

实习报告的内容包括实习过程概述及收获、体会、建议等。实习报告格式要求：装订成册，封面注明报告名称、实习日期、所在班级、姓名（签名）、报告日期；要有报告目录；正文应依次编页码，正文中图和表应有编号及图名和表名，各部分内容应有层次，要有规格化的标题。文字内容，要用兰（或黑）墨水工整书写，亦可用计算机打印；资料要准确，图表要清晰，语言要简练、通顺、易懂。

2. 对指导教师的要求

实习由学校带队教师和工厂教育培训部门、实习车间共同商量安排进行。实习期间的政治学习和党团活动安排在各实习单位进行。

3. 对实习单位和场所的要求

聘请车间或科室技术人员为实习指导教师，具体指导学生的实习活动。在实习指导教师的指导下，除完成规定的实习任务外，如有可能可参加工厂的技术革新和研讨活动。

九、教材、参考书目及其他学习资源

1. 选用教材

无

2. 主要参考书目

[1] 顾书英, 任杰. 聚合物基复合材料 (第二版). 北京: 化学工业出版社.

2010

[2] 徐竹. 复合材料成型工艺及应用. 北京: 国防工业出版社. 2017

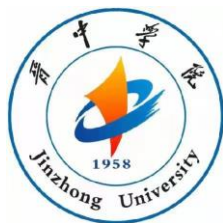
3. 其它学习资源

应用化学专业实习报告:

https://www.unjs.com/fanwenwang/shixibaogao/20230309124531_6621268.html

化工专业的实践环节:

<https://zhidao.baidu.com/question/187642892590822964.html>



应用化学专业

《化工工艺流程设计》

课程大纲

晋中学院化学化工系

2023年8月

《化工工艺流程设计》教学大纲

一、基本信息

课程名称	化工工艺流程设计		
课程英文名称	Design of Chemical Engineering Process		
课程编码	230910902D	考试方式	考查
学分	2	学时数	2周
授课对象	应用化学专业		
授课对象年级	三年级		
开课院系	化学化工系		
课程负责人	张保柱		
大纲执笔人	路敏	大纲审阅人	张保柱
审定日期	2023年8月10日		

二、课程设计简介

化工工艺流程设计是课程设计是一门重要的实践课程，是综合运用《化工原理》课程和有关先修课程所学知识，完成以化工单元操作为主的一次设计实践。通过课程设计，对学生进行设计技能的基本训练，培养学生综合运用所学的书本知识解决实际问题的能力，也为毕业设计打下基础。因此，化工工艺流程设计是提高学生实际工作能力的重要教学环节。

三、课程设计目标与毕业要求

（一）课程目标

课程设计目标 1：掌握化工工艺流程设计的基本程序与方法；结合设计课题，培养学生查阅有关技术资料、选用设计计算公式的能力，学会搜集数据、分析工艺参数与结构尺寸间的相互影响，增强学生分析问题、解决问题的能力。

【毕业要求 2.3】

课程设计目标 2：对学生进行化工工艺流程设计的基本训练，使学生了解

一般化工设计的基本内容与要求。【毕业要求 3.2】

课程设计目标 3：通过编写设计说明书，提高学生文字表达能力，掌握撰写技术文件的有关要求；了解一般化工制图基本要求，对学生进行绘图基本技能训练。【毕业要求 8.2】

（二）课程目标与毕业要求的关系

课程设计目标对毕业要求的支撑关系

毕业要求	毕业要求指标点	课程设计目标对毕业要求的支撑关系
毕业要求 2 【问题分析】	2.3 能应用基本工程原理来筛选备选方案。	课程设计目标 1
毕业要求 3 【设计/开发解决方案】	3.2 能够对应用化学中的专业知识对设计方案进行综合与评价，并体现创新意识。	课程设计目标 2
毕业要求 8 【职业规范】	8.2 树立正确的世界观、人生观和价值观，理解诚实公正、诚信守则的工程职业道德和规范，尊重相关国家和国际通行的法律法规，理解多样性和包容性的必要性，并能在工程实践中自觉遵守。	课程设计目标 3

四、课程设计的内容与要求

化工工艺流程设计应以化工单元操作的典型设备为对象，课程设计的题目尽量从科研和生产实际中选题。

（一）化工工艺流程设计内容

1. 设计方案简介：包括对给定或选定的工艺流程、主要设备的型式进行简要的论述；
2. 主要设备的工艺设计计算：包括工艺参数的选定、物料衡算、热量衡算、设备的工艺尺寸计算及结构设计；
3. 典型辅助设备的选型和计算：包括典型辅助设备的主要工艺尺寸计算和设备型号规格的选定；
4. 绘制工艺流程图：以单线图的形式绘制，标出主要设备和辅助设备的物料流向、物流量、能流量和主要化工参数测量点；
5. 主要设备工艺条件图：包括设备的主要工艺尺寸；
6. 编写设计说明书：掌握设计说明书的编写方法和格式。包括设计任务书、

目录、设计方案简介与评述、工艺设计及计算、主要设备设计、工艺流程示意图（AutoCAD）及符号说明，设计结果总汇，设计结果的自我评价和结束语、参考文献等，要求整个设计内容全部用计算机打字排版、打印（其参见打印文本格式）。设计结果汇总表、参考文献等内容，并附工艺流程图和主要设备结构图。

（二）化工工艺流程设计要求

1. 在确定设计方案时，既要考虑到工艺、操作的要求，又要兼顾经济和安全上的要求；
2. 在计算时要求掌握基本理论及相关公式，掌握查找资料的途径和方法，正确使用各图表以及选用经验公式，并进行优化设计；
3. 根据国家有关标准来选择相应设备的构件；
4. 了解利用计算机来进行辅助设计及优化设计方案。

五、进程安排时间表

序号	内 容	时间（天）
1	下达设计任务书	0.5
2	阅读设计指导书，查阅资料拟定设计程序和进度计划。	0.5
3	查阅文献，收集有关数据，了解设备配置，安装和操作的有关知识。	1
4	设计计算，绘图和编制设计说明书。	3~5
5	设计考核及评定成绩	1
合 计		6

六、考核方法与成绩评定

课程成绩构成及比例	考核环节	目标分值	考核/评价细则	对应的课程设计目标
学风养成 (20%)	过程性考核	20	优： 学习态度认真，遵守各规章制度。 良： 学习态度认真，不迟到早退。 中： 学习态度较认真。 及格： 学习态度一般。 不及格： 学习态度不认真，有迟到早退现象。	课程设计目标 3

设计报告 (60%)	最终考核	60	<p>优： 课程设计相关知识掌握牢固，选定方案及设计计算正确，结果可靠，计算书和说明书书写认真准确，图纸完整规范，具有独立分析解决问题的能力 and 创新精神或对一方面有深入探讨。</p> <p>良： 课程设计相关知识掌握良好，选定方案及设计计算正确，计算书和说明书书写认真准确，图纸较完整规范，具有独立分析解决问题的能力。</p> <p>中： 课程设计相关知识掌握较好，选定方案及设计计算正确，计算书和说明书书写认真准确，图纸基本完整规范。</p> <p>及格： 课程设计相关知识掌握一般，选定方案及设计计算基本正确，计算书和说明书书写一般，图纸完整但不够规范。</p> <p>不及格： 课程设计相关知识掌握一般，选定方案及设计计算不准确，计算书和说明书书写不认真，图纸不完整不规范。</p>	课程设计目标 1, 2
设计答辩 (20%)	最终考核	20	<p>优： 答辩能流利清晰地阐述设计的主要观点，回答问题准确。</p> <p>良： 答辩基本能清晰地阐述设计的主要观点，回答问题较准确。</p> <p>中： 答辩基本能阐述设计的主要观点，回答问题基本准确。</p> <p>及格： 答辩基本能阐述设计的主要观点，回答问题不够准确。</p> <p>不及格： 答辩不能阐述设计的主要观点，回答问题不准确。</p>	课程设计目标 1, 2

七、教学参考资源（含课程思政资源）

1. 参考书目

[1] 贾绍义, 柴诚敬. 《化工原理课程设计》. 天津: 天津科学技术出版社, 2002.8

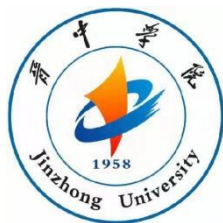
[2]王国胜.《化工原理课程设计》(第三版).大连:大连理工大学出版社, 2013.8

[3]《化学工程手册》编委会编.《化学工程手册》(第二版).北京:化学工业出版社, 1996.1

[4]天津大学化工原理教研室编.《化工原理课程设计》.天津:天津科学技术出版社, 1994.10

2. 与课程相关主要网站

- 1) 大学慕课, 化工原理. 天津大学, 贾绍义教授等主讲.
- 2) 大学慕课, 化工原理. 大连理工大学, 都健教授等主讲.
- 3) 大学慕课, 化工原理. 北京化工大学, 丁忠伟教授等主讲.



应用化学专业

《毕业实习》课程大纲

晋中学院化学化工系

2023年8月

《毕业实习》课程大纲

一、课程信息

课程名称	毕业实习 / Graduation Internship		
课程编码	230910903D	适用专业	应用化学
先修课程	物理化学、化工原理、化工基础实验与实训、化学反应工程等	修读学期	第七学期
课程类别	专业实践	课程性质	<input checked="" type="checkbox"/> 必修 <input type="checkbox"/> 选修
课程学分	9	考核方式	<input type="checkbox"/> 考试 <input checked="" type="checkbox"/> 考查
课程学时	18 周		
执笔人	路敏	审核人	张保柱

二、课程简介

毕业实习是应用化学专业的一门实践性必修课程，是培养应用型人才的重要途径。在学习专业基础课和主干课程的基础上，学生进入化工企业或过程工程相关企业参加实际生产锻炼。通过实习，使学生掌握化工类企业生产的工艺流程、发展现状，了解行业技术标准、产业政策及法律法规，加深对所学专业在国民经济中所占地位和作用的认识，培养学生用可持续发展的眼光评价化工生产过程对环境、社会造成的影响。巩固和运用所学专业知识和技能，理论联系实际，学习操作控制和生产管理的有关知识，加强学生的动手操作能力，培养观察、分析和解决工程实际问题的独立工作能力。

三、实习目的

(一) 课程目标

课程目标 1：初步了解化工生产的基本规律和特点，了解实习工段物料的物理化学性质、生产装置的结构和运行原理、生产工艺流程、生产过程本身的特点和优势。【毕业要求 8：职业规范】

课程目标 2：深入了解生产过程的基本原理和特点、生产方案来源、工艺流程技术经济优势、单元操作原理及主要设备操作控制，能够完成好实习任务。

【毕业要求 9：个人与团队】

课程目标 3：了解实习单位的生产管理、安全管理、环境保护、人员健康保障及技术进步改革和措施，了解车间的机械动力、电气自控、公用工程的供应利用情况，并按要求完成实习报告。【毕业要求 10：沟通】

（二）课程目标与毕业要求的关系

课程目标	支撑的毕业要求	支撑的毕业要求指标点
课程目标 1	毕业要求 8 【职业规范】	8.3 能够考虑公众的安全、健康和福祉，以及环境保护的社会责任，能够在工程实践中自觉履行责任。
课程目标 2	毕业要求 9 【个人与团队】	9.1 能够在多样化和包容性团队及多学科、面对面、远程和分布式环境下的团队中有效沟通，承担团队成员的角色并完成团队分配的工作。
课程目标 3	毕业要求 10 【沟通】	10.1 能就化工专业问题，通过口头、文稿、图表等方式表达自己的观点，与业界同行及社会公众进行有效沟通和交流。

四、实习内容及进度安排

实习项目一：实习动员（学时分配 0.5 天）

讲明实习的目的、任务、要求，实习安排组织形式、实习记录、考核方法。发放实习装备（安全帽、工作服、工作鞋以及符合企业要求的其他安全防护装备。）

实习项目二：入厂教育（学时分配 2.5 天）

实习企业的概况介绍资料，安全教育，了解工厂生产经营发展情况、远景规划及生产技术革新改进措施；学习并严格遵守实习岗位的安全管理规程，以确保整个实习期间的生产安全和人身安全。

实习项目三：参观实习（学时分配 2 天）

在实习企业技术人员带领下，参观厂区和生产装置等。了解实习工厂和车间化工产品的生产工程原理、方法、工艺流程及成本核算概况。

实习项目四：专题讲座（学时分配 3 天）

生产车间技术专题讲座，了解生产装置和工艺流程，了解生产过程的主要工艺指标及控制方法，测试仪表；了解主要设备的类型、结构特点、尺寸、材

料及保温防腐措施；了解工厂、车间“三废”处理及利用情况。

实习项目五：重点岗位实习（学时分配 8 周）

深入现场跟班实习。阅读技术文件，理清工艺流程，认识设备结构，在技术人员指导下参与操作，虚心向工人师傅、工程技术人员学习，做好实习笔记，积极提出问题，勇于分析、回答问题，记录并分析相关数据等。

实习项目六：实习总结（学时分配 2 天）

根据实习日记完成实习个人总结、撰写实习报告，汇报和交流实习情况，完成实习成绩评定工作等。

五、考核方式

（一）考核方式

毕业实习结束后，由指导教师根据学生在实习期间的思想政治表现、遵守纪律情况、工作态度、实习报告撰写情况进行综合评判，并结合实习单位考评，给出毕业实习成绩。

毕业实习成绩 = 实习表现（50%）+ 学风养成（10%）+ 实习考核（20%）+ 实习报告（20%）。

（二）考核方式与课程目标的关系

课程目标	考核内容及所占比例（%）	考核方式
课程目标 1 (30%)	专业能力（40%）、工作表现 (60%)	实习报告、实习表现、实习考核
课程目标 2 (40%)	专业能力（20%）、工作表现 (30%)、团队合作与沟通能力 (30%)、职业道德（20%）	实习报告、实习表现、实习考核
课程目标 3 (30%)	学习能力（100%）	实习报告、实习考核

六、成绩评定标准与方式

按优秀、良好、中等、及格、不及格五个等级计分制评定。

评价方式及所占比例	评价内容及标准	对课程目标的支撑	实施方式
评价方式1 实习表现 50%	团队协作能力：与同事和导师的沟通、合作情况。	课程目标2	1. 实习导师定期评价。 2. 实习单位同事或同组成员互评。 3. 学生自我反思与总结。
	专业技能应用：学生在实习中能否有效运用所学专业知识和解决实际问题。	课程目标1 课程目标2	
	职业素养：评价学生的工作态度、职业道德和责任心等。	课程目标2	
评价方式2 学风养成 10%	出勤率：是否按时参加实习活动，是否有迟到、早退现象。	课程目标2	实习导师定期查看并核实。
	纪律性：是否遵守实习单位的规章制度。	课程目标2	
评价方式3 实习考核 20%	实习任务完成情况：是否按照要求完成实习任务，成果的质量如何。	课程目标2	1. 实习导师根据实习任务完成情况进行评价。 2. 结合实习过程中的问题解决和创新表现进行评价。
	学习能力：在实习过程中是否能够主动学习新知识，提升自己的能力。	课程目标1 课程目标2	
	创新能力：在实习过程中是否能够提出创新性的想法或解决方案。	课程目标2 课程目标3	
评价方式4 实习报告 20%	报告内容的完整性：是否全面反映了实习过程和成果。	课程目标3	1. 实习导师审阅实习报告并给出评价。 2. 学生根据导师反馈进行修改和完善。
	报告的深度与逻辑性：是否能够深入分析问题和成果，论述是否具有逻辑性。	课程目标3	
	文字表达能力：报告的语言是否准确、流畅，是否有错别字、语法错误等。	课程目标3	
	反思与总结：要求学生分析自己在实习中的成长和收获，以及对未来职业规划的影响。	课程目标3	

七、实习方式与组织

1. 实习方式

毕业实习方式主要包括集中实习、分散实习、顶岗实习和跟岗实习，采用以集中实习为主、其它实习方式为辅的实习模式。

集中实习通常是由学校组织，学生按照学校的安排到指定的企业或单位进行实习。分散实习则给予了学生更多的自主权，学生可以根据自己的兴趣和职业规划，自行寻找实习单位。顶岗实习是一种更为深入的实习方式，学生在校期间会安排到专业对应的企业或单位进行实习，履行岗位的所有职责。跟岗实习则是指学生在实习过程中以跟学为主，辅助完成工作任务。

2. 实习组织

(1) 成立本专业毕业实习工作领导小组，由系主任或主管教学的副主任任组长，成员包括系党总支书记、副书记、专业负责人、教研室负责人、办公室主任和辅导员等。

(2) 实习由系里统一组织，学校和实习企业联合管理；

(3) 实习学生最多每 20 人应有 1 名指导教师，如果实习点不足 20 名学生，也应派驻 1 名指导教师。实习指导教师应与实习学生一起全勤在岗；

(4) 实习学生按岗位可以分成若干实习小组，每个小组不多于 5 人，要有 1 名企业技术人员或工人带领和指导；

(5) 实习过程要由企业导师和指导教师一起制定详细可行的实习进程计划，并按计划进行实习；

(6) 实习指导教师要负责对实习学生出勤和纪律进行考核；

(7) 完成本系生产实习总结和相关材料、报表的归档；做好学生实习成绩的综合评定以及实习生的评优、评先等工作。

八、实习要求

1. 对学生的要求

(1) 学生必须高度重视，服从领导安排，听从教师指导，严格遵守实习单位的各项规章制度和学校提出的纪律要求。

(2) 学生在实习期间应认真、好学、上进，积极主动完成实习单位交给的工作任务，有事需先请假，经实习单位和指导教师批准后方可。凡未经请假擅自离开者，一律按旷课处理。旷课超过 3 天者，毕业实习成绩以不及格论处。

(3) 学生在实习中应该做到：

①将所学的专业理论知识同实习单位实际和企业生产实践相结合。

②将思想品德的修养同良好职业道德的培养相结合。

③将个人刻苦钻研同虚心向他人求教相结合。

(4) 学生实习结束时必须完成以下任务：

①获得毕业实习鉴定，实习鉴定需经实习单位与实习指导教师审阅签字，并写出评语加盖实习单位公章方可。

②撰写毕业实习报告，必需由实习生独立完成，一般文字要求在 3000~4000 字左右，成文后打印，一式三份。

2. 对指导教师的要求

毕业实习指导教师由本专业责任心强、业务能力强的教师担任，对实习过程负全面管理责任，其主要职责：

1) 认真做好实习前的调查研究和业务准备，研讨实习计划及细则，落实学生实习内容，确定实习方法。

2) 实习期间，布置实习计划、安排实习内容，强调实习纪律等，会同实习单位指派的指导人员，具体指导学生进行实习。同实习单位和实习学生之间保持经常性联系，及时掌握实习生的实习情况。

3) 实习结束后应指导学生完成实习报告并认真批阅实习日记与实习报告。

4) 做好学生的实习成绩考核工作，结合实习单位导师意见，客观、公正地对学生实习进行考评。

5) 收集实习单位与学生对实习工作的改进意见，提出实习工作建议和改进措施。

3. 对实习单位和场所的要求

实习场所应具备专业基本对口，实习单位的条件满足实习大纲要求，实习单位运作规范，技术、管理比较先进，比较重视学生实习，便于学生食宿，就地就近，节省经费等条件，并力求相对稳定。提倡和鼓励与选定的实习单位长期合作，建立教学、科研和生产三结合的实习基地，逐步形成以集中实习为主，学生自主联系实习单位为辅的实习方式。

九、教材、参考书目及其他学习资源

1. 选用教材

无

2. 主要参考书目

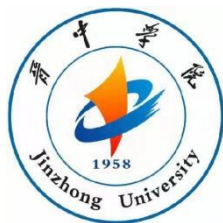
[1]王洪林、熊航行.《化工实习指导》.北京：化学工业出版社.2018.6

[2]郭泉.《认识化工生产工艺流程--化工生产实习指导》(第二版).北京：化学工业出版社.2014.10

[3]徐忠娟.《化工生产实习指导》.北京：中国石化出版社.2013.3

3.其它学习资源

化工过程与控制仿真实习_北京化工大学_中国大学 MOOC(慕课)
(icourse163.org)



应用化学专业

《毕业论文（设计）》

课程大纲

晋中学院化学化工系

2023年8月

《毕业论文（设计）》课程大纲

一、课程信息

课程名称	毕业论文（设计）/Graduation Thesis（Design）		
课程编码	230910904D	适用专业	应用化学
先修课程	化工制图基础、化工原理	修读学期	第七、八学期
课程类别	专业实践	课程性质	<input checked="" type="checkbox"/> 必修 <input type="checkbox"/> 选修
设置类别	独立设课	课程学分	6
课程学时	12周	考核方式	答辩
执笔人	张保柱	审核人	张保柱

二、课程简介

毕业论文（设计）是应用化学专业本科学生完成学业前的最后一门课程，毕业论文（设计）通过专业综述、调查研究、实验研究等方式来检验学生所学专业的理论水平和学术观点。学生通过文献查阅、方案设计、实验研究到最后论文写作的整个过程，使其具备一定撰写学术论文的基本条件，懂得写作一篇学术论文的基本程序和方法，完成学术论文（设计）的写作。

三、课程目标

（一）课程目标

课程目标 1：综合运用所学专业和相关理论知识，凝练出科学问题，确定毕业论文的研究内容和设计实验方案，提升学生独立分析问题、解决问题的能力。在设计中能够恰当考虑实验安全、成本、节能环保，以及资源、法律、文化和伦理要求。【毕业要求 8：职业规范】

课程目标 2：查阅文献资料，了解所选课题在本专业领域研究动态，以及所选课题在国内外的研究状况和前沿动态。通过对调研资料的整理，提高外文文献阅读和信息搜集能力与实验数据处理能力。【毕业要求 8：职业规范】

课程目标 3：通过毕业论文（设计）的选题、调研、实验、写作以及最后答辩环节，提高综合分析问题的能力，养成认真负责的工作态度，树立社会主义核心价值观，培养实事求是的科学探索精神。设计满足特定需求的工艺流程，并能够在设计环节中综合考虑社会、环境、法律、安全、健康、文化等制约因素，初步具备化工工程师的职业素养。【毕业要求 8：职业规范】

（二）课程目标与毕业要求的关系

课程目标对毕业要求的支撑关系

课程设计	支撑的毕业要求	支撑的毕业要求指标点
课程目标 1、2、3	毕业要求 8 【职业规范】	8.2 树立正确的世界观、人生观和价值观，理解诚实公正、诚信守则的工程职业道德和规范，尊重相关国家和国际通行的法律法规，理解多样性和包容性的必要性，并能在工程实践中自觉遵守。

四、毕业论文（设计）的选题

本科毕业论文选题应做到与科学研究、经济建设和社会发展紧密结合的原则，确保毕业设计（论文）的工作质量。

（一）选题的基本原则

（1）毕业论文题目的选择，必须符合专业培养目标的要求，力求有利于巩固、深化和应用所学知识；应尽量覆盖专业主干课程，有利于学生获得综合性的训练和独立工作能力的培养。

（2）选题内容的现实性和实践性原则，所选课题原则上要反映社会、经济、文化中的实际问题、热点问题。

（3）选题的适中性原则，所选题目可根据专业教学计划和每个学生的具体情况而定，选题大小适中。

（4）选题难易适中的原则，毕业论文应考虑必要性和可能性，选题难易适度。

（二）选题要求

（1）完成论文所需知识和技能应在本科生所学专业领域内。

（2）选题要有足够的工作量，但又必须在规定的时间内能够完成。

（3）选题可检验学生的文献检索能力、数据处理能力、分析问题能力、实验技能以及语言表达能力。

(4) 选题要注重实践环节的计划和安排。

(5) 毕业论文题目确定后，按统一格式，由系汇总报教务部备案。题目选定后，中途不得随意更改设计内容和更换指导教师，如因特殊原因确实需要改变时，需报学院批准并报教务部备案。

(三) 选题来源

(1) 学生在学习过程中发现的有探索和研究价值的理论或实践问题。

(2) 导师承担的科研项目或工作任务的部分。

(3) 企事业单位、学校或院（系）予以承接的课题。

五、毕业论文（设计）的指导

(一) 论文选题

向学生下达毕业论文（设计）任务书，明确内容、任务和目标、研究进度及基本要求等，指导学生进行毕业论文（设计）的前期准备工作，组织学生协商确定论文题目。

(二) 论文开题

学生在指导教师指导下进行文献检索、调研、确定实验内容、实验方案设计和前期实验预备工作的准备，完成毕业论文（设计）的前期准备工作，指导教师指导学生写出开题报告，完成论文开题工作。

(三) 毕业论文（设计）全程指导

论文开题之后，指导教师指导学生完成毕业论文（设计）的实验（调研）、数据处理和写作，学生就实验中出现的和指导教师交流，指导教师定期检查学生的实验进度、数据处理和论文写作情况，及时解答和处理学生提出的有关问题。

(四) 论文中期检查

论文实验、数据处理和写作等进展到中期的时候，安排进行毕业论文（设计）的中期检查，中期检查主要检查学生毕业论文完成的进度，实验过程中，论文写作的格式等存在的问题及解决措施，中期检查完成以后，指导教师指导学生继续论文的实验和论文的写作。

(五) 论文写作定稿

指导教师在学生实验过程中，指导学生处理实验结果，按照学校本科毕

业论文（设计）模板的要求进行论文的写作。并对学生毕业论文一稿、二稿进行评阅，提出修改意见，学生修改后再经指导教师进行批阅最后定稿。指导教师给出定稿意见，并给论文定稿评定成绩（成绩以百分计）。

（六）论文审阅

论文定稿以后，安排审阅组进行论文审阅，从选题、研究内容、创新性以及论文的写作进行最后审阅，写出审阅意见，给论文定稿评定成绩（成绩以百分计）。确定是否达到学校对本科生毕业论文的要求，是否同意答辩。

六、毕业论文（设计）撰写

学生应独立撰写毕业论文（设计），应按工程设计或科技论文的写作格式撰写，一般要求有以下几方面的内容：

1. 题目：要求作者用最恰当、简明的词语逼真地反映论文的特定内容及所研究的范围和深度，一目了然；

2. 摘要：200~300字的中文摘要，3~5个关键词，并将设计题目、摘要和关键词翻译成英文；

3. 引言（说明研究背景、意义、创新点等）；

4. 正文：要求在该部分真实、客观、全面地反映自己的论点、研究内容，具体展现创造性成果或新的研究成果。做到论点鲜明，论据充分，论证严谨，内容充实，层次分明。

5. 结论：经过分析判断、归纳综合，得出准确的学术观点作为结论，结论必须准确、完整。

6. 参考文献：参考文献数量应不低于15篇，其中最好能包含英文文献2篇以上。参考文献的组成应包括著作、论文、期刊、电子出版物、报纸等，以期刊为主。必须在正文中标注引用位置。参考文献的格式参照国标关于《信息与文献参考文献著录规则》（GB/T 7714-2015）的要求。

七、毕业论文（设计）答辩与成绩评定

（一）论文查重

1. 学生按规定时间提交毕业论文电子版

学生以班为单位将毕业论文的定稿的电子版、同一版本的打印稿（指导教师签署意见）和定稿说明提交至系。

电子稿要求：PDF格式；论文除封面、诚信声明、致谢、附录之外的全

部内容；电子稿命名格式：系班级学号姓名（如化学化工系环科 2101 班 1801132226 张三.pdf）。

2. 重复率检测

3. 注意事项

（1）按晋中学院学位论文（设计）作假行为处理办法(以当年规定)规定，初检重复率高于 25%（不含）的论文限期修改，修改后复检仍不合格的延期一年答辩。

（2）将学生提交的论文定稿电子版妥善保存备份，省学位办抽检论文时将从中调取。

（二）答辩

系里设立若干个专业答辩小组，答辩小组由 3~5 人组成，设组长 1 人，秘书 1 人。各答辩小组具体负责学生的毕业论文（设计）答辩工作。

1. 由学生报告毕业论文（设计）的主要内容，或演示毕业设计成果。然后教师提问、学生回答，最后由答辩小组负责人总结。每个学生答辩时间一般为 15 分钟左右。

2. 学生向答辩小组汇报毕业论文（设计）的主要内容，应当包括：论题的目的及意义、采用的主要研究方法、参考的主要文献及资料、论文（设计）的主要观点、价值及不足之处。

3. 教师提问的主要内容包括：需要进一步说明的问题；论文（设计）中所涉及的基本理论、基本知识、方法和原理。

4. 答辩后答辩小组要给出论文（设计）成绩及答辩是否通过的意见，意见要针对毕业论文（设计）的质量、学生陈述和回答问题情况给出。

（三）成绩评定及标准

1. 成绩评定程序

（1）指导教师对毕业论文（设计）定稿后，按照百分制给出指导老师的成绩。

（2）审阅组对毕业论文（设计）审阅后，按照百分制给出审阅组的成绩。

（3）学生参加毕业论文（设计）答辩，并由答辩小组按照百分制给出答辩成绩；

（4）答辩委员会按照下列公式计算毕业论文（设计）总成绩：

总成绩 = 指导教师评定成绩×30% + 评阅教师评定成绩×20% + 答辩评定成绩×50%

（5）答辩委员会根据整体状况综合平衡后，按照优秀、良好、中等、及

格、不及格五级制确认毕业论文（设计）最终成绩。

（6）百分制成绩和五级制成绩之间的折算标准：90~100 分为优秀、80~89 分为良好、70~79 分为中等、60~69 分为及格、0~59 分为不及格。

2. 评分标准

（1）评分依据

- ①完成毕业论文（设计）规定内容情况。
- ②综合应用所学知识及独立分析和解决问题的能力。
- ③毕业论文的理论深度及学术水平（毕业设计方案的先进性及实用价值）。
- ④毕业论文观点（设计）的正确性和先进性。
- ⑤毕业论文写作的分析、论证能力（毕业设计的科学性及可行性）。
- ⑥毕业论文（设计）结构的科学性、合理性。
- ⑦毕业论文（设计）语言文字的规范性、表达的准确性。
- ⑧毕业论文（设计）的中外文提要、关键词、参考文献等形式要求的完整性、规范性。
- ⑨答辩期间，陈述内容提要的准确性、完整性。
- ⑩毕业论文（设计）写作相关的其他内容。

（2）评分等级及参考标准

优秀：

- ①独立完成毕业论文（设计）任务书所规定的全部内容；
- ②能较好地综合运用所学知识，独立分析和解决问题的能力较强；
- ③毕业论文有较好理论深度及学术水平，毕业设计方案有明显的创新；
- ④毕业论文观点（设计）正确、合理，体现与时俱进；
- ⑤毕业论文结构严谨，逻辑性强，分析透彻，论证充分，文理通顺，表达正确；毕业设计规范合理，文档清晰完整，提供的软件或模型可供操作，并能实现预定目标；
- ⑥毕业论文（设计）的中外文提要、关键词、参考文献等完整、规范；
- ⑦答辩期间，陈述内容、回答问题准确、完整、熟练。

良好：

- ①独立完成毕业论文（设计）任务书所规定的全部内容；
- ②能较好地综合运用所学知识，具有一定分析和解决问题能力；
- ③毕业论文有一定理论深度及学术水平，毕业设计方案有一定的创新；
- ④毕业论文观点（设计）正确、合理；
- ⑤毕业论文结构合理，符合逻辑，分析正确，论证较充分，文理通顺，表达正确；毕业设计规范合理，文档完整，提供的软件或模型基本可供操作；

⑥毕业论文（设计）的中外文提要、关键词、参考文献等符合要求；

⑦答辩期间，陈述内容、回答提问正确、完整。

中等：

①完成毕业论文（设计）任务书所规定的全部内容；

②基本上能综合运用所学知识，分析和解决问题能力一般；

③毕业论文有一定理论、及学术水平，毕业设计有所创新；

④毕业论文观点（设计）正确；

⑤毕业论文结构基本合理，层次比较清楚，分析、论证无明显错误，文理尚通顺，表达基本正确；毕业设计较规范，文档基本完整，提供的软件或模型基本可供操作；

⑥毕业论文（设计）的中外文提要、关键词、参考文献等基本符合要求；

⑦答辩期间，陈述内容基本上能涵盖毕业论文（设计）的主要内容，回答提问没有出现明显错误。

及格：

①基本完成毕业论文（设计）任务书所规定的全部内容；

②有一定分析和解决问题能力；

③毕业论文观点（设计）基本正确；

④毕业论文结构基本完整、层次尚清楚，分析、论证无明显错误；文理表达基本正确，无重大错误；毕业设计尚规范，有主要文档，提供的软件或模型简单修正后能运行、操作；

⑤毕业论文（设计）的中外文提要、关键词、参考文献等基本具备；

⑥答辩期间，陈述内容能涉及毕业论文（设计）的主要观点和基本内容，回答提问时经提示后能及时纠正错误。

不及格：

①毕业论文选题不当，论点不明确或不成立，存在抄袭现象或内容空泛、陈旧，材料与观点脱节，无法体现所学知识及其应用水平；毕业设计未能完成规定的基本内容，提供的软件或模型无法操作；

②写作态度不端正，独立解决问题能力差；

③毕业论文观点有原则性错误；毕业设计不合理，严重脱离实际；

④毕业论文（设计）的中外文提要、关键词、参考文献等不完整或极不规范；

⑤答辩中不能独立阐明观点或设计思路，回答提问错误较多，经提示后仍不能及时予以纠正。

3. 评价用表

表 1 晋中学院本科毕业论文（设计）指导教师评价用表

	评价要素	分值	成绩
1	综合运用所学专业知知识进行选题。	10	
2	查阅中外文献资料情况，选题在本专业领域研究状况和前沿动态。	10	
3	研究内容和方案设计的完整性、条理性、语言表达能力、图表规范性等。	30	
4	任务分解和进度安排的合理性，实验数据记录、处理的详实性和规范性。	20	
5	信息搜集、文献整理、数据处理、论文写作，图表、结构规范性，计算机处理文字写作能力。	20	
6	论文的创新意识和自主创新性。	10	
	总分	100	

表 2 晋中学院本科毕业论文（设计）评阅教师评价用表

	评价要素	分值	成绩
1	论文选题的可行性和合理性，文献引用情况，学科前沿动态。	20	
2	研究内容和方案设计的合理性，图表规范性，语言文字表述等。	30	
3	论文内容完整性、条理性，结构规范性，论文完成情况，研究成果对所选题领域的贡献性，英文摘要翻译。	30	
4	论文的创新意识和自主创新性，对环境等因素的影响。	20	
	总分	100	

表3 晋中学院本科毕业论文（设计）评审答辩表

	评审答辩项目	评价要素	分值	成绩
1	选题	符合专业培养目标、难易适度、能紧密结合社会实际、体现新颖性与综合性	15	
2	文献阅读与综述	查阅中外文献资料情况、研究内容在所属专业领域的研究状况和前沿动态的了解情况	10	
3	论文质量	论文符合规范化要求，语言准确，结构严谨，论述层次清晰，论点鲜明，论据确凿	30	
4	创新点	论文有独到见解，富有新意或对问题有较深刻的分析，体现出一定的学术水平或应用价值	10	
5	内容陈述	语言表达简洁流利、清楚准确，思路清晰，重点突出，表现出对论文（设计）内容掌握透彻	20	
6	回答问题	回答问题准确，基本概念清晰，有理论根据，有一定的深度	15	
		总分	100	



应用化学专业

《化学化工信息及网络资源 的检索与利用》

课程大纲

晋中学院化学化工系

2023年8月

《化学化工信息及网络资源的检索与利用》课程大纲

一、课程信息

课程名称	化学化工信息及网络资源的检索与利用 Information Retrieval and Utilization in Chemistry and Related Fields		
课程编码	230910926B	适用专业	应用化学
先修课程	大学英语 无机化学 计算机应用基础II	修读学期	第三学期
课程类别	专业选修课程	课程性质	<input type="checkbox"/> 必修 <input checked="" type="checkbox"/> 选修
课程学分	2	考核方式	<input type="checkbox"/> 考试 <input checked="" type="checkbox"/> 考查
课程学时	学时（理论学时 20，实践学时 12）		
执笔人	刘秀萍	审核人	张保柱

二、课程简介

本课程是一门融理论、方法、实践于一体，能激发大学生创新意识和培养创新能力的科学方法课。本课程是面对应用化学专业的本科生开设的一门专业选修课程。其目的就是使学生获得一定的文献信息收集、整理、加工和利用能力，以利其课程论文或毕业论文的顺利完成；同时，促进大学生的信息意识、信息价值、信息道德与信息安全等信息素质概念的形成与发展，提高学生学习、研究和创新能力，以便更好地适应当今知识经济时代，满足信息社会的需要。

三、课程目标

通过本课程的学习，学生可以达到以下目标：

课程目标 1：了解化学化工专业文献的基本知识，掌握化学化工信息及传统文献情报的检索方法，懂得如何获得与利用文献和信息，增强自学能力和研究能力。

课程目标 2：运用信息技术的能力，学会化学化工信息检索与利用的策略与技巧，提高获取知识、更新知识和运用知识的能力。

课程目标 3：了解学术论文结构、特点及撰写要求；能够选择本专业的研究课题，进行论文写作训练，提高论文写作能力。

四、课程内容

（一）课程内容与课程目标的关系

课程内容	支撑的课程目标	教学方法	学时分配		
			讲授	实践	小计
模块一、文献检索与利用	课程目标 1 课程目标 2	课堂讲授法 自主学习法 实践法	10	6	16
模块二、数据库与化学化工软件	课程目标 1 课程目标 2	课堂讲授法 自主学习法	4	2	6
模块三、学术论文撰写与在线投稿	课程目标 2 课程目标 3	课堂讲授法 案例分析法 实践法	6	4	10
合计			20	12	32

（二）课程内容

模块一 文献检索与利用

【学习目标】

1. 了解化学化工信息、检索与利用的重要性；认识化学信息类型与载体；培养信息检索的意识。

2. 从科技图书中，获得基础知识、研究前沿及理化参数；从本地图书馆借阅科技图书；通过网上图书馆与书店，检索、复制或购买所需图书；通过在线图书手册，免费获得基础知识、实验方法与理化参数。

3. 通过阅读期刊论文，获得当前研究的最新进展，以及具体方法与理论参数；了解检索中文期刊论文的工具——CNKI；了解检索国际高水平期刊论文的工具——Web of Knowledge 和一些免费获得期刊论文的途径。

4. 了解专利基础知识与检索方法；能利用互联网，免费快速获得专利技术。

5. 了解十大传统文献源及网络检索方法；了解中英文检索工具。

【课程内容】

1. 化学化工信息、检索与利用； 查阅化学化工信息注意事项；互联网的

有效利用。

2. 图书分类法，如何阅读与利用科技图书，获取图书资源的途径；传统图书馆及数字化平台，超星发现的图书检索与全文浏览；国际知名在线图书手册，出版社与网上书店；化学化工类工具书简介，免费图书的检索与全文下载。

3. 科技期刊的类型，科技期刊论文所承载的信息，期刊论文的检索与获取方法，中国知网——中文期刊论文全文下载途径，检索国际核心期刊论文的工具——Web of Knowledge，国内国际重要化学化工期刊，免费检索期刊论文与获取全文的途径。

4. 知识产权与专利制度，专利信息相关知识，专利申请相关知识，专利信息检索途径与方法，《世界专利索引》简介，专利信息检索技巧，专利信息利用及注意事项。

5. 传统化学化工文献 10 种（图书、期刊、专利，科技报告、学位论文、会议文献，标准文献，技术档案，政府出版物、产品资料等）文献源；传统化学化工文献检索工具及网络检索方法。

【重点、难点】

1. 重点：化学化工信息的检索与利用；查阅文献的注意事项。如何阅读与利用科技图书。论文摘要与全文检索的方法以及文献的下载的基本技能。掌握知识产权和专利的基本理论、基本知识；期刊、学位论文、会议文献、科技报告、说明书等的检索工具与网络检索方法。

2. 难点：互联网的有效利用。获取图书资源的途径。独立地根据检索课题选用适当的检索工具或计算机数据库，并综合使用多种检索工具或数据库完成检索课题。获得专利信息检索能力。使用传统化学化工文献检索工具及网络检索方法。

【教学方法】

1. 课堂讲授法：讲述主要内容，介绍各类文献的作用，重点介绍期刊和学位论文的类型及作用。重点讲授中国知网——中文期刊论文全文下载途径。

2. 自主学习法：对相关的内容的具体方法步骤要求学生课下阅读学习，特别是对于“专利知识产权与专利制度，专利信息相关知识，专利申请相关知识”等要求学生认真学习，加强学生对专利发明的积极性，提高学生的创新意识和能力。

3. 实践法：充分利用互联网，到计算机房上网，指导学生上机实践，实践内容见五、（一）实践项目。

【学习要求】

1. 理解与掌握学习目标中的知识，认识化学信息类型与载体。
2. 增强信息检索的意识。
3. 了解获取图书和专利文献的途径。
4. 熟练掌握中国知网——中文期刊论文全文数据库下载途径。
5. 有效利用互联网。
6. 了解期刊和学位论文的重要作用。

【复习与思考】

1. 传统化学化工文献按出版形式分为哪几类型？各自有何特征？
2. 当代化学化工信息有哪些类型？各自有哪些特点？
3. 教科书、科技著作、参考工具书个专注于哪类知识，有什么特点？
4. 试列出国内三个化学化工图书出版商名称和网址。
5. 列出三个可查阅化学化工图书的国内数字图书馆的名称和网址。
6. 科技期刊如何分类？有哪些类型？
7. 学术论文和综述论文所承载的信息有何不同？可以从中获得哪些信息？
8. 说明化学化工相关网络数据库主要类型。
9. 介绍化工几种重要的专业网络数据库及其特点。

【学习资源】

教材；文献数据库；线上资源；图书资料。

模块二 SciFinder 数据库与化学化工软件

【学习目标】

1. 了解美国《化学文摘》(CA)的主要内容。
2. 了解 SciFinder (科学搜索器)在线检索工具数据库所收录的文献源及检索方法。
3. 认识与使用一些实用且功能强大的化学化工软件，学习化学化工专业软件的下载与使用方法。

【课程内容】

1. CA 与 SciFinder 的特点，CA 主题内容的分类，CA 著录格式，索引类型与检索途径。SciFinder 数据库简介及检索的途径与方法，SciFinder 文献检索方法与实例；用 SciFinder 快速准确获得所需结果的方法。
2. 化学化工专业软件的类型与用途，ChemOffice 及其使用实例、三维制作软件 3D Max 及其使用实例、文献管理与分析软件 EndNote 及其使用等。

【重点、难点】

1. 重点：CA 大类类目和分子目，网络 CA 检索；ChemOffice、三维制

作软件 3D Max 文献管理与分析软件 EndNote 的使用等。用 SciFinder 快速准确获得所需结果的方法。

2. 难点：CA 的各种索引系统和使用方法；用 SciFinder 快速准确获得所需结果的方法。

【教学方法】

1. 课堂讲授法：主要讲述基本内容，重点介绍 CA 的分类，重点讲授 SciFinder 文献检索方法与实例；用 SciFinder 快速准确获得所需结果的方法。

2. 自主学习法：给学生布置练习题目，例如：借助化学化工软件书写各类化学方程式、绘制化学结构式，不仅增强了学生学习的兴趣，而且可以使学生掌握软件的正确使用，为进行科研、生产等工作奠定了基础。

【学习要求】

1. 了解美国《化学文摘》(CA) 的特点及主要内容。
2. 了解 SciFinder 收录的文献源，用 SciFinder 快速准确获得所需结果的方法。
3. 重点掌握一些化学化工软件的应用。
4. 有效利用互联网。

【复习与思考】

1. 简述美国《化学文摘》与 SciFinder 的主要特点。
2. CA 与 SciFinder 收录了哪些类型的文献源？CA 包括哪五大部分？包括哪 80 类？
3. SciFinder 数据库包含哪些内容？
4. 化学化工 6 类文献源有哪些各自的特点？与传统的 10 类文献有哪些联系？
5. 重要的化学化工信息检索工具有哪些？
6. 学术论文有哪些类型？主要组成部分有哪些？
7. 简述摘要的基本要素和主要功能，论文的结论部分主要阐述什么？
8. 研究性论文的撰写要求是什么？
9. 综述论文具有什么特点？如何写好一篇综述论文？

【学习资源】

教材；文献数据库；线上资源；图书资料。

模块三 学术论文撰写

【学习目标】

1. 以撰写一篇综述论文为目标，有效地检索与收集化学化工信息，整理和阅读得到的化学信息。

2. 总结和撰写论文、提出科研设想。
3. 掌握学术论文的格式与撰写要求。
4. 了解学术论文的投稿方式。

【课程内容】

1. 化学化工信息检索与收集策略，文献整理与文件夹管理，化学化工信息的利用——文献的阅读，论文写作——基于文献的创新，化学化工信息的检索与利用实例。

2. 学术论文主要类型，学术论文结构及撰写要求，科技论文撰写知识网站，科学研究论文简介，学位论文与毕业设计说明书，论文投稿，校对符号。

【重点、难点】

1. 重点：化学化工信息检索与收集策略的基本知识。学术论文结构、特点及撰写要求；撰写综述性论文。

2. 难点：化学化工信息的管理、论文写作。

【教学方法】

1. 课堂讲授法：讲述基本内容，重点讲授学术论文的格式与撰写要求，以本科毕业论文的模板进行具体的讲授，重点介绍化学化工信息检索与利用策略与技巧。

2. 案例分析法：以一篇光分析法的本科毕业论文为案例，针对具体的论文题目，与学生一起分析讨论如何撰写论文，使学生能更具体地掌握论文结构及各部分的内容如何写作，为后续完成毕业论文打下一定基础。

3. 实践法：安排实践课的内容，指导学生上机实践，检索和下载学位论文参考阅读学习，实践。

【学习要求】

1. 理解与掌握学习目标中的知识，有效利用互联网进行实践。理解与掌握学习目标中的知识，掌握学术论文的格式与撰写要求。

2. 自选论文题目，撰写一篇综述论文。

【学习资源】

教材；文献数据库；线上资源；图书资料。

五、实践教学安排

本课程为理论包括实践类课程，实践教学学时 12 学时。

（一）本课程开设的实践项目

序号	实践项目内容	学时	实践方法	要求	支撑的课程目标
1	专利信息检索 传统化学化工文献检索	2	上机检索	必做	课程目标 1,2
2	Internet 化学化工资源	2	上机检索	必做	课程目标 1,2
3	期刊检索与全文下载	4	上机检索	必做	课程目标 2,3
4	化学化工信息检索与利用 —策略与技巧	4	上机检索	必做	课程目标 2,3

实践 1. 专利信息、传统化学化工文献检索

【实践内容】

1. 从中国专利网站检索：
 - a. 有关脱除室内甲醛的材料与方法；
 - b. 调湿涂料的主要成分与用途。
2. 通过网络查找我国有关“防腐剂”作为食品添加剂的相关国家标准。

实践 2. Internet 化学化工资源

【实践内容】

1. 从百度查找化学化工中文核心期刊的种类。
2. 练习用百度学术搜索化学化工文献。

实践 3. 期刊检索与全文下载

【实践内容】

通过中国知网数据库查找最新一期《大学化学》杂志的电子版，阅读其中三篇文章的摘要，并下载全文。

实践 4. 化学化工信息检索与利用—策略与技巧

【实践内容】

1. 根据自己的专业特长和兴趣选定一个课题并系统查阅文献，了解该领域研究现状和存在问题，以卡片形式做文献摘录。
2. 选定某一化学化工研究题目，下载相关的论文，为撰写综述论文做准备。

(二) 实践场所

网络机房、图书馆。

(三) 实践设备

计算机、网络等。

(四) 实践安排

教师提前一周把实践内容安排给学生，学生上课时上机实践。

六、考核方式

(一) 考核方式

课程考核方式分为过程性考核和期末考核。

过程性考核方式包括学风养成、课堂表现、平时作业等。

期末考核采用开卷考试。

(二) 考核方式与课程目标的关系

课程目标	考核内容及所占比例 (%)	考核方式
课程目标 1 (20%)	基本概念和基本知识: 50% 职业素养与信念: 20% 检索信息的能力: 30%	学风养成 平时作业 期末考试
课程目标 2 (30%)	基本概念和基本知识: 60% 检索信息的能力: 40%	平时作业 期末考试
课程目标 3 (50%)	综述论文写作能力: 100%	学风养成 期末考试

七、成绩评定

(一) 评定方式

总成绩 = 过程性考核成绩 (50%) + 期末考核成绩 (50%)。

过程性考核成绩 = 学风养成 (30%) + 课堂表现 (30%) + 平时作业 (40%)

(二) 评分标准

序号	课程目标	评价项目	评分标准				
			90-100	80-89	70-79	60-69	0-59
			优	良	中	及格	不及格
1	课程目标 1.2	学风养成	积极参与, 主动学习, 按时完成任务, 展现高度自律。	表现积极, 按时提交作业, 课堂参与度高, 学习态度证。	基本遵守纪律, 按时完成部分任务, 课堂参与一般。	偶尔拖延, 参与度和作业完成情况一般, 需加强自律。	频繁缺勤, 作业提交不及时, 学习态度消极, 缺乏参与。

2	课程目标 2	课堂表现	认真听课，积极互动，主动讨论，发言积极。	听课较认真，互动较积极，发言次数较多。	上课能记一点笔记，互动有一定自主性，能够发言。	上课不太认真，有互动但不多，很少发言。	不认真听课，不互动也不发言。
3	课程目标 1,3	作业完成情况	作业内容完整，独立完成全部作业。书写端正，对问题有透彻的分析。	作业内容完整，独立完成全部作业。书写端正，对问题分析较全面。	作业内容完整，独立完成全部作业，书写端正，没有对问题进行分析。	作业内容完整，独立完成全部作业。书写较凌乱，没有对问题进行分析。	作业内容不完整，没有达到作业要求。
4	课程目标 1/2/3	期末考核	详见期末考试评分细则				

八、选用教材

教材名称	编者	出版社	出版时间	是否马工程教材	备注
化学化工信息及网络资源的检索与利用(第五版)	王荣民 主编	化学工业出版社	2024.7	否	十二五国家规划教材

九、主要参考书目

- [1] 余向春.化学文献及查阅方法（第三版）.北京：科学出版社，2003.5
- [2] 王细荣，韩玲，张勤.文献检索与论文写作（第二版）.上海：上海交通大学出版社，2009.8

十、课程学习建议

1. 理论课的学习，以教师讲授为主，学生自学为辅；以教材内容为主。
2. 上机实践课的学习，以学生实践为主，教师指导为辅，完成实践任务。



应用化学专业

《应用化学专业英语》

课程大纲

晋中学院化学化工系

2023年8月

《应用化学专业英语》课程大纲

一、课程信息

课程名称	应用化学专业英语 / Applied Chemistry Speciality English		
课程编码	230910927B	适用专业	应用化学
先修课程	有机化学、生物化学	修读学期	第五学期
课程类别	专业选修课程	课程性质	<input type="checkbox"/> 必修 <input checked="" type="checkbox"/> 选修
课程学分	2	考核方式	<input type="checkbox"/> 考试 <input checked="" type="checkbox"/> 考查
课程学时	32 学时（理论学时 32，实践学时 0）		
执笔人	马玲	审核人	张保柱

二、课程简介

《应用化学专业英语》本课程为应用化学专业选修课程。教材的选择考虑两个方面：一是化学专业术语的概念以及相关学科知识的科学描述，这是化学专业的基础内容；二是专业文献的阅读，即利用英文语言工具进行信息收集、调研、筛选、并对其进行批判性思维加工处理，从专业的英文原始资料中获得更有价值的信息，有利于培养学生辨别、思考、推理和给出结论等专业训练。通过应用化学专业英语的学习，可以从专业的角度进行听、说、读、写，与他人交流，促进学科思维能力的发展，为今后工作需要、学术交流、前沿探究等奠定基础。专业英语学习的过程，不仅是知识的学习，也是人文教育的学习交流过程，可以开阔视野，理解认识更多的科研工作者，丰富自己的经历，更有利于发展创新能力，激发学生的爱国主义精神，有助于形成良好的品格和正确的人生观和价值观，通过文献认识背后的科研工作者，学习他们的敬业精神、科学态度、谨慎行为，为学生们树立良好的榜样，最终实现大学生的素质教育和人文教育的结合，实现高校培养社会主义接班人的主要任务。通过课程思政和专业英语课程的融合教学，进一步完善和提高学生们的积极学习态度和情感价值取向，拓展学生的认知宽度和深度，为培养具有良好思辨能力和语言沟通能力，以及专业论文写作能力的高级专门人才，使他们能够在化工领域发挥重要作用。

三、课程目标

(一) 课程目标

通过本课程的学习，学生可以达到以下目标：

课程目标 1：深刻理解和认识化学学科的起源及各个新物质的发现；掌握利用英文语言工具进行信息收集、调研、筛选、并对其进行加工处理，可以从专业的英文原始资料中获得更有价值的信息。结合有机化学、生物化学、药物分析等课程的相关内容，可以进行专业英语的学习和更深入的专业学习。依据英文文献，获取更有价值的、更前沿的学科资料。【毕业要求 5：使用现代工具】

课程目标 2：注重学生的体验过程和掌握学习方法，注重沟通能力的培养。以学生发展为本，通过体验式学习应用化学专业英语的相关知识，借助科研文献构建 PBL 教学方式，培养学生的批判性思维模式，通过学习和讨论转化为自身具备的能力——面对相关的未知专业问题，我们可以借助文献手段，查寻资料，提出方案，再实事求是地确定最优解决方案。在查阅文献和最新资料的过程中，将解决问题能力和高级思维能力充分发挥出来，与社会需求相吻合，在正确价值观的引领下，实现个人价值和社会价值的有机统一，实现课程的高阶性、创新性和挑战度的统一。【毕业要求 10：沟通】

课程目标 3：培养学生的终身学习能力。通过问题式学习（PBL）和具体的小组合作式学习方式推进体验式学习。能够利用已掌握的技能和储备的专业知识，跟踪药物化学学术前沿，不断更新知识结构、提升职业素养，适应相关的职业发展。除此之外，还可以利用该项技能，架起外企和国内企业之间的桥梁，利用自身优势，为自己的职业未来注入更多的可能性。【毕业要求 12：终身学习】

(二) 课程目标与毕业要求的关系

课程目标	支撑的毕业要求	支撑的毕业要求指标点
课程目标 1	毕业要求 5： 【使用现代工具】	5.1 掌握工程活动中获取相关信息的基本方法，能够运用现代化资源进行文献检索和资料查询。
课程目标 2	毕业要求 10： 【沟通】	10.2 能就化工专业问题，通过口头、文稿、图表等方式表达自己的观点，与业界同行及社会公众进行有效沟通和交流。

课程目标 3	毕业要求 12: 【终身学习】	12.1 能在技术变革的背景下, 认识到自主和终身学习的必要性, 并且养成自主学习的意识和能力。
--------	--------------------	--

四、课程内容

(一) 课程内容与课程目标的关系

课程内容	支撑的课程目标	教学方法	学时安排
模块一 无机化学基础	课程目标 1、2、3	课堂讲授法 对比法	4
Chapter 2 有机化学基础	课程目标 1、2、3	课堂讲授法 对比法	8
模块三 科技论文的写作	课程目标 1、2、3	课堂讲授法 问题讨论法	4
模块四 科技论文精读解析	课程目标 1、2、3	课堂讲授法 问题式学习 (PBL) 翻转课堂	16
合计			32

(二) 课程内容

模块一 无机化学基础

【学习目标】

1. 用英语科学表述化学语言。
2. 熟悉元素名称。
3. 掌握无机化合物的命名规则以及常用化合物的名称及其俗称。

【课程内容】

1. Chemical Language
2. Nomenclature of Elements
3. Nomenclature of Inorganic Compounds

【重点、难点】

1. 重点: 无机化合物的命名规则以及常用化合物的英文名称。
2. 难点: 无机化合物的命名规则和配位化合物的命名。

【教学方法】

1. 课堂讲授: 化学元素的名称以及一些化合物的俗名来源; 在元素名称

基础上讲解化合物的命名（氧化物、氯化物、氢化物、酸、碱、酸根、盐、离子化合物以及配合物，高价态和低价态化合物的命名）。

2. 对比方法，师生互动，知识迁移。熟悉元素英文名称的基础上，举例说明某一类化合物的一种或者几种，随后请学生自己练习命名，充分发挥想象，大量练习，熟练掌握。对于同一元素不同价态的命名，讲解后对比练习，知识迁移，举一反三。

【学习要求】

1. 理解与掌握学习目标中的知识。
2. 积极参与练习，多观察，大胆设想，熟悉知识迁移。

【复习与思考】

1. 无机化合物的命名特点和规则。
2. 变价元素的物质命名规律。

【学习资源】

教师提供的参考资料。

模块二 有机化学基础

【学习目标】

1. 掌握有机化合物的命名规则。
2. 掌握常用有机物的英文名称和其俗称。
3. 熟悉多官能团有机化合物的命名规则，学会对其命名。

【课程内容】

1. Nomenclature of Alkanes, Alkenes
2. Nomenclature of Alkyl Halides
3. Nomenclature of Ethers, Alcohols, Aldehydes, Ketones, Carboxylic Acids
4. Nomenclature of Amides, Amines and Nitriles
5. Nomenclature of Heterocyclic Compounds, Benzenoid Compounds and Polyfunctional Compounds

【重点、难点】

1. 重点：有机化合物的命名规则以及常用化合物的英文名称。
2. 难点：有机化合物的命名规则和多官能团有机化合物的命名。

【教学方法】

1. 课堂讲授：讲授有机化合物的命名规则（烷烃、烯烃、炔烃、环烷烃、卤代烃、醇、醛、酮、羧酸、酸酐、酰胺、胺、芳香烃类化合物、杂环化合物和多官能团类有机化合物）。

2. 对比方法，师生互动，知识迁移。从简单的烷烃类化合物开始，找到

命名规律，根据规则练习化合物的命名。此处需要大量练习，熟练掌握。针对不同的官能团，依据优先官能团的顺序命名，举一反三。

【学习要求】

1. 理解与掌握学习目标中的知识。
2. 积极参与练习，举一反三。

【复习与思考】

1. 有机化合物的命名规律和官能团的命名（体会前缀和后缀的不同）。
2. 多种官能团并存时，有机化合物的命名。

【学习资源】

教师提供的参考资料。

模块三 科技论文写作

【学习目标】

1. 了解化学专业论文的语言要求、论文结构和论文组成部分，熟悉每一部分的内容及其在文章中的作用。
2. 掌握化学专业论文结构中每一部分的写作内容和每一部分内容中存在的论证关系。
3. 学会分析化学专业论文的结构及其论文中的论证关系。

【课程内容】

1. 科学论文的组成及其作用。
2. 举例说明：科学论文的语言、结构和意义。

【重点、难点】

1. 重点：科学论文的组成部分以及每一部分中的论证关系，以及论证结构。
2. 难点：围绕问题展开文献调研以及开展科学问题研究的方法和思路。

【教学方法】

1. 课堂讲授法。详细讲解科学论文的组成结构及每一组成的作用（题目、作者、关键词、摘要、前言、实验部分、结果与讨论、结论、支撑材料、声明、参考文献等）。通过与“讲故事”做对比，理解每一部分的作用及其重要性。
2. 问题讨论，师生互动。以“什么是科学论文？科学论文的目的是什么？”为问题导向，引导学生思考，科学论文的作用。以学生为主体引导教学，教师跟随，引导学生思考科学论文的具体内容和意义。

【学习要求】

1. 熟悉批判性思维，问题引导，有依有据，客观呈现，明确论证关系。

2. 积极参与讨论，思考总结。

【复习与思考】

1. 科学论文的组成及其之间的关系。
2. 论证关系。
3. 科学语言，客观，准确。

【学习资源】

文献数据库；图书资料。

模块四 科技论文精读解析

【学习目标】

1. 在前三章的基础上，学习分析专业学术论文。
2. 问题式学习的建立。
3. 掌握有机小分子荧光探针的作用机理及其应用。

【课程内容】

最新的英文文献。

【重点、难点】

1. 重点：问题式学习法，构建理性思维模式。
2. 难点：英文专业文献的阅读和理解。

【教学方法】

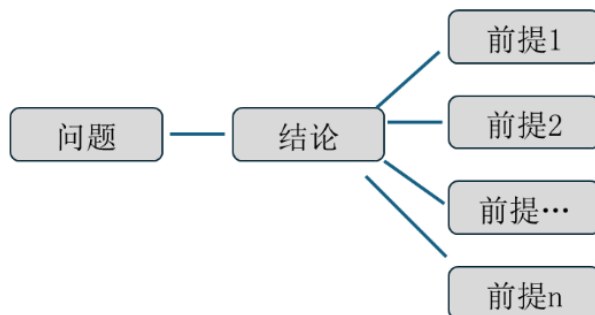
1. 课堂讲授法。教师以讲授方式为主，主要讲解以有机化合物作为荧光探针通过荧光发射的变化识别小分子（硫化氢、过氧亚硝基负离子、氨基酸等）的英文文献。在此过程中，将化学的学科知识进行整合、应用。

2. 问题式学习法（PBL）。以检测小分子（硫化氢、过氧亚硝基负离子、氨基酸等）为目标，进行文献分析、识别、总结，学习找到解决问题的办法。力求准确把握其中的逻辑关系。问题式学习法（PBL）的建立。

框架如下所示：

以问题为导向，前提作为依据，进行推导，得出结论，即论证的过程。例如讲解文章的前言部分。问题（为什么要用荧光探针的方法进行生物体内硫化氢的识别？）；结论（硫化氢的人体

代谢过程中的浓度大小与一些疾病密切相关）；依据（文献调研结果显示荧光探针方法的优点，有机分子进行识别的可行性，以及该项目进行的可行性和



创新性)。

3. 翻转课堂。小组讨论文献，然后进行课堂展示。

【学习要求】

1. 熟悉批判性思维，问题引导，注重论证过程的逻辑关系。
2. 积极参与学习过程。

【复习与思考】

1. 理性思考专业论文中的论证关系。
2. 整合化学专业知识。
3. 总结专业论文的研究方法以及写作方法。

【学习资源】

文献数据库；图书资料。

五、实践教学安排

翻转课堂：

本课程为理论类课程，无专门的实践教学学时。但是，我们为了提高学生的综合能力，设置了小组讨论活动，并且以 ppt 翻转课堂和学习报告的方式呈现，成绩计入过程性评价部分。

对后面的文献内容进行分组学习活动。

每组一个药物，从四个方面进行调研和讨论，形成一份学习报告。这八个方面分别是：①前言；②实验；③结果讨论（实验——结果——原因——讨论）④总结。

学习报告的指导原则：

1. 批判性思维的理念指导，充分展示论证过程。
2. 激发主动性，调动潜在能量，在结构框架下，理清脉络，通过写作，输出，表达自己对某个问题的看法和思考过程，更重要的是提出自己的理解和看法。
3. 每位学生参与小组活动，组内完成协商工作，针对小组的工作，遇到的问题，增进学生之间的交流。
4. 以 ppt 汇报展示，学习报告呈现学习过程。

六、考核方式

（一）考核方式

课程考核方式分为过程性考核与期末考核。

过程性考核方式包括学风养成、课堂表现、平时作业、调研报告。
 期末考核采用闭卷考试。

(二) 考核方式与课程目标的关系

课程目标	考核内容	考核方式
课程目标 1 (50%)	结合有机化学、生物化学、药物分析等课程的相关内容，可以进行专业英语的学习和更深入的专业学习。依据英文文献，获取更有价值的、更前沿的学科资料。过程性考核和期末考试对上述内容进行考核。过程性考核占50%，期末考试占50%。	过程性考核、 期末考试
课程目标 2 (30%)	通过查阅文献和最新资料的过程中，体现过程性考核和期末考试对上述内容进行考核。过程性考核占50%，期末考试占50%。	过程性考核、 期末考试
课程目标 3 (20%)	能够利用已掌握的技能 and 储备的专业知识，跟踪学科研究的学术前沿，不断更新知识结构、提升职业素养，适应相关的职业发展。积极参与合作教学的自我点评、小组点评和他人点评。通过过程性考核和期末考试对上述内容进行考核。过程性考核占50%，期末考试占50%。	过程性考核、 期末考试

七、成绩评定

(一) 评定方式

总成绩 = 过程性考核成绩 (50%) + 期末考核成绩 (50%)。

过程性考核成绩 = 学风养成 (20%) + 课堂表现 (30%) + 平时作业 (30%) + 调研报告 (20%)。

(二) 评分标准

序号	课程目标	评价项目	评分标准				
			90-100	80-89	70-79	60-69	0-59
			优	良	中	及格	不及格
1	课程目标 1	课堂表现	认真听课，积极互动，主动讨论，发言积极。	上课较认真，互动较积极，发言次数较多。	上课能作一点笔记，互动有一定自主性，能够发言。	上课不太认真，有互动但不多，很少发言。	听课很不认真，不互动也不发言。

2	课程目标 1/2/3	平时 作业	按时完成作业，书写整齐，内容完整，没有错题、漏题，过程合理，结果正确。	按时完成作业，书写较为整齐，内容基本完整，没有故意的少题、漏题，少数结果有误。	按时完成作业，书写不太整齐，过程模糊，部分结果有误。	催交，或书写不太整齐，过程模糊，大部分结果有误。	作业内容不完整，没有达到作业要求。
3	课程目标 2	学风 养成	主动学习，积极参与，按时完成作业，不缺勤、不迟到早退，展现高度自律。	表现积极，按时提交作业，课堂参与度高，学习态度认真。	基本遵守纪律，按时完成部分任务，课堂参与一般。	偶尔拖延，参与度和作业完成情况一般，需加强自律。	缺勤较多，作业提交不及时，学习态度消极，缺乏参与。
4	课程目标 1/2/3	调研 报告	报告内容全分析透彻，解决方案创新可行，逻辑清晰，资料引用准确规范，语言流畅，充分展现了学生对案例的深刻见解。	报告内容完整，分析较为深入，提出的解决方案切实可行，逻辑结构清晰，资料引用较为充分，语言表达清晰，但在某些方面如创新性或深度上略显不足。	报告基本涵盖了案例的主要方面，但分析较为表面，解决方案较为传统，逻辑连贯性有待加强，资料引用和语言表达存在一定瑕疵，整体表现中等。	报告内容有所欠缺，分析不够深入，解决方案较为简单或存在不足，逻辑结构不够清晰，资料引用不充分或存在不规范之处，语言表达需提高，但基本完成了案例分析的任务。	报告内容严重缺失，分析肤浅甚至错误，未提出有效解决方案或方案完全不可行，逻辑混乱，资料引用严重不足或存在严重学术不端行为，语言表达极差，未能达到案例分析的基本要求。
5	课程目标 1/2/3	期末 考核	详见期末试题评分标准				

八、选用教材

没有指定教材，英文文献每年更新。

九、主要参考书目

[1] (美)柯伊尔, (美)劳尔编著.《国际英语学术论文写作》:(第16版).北京:北京语言大学出版社.2015年5月.

[2] 马永祥, 吴隆民等编.《化学专业英语》(修订版).兰州:兰州大学出版社.2008年1月.

[3] 魏高原.《化学专业基础英语》(II). 北京: 北京大学出版社. 2001 年 1 月.

十、课程学习建议

《应用化学专业英语》是本科教育的一门重要课程，语言学习是一种工具学习，即借助专业英语的工具可以有更多的可能性。以下是一些建议，以帮助你更好地学习该实验课程：

1. 理解课程设置的目的是：即学习工具。借助专业英语的相关内容，可以建立更多的连接，或者可以看到更多，更新的专业文献报道。可以增加交流，还可以增加更多工作的机会。

2. 知识的综合性应用：学习的内容是英语的表述，但是要以之前的知识储备为基础，我们借助英文文献学习专业英语知识，而文献的内容则是综合性的，不是单一的，片面的知识点。

3. 批判性思维的培养：专业文献需要专业用语进行客观、准确的描述。所以，在学习过程中，要注意科学语言的运用，客观、准确、真实。

4. 论证关系：专业文献的内容具有很强的逻辑性。学习过程中，需要明确各个部分之间的关系，以及论点、论据和结论的具体内容。

5. 积极参与讨论和交流：不管是专业命名的学习，还是文献的学习，要积极参与讨论和交流，与同学和老师分享实验心得和体会。这有助于你加深对学习内容的理解，发现自己的不足之处，并提高自己的能力。



应用化学专业

《生物化学》课程大纲

晋中学院化学化工系

2023年8月

《生物化学》课程大纲

一、课程信息

课程名称	生物化学 / Biochemistry		
课程编码	230910928B	适用专业	应用化学
先修课程	无机化学、有机化学	修读学期	第五学期
课程类别	专业选修课程	课程性质	<input type="checkbox"/> 必修 <input checked="" type="checkbox"/> 选修
课程学分	2	考核方式	<input type="checkbox"/> 考试 <input checked="" type="checkbox"/> 考查
课程学时	32 学时（理论学时 32，实践学时 0）		
执笔人	马玲	审核人	张保柱

二、课程简介

随着科学发展，学科间的理论知识和技术上的相互交叉融合产生一些新的内容。生物化学与化学各个学科的交叉渗透，已成为现代生物学的基础和支柱。生物化学是生命科学中其他学科及医学、农学、药学和食品学等学科的重要基础课。面对 21 世纪对基础生物化学的要求，为适应教学和教改实践的需求，本学科的主要教学目标是力求反映当前生物化学的面貌和水平，介绍各种生物分子的基本结构、性质和功能，阐明各条代谢路径的场所、代谢物和调节代谢的关系以及过程中的能量变化。在此基础上，还要适当地反映生物化学的新进展、新技术、新成果和新知识。通过学习本课程，学生掌握生物化学的基本理论和基础知识，深刻理解“结构决定性质，性质决定用途”的内涵，建立“问题—结论—依据”的思维模式，学会通过问题导向，利用已学知识，获得解决问题的方法，具备认真思考和解决问题的能力，同时为社会培养具有生物化学基础知识和解决实际问题能力的社会人。

三、课程目标

（一）课程目标

通过本课程的学习，学生可以达到以下目标：

课程目标 1：掌握专业知识。通过深入学习结构生物化学（生命组成物质的化学组成、结构、性质及生物学功能）和代谢生物化学（物质间通过发生化学反应进行物质和能量交换的规律及其相关的知识），构建底层逻辑，能够更好地认识和理解生命过程，能够解释一些生命现象，具有为人们健康生活做指导的能力，同时也为后续的专业课程学习打下坚实的基础。【毕业要求 1.2】

课程目标 2：建立“问题—结论—依据”的思维模式，以问题导向，利用已有知识，搭建桥梁建立关系，获得解决问题的办法。学习以问题为导向的问题式学习（PBL）方法，具有批判性思维逻辑，将生物化学的知识转化为自身具备的能力——面对与生物化学相关的专业问题，提出合理的解决方案。面对实际问题，能够客观描述并对其进行合理评价，利用自身优势，体现创新意识，将解决问题能力和高级思维能力充分发挥出来；在正确价值观的引领下，实现个人价值和社会价值的有机统一，实现课程的高阶性，创新性和挑战度的统一。【毕业要求 3.2】

课程目标 3：具有沟通能力和终身学习能力。通过问题式学习（PBL），激发对问题的深入思考，提升自身的学习能力，养成良好的思维习惯。在项目研究中，能够融入团队，依据知识逻辑和批判性思维逻辑，能够阐明复杂问题的关键点，就复杂的专业问题与他人进行有效沟通和交流。关注生物化学相关的学术前沿，不断更新知识结构、提升职业素养，以适应自己的职业发展。【毕业要求 11.2】

（二）课程目标与毕业要求的关系

课程目标	支撑的毕业要求	支撑的毕业要求指标点
课程目标 1	毕业要求 1 【工程知识】	1.2 能用数学、自然科学、工程基础和专业知识建立复杂精细化学工程问题的解决途径。
课程目标 2	毕业要求 3 【设计/开发解决方案】	3.2 能够对应用化学中的专业知识对设计方案进行综合与评价，并体现创新意识。
课程目标 3	毕业要求 11 【项目管理】	11.2 了解化工工程及环保产品全周期、全流程的成本构成，能够在多学科环境中将工程管理原理与经济决策方法用于化工工程设计及工艺的优化。

四、课程内容

(一) 课程内容与课程目标的关系

课程内容	支撑的课程目标	教学方法	学时安排
模块一 结构生物化学	课程目标 1、2、3	讲授法 问题式学习 (PBL) 问题讨论法 自主学习	16
模块二 代谢生物化学	课程目标 1、2、3	课堂讲授法 问题式学习 (PBL) 问题讨论法 自主学习	14
模块三 生物化学在生产中的应用	课程目标 1、2、3	案例分析法 自主学习	2
合计			32

(二) 课程内容

模块一 结构生物化学

【学习目标】

1. 掌握典型单糖（葡萄糖和果糖）的分子结构，会判断 D-型与 L-型， α -型与 β -型，并将链状结构转换为环状结构；掌握单糖的理化性质，明辨构型和构象的概念，解释变旋现象和还原性的原因；掌握蔗糖、麦芽糖、乳糖的组成和理化性质，说明寡糖的还原性和变旋现象的本质；掌握淀粉、糖原、纤维素的结构和性质，理解多糖的结构和功能之间的关系；了解糖的定性测定和定量测定；了解复合糖的结构和功能。

2. 掌握油脂、磷脂和胆固醇类的组成、结构和性质；阐明各种脂类的生物学功能；可以阐述生物膜的流动镶嵌模型的内容；熟悉生物膜的流动性、不对称性和选择性渗透作用，利用这些性质解释其生物学功能，了解物质跨膜运输的几种机制。

3. 掌握 20 种常见氨基酸的结构和简写符号；掌握氨基酸、肽和蛋白质的理化性质，认识和理解蛋白质结构，根据一级结构和二级结构，理解蛋白质的三级结构的空构型和蛋白质功能之间的关系；通过肌红蛋白和血红蛋白的对比学习，理解蛋白质功能的差异性和结构之间的关系；可以复述蛋白质一级结构的测定方法；可以根据不同的性质对蛋白质进行分离。

4. 掌握碱基、核苷和核苷酸的化学结构及理化性质；能够区分 DNA 和 RNA 结构，解释其功能差异的原因；举例说明几种常见 RNA 的名称、结构（一级、二级和三级结构）及其功能；掌握 DNA 双螺旋结构的主要内容，判断 A 型、B 型和 Z 型双螺旋结构；掌握核酸的理化性质，特别是 DNA 的变性、复性及其杂交，利用 DNA 的这些性质，借助 PCR，实现体外扩增特定 DNA 的技术，并应用于生命科学和临床医学。

5. 掌握酶的基本概念和化学本质，明辨酶的催化特性与一般的催化反应的异同；熟悉影响酶促反应速率的各种因素，能够推导米氏方程，阐明米氏常数的意义；根据酶反应机制解释酶反应的特点；判断可逆抑制作用和不可逆抑制作用，利用抑制剂对酶的机制作用，进行药物设计，研发新药。

6. 区分脂溶性维生素和水溶性维生素；掌握所有维生素作为辅酶或辅基的作用；了解常见维生素的来源及其缺乏症。

【课程内容】

1. 糖的化学本质和生物学功能，单糖、寡糖和多糖的结构和性质。

2. 油脂、磷脂和固醇类的结构和性质和生理功能，生物膜流动镶嵌模型及生物膜的特性和生物学功能。

3. 氨基酸的结构和分类和理化性质；肽键的结构；蛋白质的一级结构与测定以及蛋白质的分子结构、性质和生物学功能；氨基酸和蛋白质的提纯和分离。

4. 核苷酸的组成和性质；核酸的化学组成、性质和结构（一级、二级和三级结构）以及生物功能；核酸的分离提纯。

5. 酶的基本概念和化学本质；酶的催化特性；影响酶促反应速率的各种因素；米氏方程；酶反应机制；可逆抑制作用和不可逆抑制作用；可逆抑制剂对酶反应速率的影响。

6. 水溶性维生素的结构和生物学功能；脂溶性维生素的结构和生物学功能。

【重点、难点】

1. 重点：糖的化学本质，构型和构象的概念，糖苷键；油脂、磷脂和固醇类的结构和性质和生理功能；氨基酸的基本结构及特点以及蛋白质的结构与功能；核酸的重要理化性质，DNA 双螺旋结构模型要点；tRNA 三叶草型结构特点；DNA 的变性、复性和分子杂交；酶的催化特性；米氏方程；可逆抑制剂对酶反应速率的影响；维生素的结构和生物学功能。

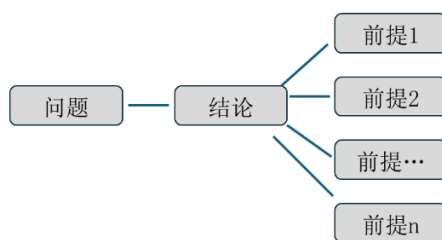
2. 难点：糖的变旋现象和还原性；磷脂和固醇类的结构、性质和生理功能；蛋白质的结构、性质与功能；核酸的结构和生物学功能；DNA 的变性、

复性和分子杂交；米氏方程；可逆抑制剂对酶反应速率的影响；酶的多样性和功能；维生素作为酶的辅基或者辅酶生物学功能。

【教学方法】

1. 课堂讲授法：介绍本课程的研究对象、学习内容、学习方法以及与其它相关课程之间的关系；回顾《有机化学》相关内容，介绍糖的结构、命名，总结糖类化合物的理化性质；举例说明多糖的结构和功能之间的关系以及复合糖的结构和功能。根据结构对脂类进行分类，根据油脂、磷脂和固醇类的结构学习脂的组成、性质以及生物学功能；介绍膜结构——流动镶嵌模型的内容，讲解细胞膜的特性和功能；对比介绍细胞膜转运物质的方式。介绍氨基酸的结构，并按照不同的方式对其进行分类，对比侧链了解各种氨基酸在蛋白质中所起到的作用；介绍蛋白质的一级结构、二级结构、三级结构和四级结构，每一级结构的作用力以及它们对蛋白质功能的贡献。同样介绍了核苷酸的组成和核酸的三级结构和功能之间的关系。

2. 问题式学习法（PBL）。树立批判性思维的概念，即用专业知识解决专业问题，力求客观、准确，构建知识逻辑。框架如下所示：



以问题为导向，前提作为依据，进行推导，得出结论，即论证的过程。例如讲解葡萄糖具有变旋现象时，可采用 PBL 进行讲解。问题（葡萄糖水溶液有变旋现象吗？），结论（葡萄糖水溶液有变旋现象发生），依据（葡萄糖的结构是多羟基的醛，在水溶液中可以由直链变为环状结构，环状结构中的异头碳原子成环时可以生成 α 异头物或者 β 异头物两种，并且环状结构中由于碳碳单键之间的旋转，环状葡萄糖结构的构象不断发生变化，静置一段时间后，葡萄糖的水溶液的旋光度才能够稳定为定值。）核酸部分，为什么 DNA 成为遗传物质，而 RNA 不可以呢？同样，我们 BPL 学习法的方式进行练习。

3. 问题讨论法：该方法侧重思考。提出问题，引发思考，开放式回答。依据单糖的结构中含有的官能团，推测单糖的化学性质。单糖结构中同时含有羟基和醛基，对于糖分子来说，水溶液中存在直链结构与环状结构的互变，所以，此时，糖分子的化学性质有哪些，就可以请同学们自己根据前期课程所学知识进行输出：酯化反应，取代反应，还原反应，氧化反应。除此之外，教师在此基础上进行补充，半缩醛反应之后异头碳原子再进行的缩合反应是成苷反应，生成糖苷键。教师还要介绍属于糖类的呈色反应，以进行鉴别区

分。

4. 自主学习法。每一章节的课前，教师都有预习作业，学生需要进行自主阅读课本，并完成相应的问答作业，除此之外，每一章都有拓展阅读资料，旨在激发学生的打开思维，拓展视野。由于课程内容多，课时紧张，不能将全部内容都在课堂上呈现，同学们提前阅读可以解决的内容，我们就不在课堂详细呈现，重点问题和未解决的问题，我们在课堂和课后集中解决。目的是为了大家共同努力，一起共建这门课程。

【学习要求】

1. 理解和掌握学习目标中的知识。
2. 通过阅读课前阅读资料和课后调研，收集医院进行血液的化验的项目，并了解各项目的日常标准。

【复习与思考】

1. 学习目标中的知识。
2. 思考预习作业中的提问，并认真作答。
3. 思考学习的课堂内容和课后调研部分内容的关联。

【学习资源】网易课程资源《生物化学》。

模块二 代谢生物化学

【学习目标】

1. 重点掌握生物氧化、氧化磷酸化、电子传递与呼吸链的概念、作用机制以及能量变化。能够判断生物代谢过程中的化学反应发生的方向，能进行能量转换的相关运算。理解线粒体膜的选择性通透性的原因，能复述线粒体膜上的三种穿梭机制过程及能量变化。

2. 了解糖类的复杂代谢途径及生理意义。掌握糖酵解、三羧酸循环、己糖磷酸途径的反应过程及各过程中限速步催化反应的酶；根据这三种糖代谢途径的反应，判断反应前后的能量变化；找到每条糖代谢途径之间的相互联系，以及与其他物质（脂质、蛋白质、核酸）代谢的连接点；了解糖原合成的过程。

3. 熟悉脂肪在生物体内的吸收和转运；掌握脂肪酸的 β -氧化分解和三酰甘油的生物分解过程；熟悉脂肪酸（饱和和不饱和）的分解代谢过程及其能量释放；了解胆固醇代谢和脂肪酸代谢的相关性，说明脂蛋白在胆固醇运输中的关键作用。

4. 了解核酸的酶促降解；掌握核苷酸的分解代谢；熟悉嘌呤和嘧啶各个原子的来源。

5. 了解蛋白质的消化和吸收；掌握氨基酸的脱氨作用以及重要的酶（L-

谷氨酸脱氢酶和磷酸吡哆醛为辅酶的转氨酶)；能够复述联合脱氨作用的过程，清楚联合脱氨的生理学作用；掌握氨和 α -酮酸的转化及其生理调节作用；理解尿素循环和鸟氨酸循环的重要意义。

【课程内容】

1. 生物氧化、氧化磷酸化、电子传递与呼吸链；穿梭机制；自由能变化和能量变化。

2. 糖代谢：糖酵解、三羧酸循环、己糖磷酸途径以及糖代谢的生物学意义。

3. 脂肪在生物体内的吸收和转运；脂肪酸的 β -氧化分解；三酰甘油的生物分解过程；脂蛋白代谢。

4. 核酸的酶促降解；核苷酸的分解代谢；嘌呤和嘧啶合成代谢。

5. 蛋白质的消化和吸收；氨基酸的脱氨作用及生物学意义；氨和 α -酮酸的转化；尿素循环；鸟氨酸循环。

【重点、难点】

1. 重点：生物氧化、氧化磷酸化、电子传递与呼吸链；穿梭机制；自由能变化和能量变化；糖酵解、三羧酸循环和己糖磷酸途径以及糖代谢过程中的能量变化；脂肪酸的 β -氧化分解；三酰甘油的生物分解过程；核苷酸的分解代谢；联合脱氨作用；氨和 α -酮酸的转化；尿素循环；鸟氨酸循环。

2. 难点：电子传递与呼吸链；穿梭机制；糖酵解、三羧酸循环和己糖磷酸途径；脂肪酸的 β -氧化分解；核苷酸的分解代谢；氨和 α -酮酸的转化；尿素循环；鸟氨酸循环。

【教学方法】

1. 课堂讲授法：从环境和体系入手，遵守物质和能量守恒原则，讨论生物体内的物质和能量代谢过程。首先从生物氧化的概念入手，介绍电子传递与呼吸链的概念、作用机制以及能量变化。随后说明线粒体外的氧化磷酸化过程，生物膜的功能限制了物质的自由穿过，为了保持胞内和胞外物质进行交换，生物体的线粒体膜上有三种穿梭机制：异柠檬酸穿梭、磷酸甘油穿梭和苹果酸穿梭，在它们的帮助下，氧化磷酸化和呼吸链就连接起来了，最后生成 ATP，给机体提供能量。同样，利用课堂讲授法，还给大家介绍了糖代谢、脂代谢、核苷酸代谢和蛋白质代谢过程。

2. 问题式学习法 (PBL)。该方法旨在帮助同学们构建批判性思维的思维方式，理性判断，做出更有利于解决问题的决定，找到更有效地解决办法。以问题为导向，前提作为依据，进行推导，得出结论，这个方法实际是练习如何进行论证的过程。在糖酵解、三羧酸循环，尿素循环等过程的讲解中，

我们都可以用这个方法。比如三羧酸循环的讲解。问题：三羧酸循环过程的每一个反应都可以是一个论证过程，反应方程式就是问题和结论，论据需要找到证据来证明。所有的这些反应都是已经被证实的，只要把这些证据罗列出来就可以（同位素实验结果证明反应的产物，酶的作用通过文献查阅证明）。

3. 问题讨论法：这个模块的问题讨论法设计在代谢过程中的能量转换；找到糖代谢、脂代谢、核酸代谢和氨基酸代谢过程的连接点。通过这样的讨论，学生可以梳理各代谢过程中的步骤，还要关注代谢路径的交叉和连接，有助将知识融合，整体看待大分子的代谢过程。

4. 自主学习法。每一章节的课前，教师都有预习作业，学生需要进行自主阅读课本，并完成相应的问答作业，除此之外，每一章都有拓展阅读资料，旨在激发学生的打开思维，拓展视野。课堂讲解主次分明，更重要的是需要学生们的主动参与学习过程。

【学习要求】

1. 理解和掌握学习目标中的知识。
2. 根据前期手机的血液检测相关参数，请标记检测项属于哪个代谢过程，哪个反应，反应过程参与的酶是什么？

【复习与思考】

1. 学习目标中的知识。
2. 思考预习作业中的提问，并认真作答。
3. 根据前期收集的血液检测相关参数，请标记检测项归属的反应过程参与的酶是什么？思考酶在代谢调节中的作用和酶水平的调节方式。

【学习资源】网易课程资源《生物化学》。

模块三 代谢生物化学

【学习目标】

了解脂类、氨基酸、蛋白质、核苷酸和酶的工业应用及生产。

【课程内容】

脂质体在药物中的作用；味精的生产工艺；蛋白质改性在工业生产中的应用；核苷酸在医药和食品方面的应用；酶在医药生产中的应用。

【重点、难点】

1. 重点：生物大分子的实际应用的原理及是实现工业化的条件。
2. 难点：认识和理解生物大分子工业化应用实现的前提。

【教学方法】

1. 案例分析法：以“味精的生产工艺”为例，和学生一起对其进行原理分析，讨论。举例说明核苷酸在抗肿瘤药物中的应用；举例说明以青霉素酶

为靶点的抗生素类药物的作用机制。

2. 自主学习法。引导学生查阅生物大分子的工业化应用的实例。

【学习要求】

1. 理解学习目标中的知识。
2. 梳理生物大分子在体内存在的形式、代谢方式及其在生活中的应用。

【复习与思考】

1. 学习目标中的知识。
2. 思考预习作业中的提问，并认真作答。
3. 书面汇报医院调研结果，并呈现出各种被检测物的检测方法。

【学习资源】

网易课程资源《生物化学》。

五、实践教学安排

本课程为理论类课程，无专门的实践教学学时。为了提高学生的综合实践能力，设置了小组调研活动，并且学习报告的方式呈现，成绩计入过程性评价部分。

六、考核方式

（一）考核方式

课程考核方式分为过程性考核与期末考核。

过程性考核方式包括学风养成、课堂表现、平时作业、案例分析报告。

（二）考核方式与课程目标的关系

课程目标	考核内容	考核方式
课程目标1 (40%)	掌握生物化学专业基础知识。系统学习生命组成物质糖、脂、蛋白质和核酸的结构、功能和性质，阐述其代谢途径和能量转换的规律，解释生命过程中千变万化的生理过程：过程性考核占50%，期末考试占50%。	过程性考核、 期末考试
课程目标2 (30%)	面对与生物化学相关的专业问题，提出自己的见解，给出判断。根据生物化学的理论知识能应用到实际生活中，并能帮助解决实际问题：过程性考核占50%，期末考试占50%。	过程性考核、 期末考试

课程目标3 (30%)	能认识当前生物化学科学研究的前沿知识，能找到或者拓展解决问题能力和提升高级思维能力；更新知识结构、提升职业素养，积极参与合作教学，参加团队合作项目。过程性考核占50%，期末考试占50%。	过程性考核、 期末考试
-----------------------	---	----------------

七、成绩评定

(一) 评定方式

总成绩 = 过程性考核成绩 (50%) + 期末考核成绩 (50%)。

过程性考核成绩 = 学风养成 (20%) + 课堂表现 (30%) + 平时作业 (30%) + 案例分析报告 (20%)。

(二) 评分标准

序号	课程目标	评价项目	评分标准				
			90-100	80-89	70-79	60-69	0-59
			优	良	中	及格	不及格
1	课程目标 1	课堂表现	认真听课，积极互动，主动讨论，发言积极。	上课较认真，互动较积极，发言次数较多。	上课能作一点笔记，互动有一定自主性，能够发言。	上课不太认真，有互动但不多，很少发言。	听课很不认真，不互动也不发言。
2	课程目标 1/2/3	平时作业	按时完成作业，书写整齐，内容完整，没有少题、漏题，过程合理，结果正确。	按时完成作业，书写较为整齐，内容基本完整，没有故意的少题、漏题，少数结果有误。	按时完成作业，书写不太整齐，过程模糊，部分结果有误。	催交，或书写不太整齐，过程模糊，大部分结果有误。	作业内容不完整，没有达到作业要求。
3	课程目标 2	学风养成	主动学习，积极参与，按时完成任务，不缺勤、不迟到早退，展现高度自律。	表现积极，按时提交作业，课堂参与度高，学习态度认真。	基本遵守纪律，按时完成部分任务，课堂参与一般。	偶尔拖延，参与度和作业完成情况一般，需加强自律。	缺勤较多，作业提交不及时，学习态度消极，缺乏参与。

4	课程目标 1/2/3	案例分析报告	报告内容全分析透彻，方案可行，逻辑清晰，引用规范，语言流畅，充分展现了学生的深刻见解。	报告内容完整，分析较深入，提出的解决方案切实可行，逻辑清晰，资料引用较为充分，语言清晰，但在某些方面或深度上略有不足。	报告基本涵盖了案例的主要方面，但分析较表面，解决方案较为传统，逻辑连贯性有待加强，资料引用和语言表达存在一定瑕疵，整体表现中等。	报告内容欠分析，不够深入，方案简单或在逻辑不够清晰，用词不规范，语不达意，未能充分完成任务。	报告内容严重缺失，肤浅错误，未有效提出解决方案，逻辑混乱，引用不足，严重存在学术不端行为，语言表达极差，未能达到基本要求。
5	课程目标 1/2/3	期末考核	详见期末试题评分标准				

八、选用教材

教材名称	编者	出版社	出版时间	是否马工程教材	备注
《生物化学》 (第三版)	张洪渊	化学工业出版社	2014.1	否	

九、主要参考书目

- [1] 王镜岩.《生物化学》.北京:高等教育出版社.2002年5月.
[2] 姚文兵.《生物化学》(第八版).北京:人民卫生出版社.2016年6月.

十、课程学习建议

1. 上课前一定要预习，按照提前发的学习资料回答问题；
2. 上课时要跟着老师的节奏把课堂内容跟下来；

3. 课后要认真做作业，写总结；
4. 要把知识点串起来，遇到不清楚地及时查问；
5. 组建学习小组，把学习内容和课后作业在组内讨论，尽量发言；
6. 有意识地进行批判性思维训练，对每一个问题习惯性进行论证过程。



应用化学专业 《化学史》课程大纲

晋中学院化学化工系

2023年8月

《化学史》课程大纲

一、课程信息

课程名称	化学史 / History of Chemistry		
课程编码	230910929B	适用专业	应用化学
先修课程	无机化学、有机化学、 分析化学、物理化学	修读学期	第六学期
课程类别	专业选修课程	课程性质	选修
课程学分	2	考核方式	考查
课程学时	32 学时（理论学时 32，实践学时 0）		
执笔人	牛宪军	审核人	张保柱

二、课程简介

化学史是应用化学专业的一门专业选修课，本课程是从化学发展历史的角度对化学知识的总体概括，对加强理解无机化学、有机化学、物理化学、结构化学、分析化学、生物化学、化工原理等课程奠定一定的理论基础。通过本课程的学习，学生能够理性地认识化学发展过程中的兴盛与衰落、成功与失败，并引以为鉴，温故知新，锻炼和培养学生的批判性思维能力，形成辩证唯物主义世界观，自觉弘扬我国优秀的科学技术传统，树立攀登世界科学技术的高峰的远大志向，加深了解化学与各自然科学学科的相关性。

三、课程目标

（一）课程目标

通过本课程的学习，学生可以达到以下目标：

课程目标 1：了解化学学科发展的基本规律，掌握化学基本概念和基本理论产生、演化和发展的过程，认识化学原理在化工生产中的应用发展过程。

【毕业要求 4.2】

课程目标 2：学会从历史的观点理解化学的现状和发展远景，熟悉化学发展各个时期的重大成就及对世界文明的影响，总结分析成功的经验和失败的原因。【毕业要求 12.2】

课程目标 3：学习汲取前辈化学家的科学精神、治学态度和思维方式，并在探讨化学家的思维方法和研究方法的交流革新中，树立正确的世界观、人生观和价值观。认识马克思主义哲学和自然科学的关系，具备应用辩证唯物主义观点认识、分析自然科学和技术问题的能力。【毕业要求 8.1】

(二) 课程目标与毕业要求的关系

课程目标	支撑的毕业要求	支撑的毕业要求指标点
课程目标 1	毕业要求 4【研究】	4.2 能准确获取、分析和处理实验数据，对实验结果进行分析和解释，能通过理论与实验值比较，独立分析和解释实验结果，得到合理有效的结论。
课程目标 2	毕业要求 12【终身学习】	12.2 具有适应新技术和未来技术的能力，包括对技术理解力、归纳总结、提出问题、批判性思维与创造性能力。
课程目标 3	毕业要求 8【职业规范】	8.1 具有良好的人文社会知识与科学素养、健康的体魄和健全的人格，热爱祖国，拥护中国共产党的领导，树立和践行社会主义核心价值观。

四、课程内容

(一) 课程内容与课程目标的关系

课程内容	支撑的课程目标	教学方法	学时安排
古代化学	课程目标 1, 2	讲授法、讨论法	4
近代化学的建立	课程目标 1, 2, 3	讲授法、讨论法	8
近代化学的发展	课程目标 1, 2, 3	讲授法、讨论法	15
现代化学和中国近现代化学	课程目标 1, 2, 3	讲授法、讨论法	5
合计			32

(二) 课程内容

模块一、古代化学

【学习目标】

1. 通过对古代化学的学习，对中国古代在化学方面的杰出成就有清楚的认识，能总结归纳东西方重要的物质观点。

2. 具备分析、提炼古代技艺所包含的化学知识的能力。

3. 充分利用我国古代在化学科学方面取得的卓越成就，以激发学生的民族自豪感和民族自信心，同时引导学生树立文化自信。

【课程内容】

火与能源，陶瓷与文化，文字记录材料，火药与炼丹术、冶金术，医药化学与冶金化学，“化学”名词的起源，古代的物质观。

【重点、难点】

1. 重点：中国古代化学的杰出成就，古代物质观。

2. 难点：五行说与阴阳学说，西方古代的物质观。

【教学方法】

1. 组织教学

提出《化学史》课程的学习要求。

2. 课程导入

利用现代化的教学手段，观看视频“化学的发展史”；提问：大家说一说知道的化学家有哪些？中国古代的四大发明是什么？这里面哪些与化学有关系？

由学生的发言引入新课。

3. 知识点讲授

讲授法为主，适当加入其它教学方法：

(1) 演示法：通过展示与授课内容相关的 2-3 min 的动画视频资料《化学的发展史》，激发学生的学习兴趣，加深学生对授课内容的了解。

(2) 讨论法：“在化学实验室中，能找到哪些仪器和用品是陶瓷制品？为什么实验室中玻璃仪器远远多于陶器仪器？”通过讨论、提问等形式引导学生对问题的理解逐步深入，发挥学生学习的主动性，加深学生对问题有更深的了解和自我看法。

4. 总结

【学习要求】

上课认真听讲，及时做好笔记，认真完成课堂练习和作业。

【复习与思考】

炼丹术与炼金术的区别是什么？为什么说炼金术是化学的原始形式？

【学习资源】

大学慕课，《化学与社会》. 大连理工大学，胡涛等.

视频资料,《元素的力量》.BBC制作.

视频资料,《我们需要化学》.中科院上海有机化学研究所.

模块二、近代化学的建立

【学习目标】

1. 通过学习,学生能够归纳波义耳、拉瓦锡和道尔顿等人的生平和贡献;描述波义耳的名著《怀疑派化学家》出版的历史意义;学会和运用质量守恒定律、燃烧的氧化学说解释燃素说时期的燃烧实验;比较与评价道尔顿科学原子学说及阿伏伽德罗的分子假说;掌握近代化学建立的历史。

2. 具备通过近代化学史上的几次革命串联整个近代化学发展的历程的能力,学会用辩证唯物主义观点看待历史事件的能力,灵活运用质量守恒定律解决化学化工中的实际问题,形成辩证唯物主义观点分析、解决科学问题的能力。

3. 形成从现象到本质,感性到理性的认识方法,树立严谨的科学实验精神。

【课程内容】

1. 波义耳的生平和贡献,波义耳的名著《怀疑派化学家》的出版,近代化学的建立。

2. 化学史上的几次革命,拉瓦锡的生平,质量守恒定律,燃烧的氧化学说,《化学纲要》,卡文迪许—“富人”传奇,化学“反革命”—普利斯特里。

3. 道尔顿的生平和主要贡献,道尔顿科学原子学说,阿伏伽德罗的分子假说,化学符号的发展历史,第一次国际化学会议,康尼扎罗的主要贡献。

【重点、难点】

1. 重点:波义耳的重要贡献;燃素说;拉瓦锡的重要贡献;氧化学说的要点和重要意义;道尔顿的科学原子学说。

2. 难点:燃烧说的建立背景、贡献和局限性;燃烧的氧化学说的建立过程。

【教学方法】

1. 课程导入

简单复习回顾古代化学的内容。

提问:近代化学的划分时间段?奠基人和标志性的事件是?

通过提问,回顾前面讲过的内容,引出本章的主要内容—近代化学的建立过程。

2. 知识点讲授

讲授法为主，讲解主要知识内容。

问题讨论法：（1）如何评价拉瓦锡之死？是社会还是个人的责任？谈谈大家的个人意见。锻炼学生辩证思维能力，提高课堂参与率。

（2）水的分子式是什么，由哪些原子组成，原子质量是多少？引出道尔顿的科学原子学说。

3. 总结

【学习要求】

上课认真听讲，及时做好笔记，认真完成课堂练习和作业。

【复习与思考】

1. 波义耳的重大贡献有哪些？代表著作是什么？
2. 拉瓦锡的科学燃烧理论的要点是什么？
3. 为什么道尔顿的原子学说是真正科学的原子学说？为什么近代化学之父不是拉瓦锡而是道尔顿？

【学习资源】

大学慕课，《化学与社会》.大连理工大学，胡涛等.

视频资料，《元素的力量》.BBC制作.

视频资料，《我们需要化学》.中科院上海有机化学研究所.

模块三、近代化学的发展

【学习目标】

1. 能够归纳和分类贝采里乌斯、维勒和李比希的主要贡献，了解盖·吕萨克的科学贡献；认识电解对元素发现的意义；归纳凯库勒、范特霍夫的生平和主要贡献；体会“碳链学说”、“苯环结构”的重要作用；查阅元素周期律发现的过程，领会元素周期律的重要意义；进一步强化对“结构—性质—用途”关系的认识。

2. 学会运用科学方法来学习化学知识，培养学生分析问题、归纳整理、寻找规律的学习能力；培养树立“由量变到质变”辩证唯物主义观点。

3. 培养持之以恒的科研精神和爱国主义情怀。

【课程内容】

1. 戴维的生平，一笑成名，发现元素最多的化学家，法拉第的生平及主要贡献。

2. 贝采里乌斯的生平，电化学说的创立，维勒合成尿素，德国崛起的“双子星”，近代化学教育的创立。

3. 凯库勒的生平，苯的结构学说，波恩学派的创立，立体化学的创立，物理化学的创立，现代化学结构的建立。

4. 元素周期律的发现过程和重要意义。

【重点、难点】

1. 重点：戴维、贝采里乌斯、李比希、维勒、凯库勒、范特霍夫和门捷列夫等化学家的主要贡献；近代化学教育的创立；苯的结构学说，立体化学、物理化学的创立；元素周期律的发现过程和重要意义。

2. 难点：电化学说的创立及意义；立体化学的诞生过程；元素周期律的发现意义。

【教学方法】

1. 课程导入

启发式提问：大家对“大师”，“专家”的定义和看法，引出对近代化学的蓬勃发展作出重大贡献的科学家。

2. 知识点讲授

讲授法为主，适当加入其它教学方法。

问题讨论法：提出“人们对电化二元论的认识经历了哪些过程？”这一问题，引导学生结合讲授内容进行讨论。

案例分析法：“范特霍夫的时代背景和其求职历程”，引导大家思考对知识贬值和就业前景的看法。

3. 总结

【学习要求】

上课认真听讲，及时做好笔记，认真完成课堂练习和作业。

【复习与思考】

1. 戴维的贡献有哪些？其成功在研究方法上给我们什么启示？
2. 人们对电化二元论的认识经历了哪些过程？给我们什么启示？
3. 李比希的成长历程给我们什么启示？维勒和李比希的失误给我们什么启示？
4. 元素周期律的发现有何重要的哲学意义？

【学习资源】

大学慕课，《化学与社会》. 大连理工大学，胡涛等.

视频资料，《元素的力量》. BBC 制作.

视频资料，《我们需要化学》. 中科院上海有机化学研究所.

模块四、现代化学和中国近现代化学

【学习目标】

1. 认识微观领域三大发现的意义；比较原子结构模型的发展变化；能够分析归纳二十世纪以来化学基础研究方面的重大突破，思考现代化学的发展趋势和热点研究领域。

2. 熟知近代化学传入中国的过程及其主要启蒙者；认识黄鸣龙、侯德榜、范旭东、吴蕴初等人对中国基础化学和中国近代民族化学工业的贡献。

3. 能够列表归纳中国近代化学的代表人物及其主要成就，形成利用图表表述历史问题的能力。

4. 通过中国化学家热爱祖国、追求真理、敢于挑战、兢兢业业的动人故事，感受和领悟科学家的爱国情怀与敬业精神。

【课程内容】

居里夫人；原子结构模型；中国近代化学的主要启蒙者—徐寿，黄鸣龙的贡献，侯德榜的贡献，范旭东的贡献，吴蕴初的贡献，中国-化学-未来。

【重点、难点】

1. 重点：化学基础研究的重大突破，现代化学的发展趋势和热点研究领域；近代化学传入中国的历史。

2. 难点：20世纪化学基础研究的五大突破；侯德榜制碱法。

【教学方法】

1. 课程导入

大家了解的现代化学的重大突破和成果有哪些？

让大家列举几个熟知的中国化学家以及他们的研究领域和贡献。

2. 知识点讲授

讲授法为主，适当加入其它教学方法。

案例分析法：举例“屠呦呦与青蒿素”，讲解在现代化学发展过程中，我国做出的一些贡献，以及引导学生思考中国传统文化、技术的发扬与创新，培养学生民族自豪感，激发学习创新热情。

问题讨论法：提出“中国为什么未能单独进入近代化学时期”这一问题，引导学生结合讲授内容进行讨论。

3. 总结

【学习要求】

上课认真听讲，及时做好笔记，认真完成课堂练习和作业。

【复习与思考】

1. 除了课堂上提到的化学家，请再列举 3 位你所知道的当代中国化学家以及他们的主要贡献。

2. 查阅资料，介绍一位你感兴趣的化学家的生平和贡献，并通过该化学家的事迹，谈谈你的感想。

【学习资源】

大学慕课，《化学与社会》. 大连理工大学，胡涛等.

视频资料，《元素的力量》. BBC 制作.

视频资料，《我们需要化学》. 中科院上海有机化学研究所.

五、实践教学安排

在讲授基础上，引导学生查阅资料，并进行课后学习兴趣小组讨论，写出读书报告或心得感想，以培养学生综合分析问题的实践能力。

六、考核方式

（一）考核方式

课程考核方式分为过程性考核和期末考核。

过程性考核指平时成绩，包括学风养成、课堂表现、平时作业等。

期末考核采用闭卷考试。

（二）考核方式与课程目标的关系

课程目标	考核内容及所占比例（%）	考核方式
课程目标 1 (40%)	基本概念和基本知识：40% 职业能力：60%	课堂表现、平时作业、期末考试。
课程目标 2 (40%)	基本概念和基本知识：40% 职业素养与信念：60%	学风养成、平时作业、期末考试。
课程目标 3 (20%)	基本概念和基本知识：50% 职业能力：50%	平时作业、期末考试。

七、成绩评定

（一）评定方式

总成绩 = 过程性考核成绩（50%）+ 期末考试卷面成绩（50%）。

过程性考核成绩 = 课堂表现（30%）+ 平时作业（40%）+ 学风养成（30%）。

(二) 评分标准

序号	课程目标	评价项目	评分标准				
			90-100	80-89	70-79	60-69	0-59
			优	良	中	及格	不及格
1	课程目标 1	课堂表现	认真听课，积极互动，主动讨论，发言积极。	上课较认真，互动较积极，发言次数较多。	上课能作一点笔记，互动有一定主动性，能够发言。	上课不太认真，有互动但不多，很少发言。	听课很不认真，不互动也不发言。
2	课程目标 1/2/3	平时作业	按时完成作业，书写整齐，内容完整，没有少题、漏题，过程合理，结果正确。	按时完成作业，书写较为整齐，内容基本完整，没有故意的少题、漏题，少数结果有误。	按时完成作业，书写不太整齐，过程模糊，部分结果有误。	催交，或书写不太整齐，过程模糊，大部分结果有误。	作业内容不完整，没有达到作业要求。
3	课程目标 2	学风养成	主动学习，积极参与，按时完成任务，不缺勤、不迟到早退，展现高度自律。	表现积极，按时提交作业，课堂参与度高，学习态度认真。	基本遵守纪律，按时完成部分任务，课堂参与一般。	偶尔拖延，参与度和作业完成情况一般，需加强自律。	缺勤较多，作业提交不及时，学习态度消极，缺乏参与。
4	课程目标 1/2/3	期末考核	详见期末试题评分标准				

八、选用教材

教材名称	编者	出版社	出版时间	是否马工程教材	备注
化学史人文教程 (第2版)	汪朝阳, 肖信	科学出版社	2015年	否	

九、主要参考书目

- [1] 张德生. 化学史简明教程 (第2版). 合肥: 中国科学技术大学出版社, 2017.
- [2] 张家治 主编. 化学史教程. 太原: 山西人民出版社, 1987.
- [3] 侯纯明. 化学史话. 北京: 中国石化出版社, 2012.

[4] 韩福芹, 陈大树. 化学史简明教程. 北京: 化学工业出版社, 2021.

十、课程学习建议

首先, 积极参与课堂。学生在课堂上应当主动思考, 积极发言, 与教师 and 同学们进行交流和探讨。

其次, 扩大阅读范围。为了更好地理解和掌握化学史的知识, 我们应当积极拓宽阅读范围, 阅读相关研究论文、经典著作以及相关学术杂志。通过广泛的阅读, 我们可以更加全面地了解 and 把握化学史的发展脉络 and 重要事件, 提升自己的思维深度 and 广度。



应用化学专业

《化工分离工程》

课程大纲

晋中学院化学化工系

2023年8月

《化工分离工程》课程大纲

一、课程信息

课程名称	化工分离工程 / Chemical Separation Engineering		
课程编码	230910930B	适用专业	应用化学
先修课程	分析化学、物理化学、 化工热力学、化工原理	修读学期	第六学期
课程类别	专业选修课程	课程性质	选修
课程学分	2	考核方式	考查
课程学时	32 学时（理论学时 32，实践学时 0）		
执笔人	牛宪军	审核人	张保柱

二、课程简介

本课程是应用化学专业的一门专业选修课，是学生在具备了物理化学、化工原理、化工热力学等基础知识后的一门专业课程。化工分离工程是研究过程工业中物质分离和纯化的工程技术学科。本课程讲授传质与分离工程的原理和应用，以及化工分离过程中一些主要分离单元操作和分离工程领域的研究进展。它利用前期课程中介绍的有关相平衡、热力学等知识，以及三种传递的理论来研究化工生产实际中复杂物系的分离和提纯技术。通过本课程的学习，学生掌握有关特殊精馏、化学萃取、膜分离、吸附与离子交换及其它分离技术的基本概念、原理及过程，培养将工程和工艺相结合的观点，以及设计和分析能力的训练，锻炼理论联系实际以及提高解决实际问题的能力。

三、课程目标

（一）课程目标

通过本课程的学习，学生可以达到以下目标：

课程目标 1：掌握各种常用分离过程的基本理论、操作特点并能够分析和判断复杂化学工程问题的关键环节。【毕业要求 1：工程知识】

课程目标 2：掌握各种常用分离过程的简捷和严格的计算方法和强化改进操作的途径，并能够将其应用于解决具体的化学工程问题。【毕业要求 3：

设计/开发解决方案】

课程目标 3：能运用单级和多级平衡分离过程中的基本理论去证实解决复杂化工工程问题方案的合理性。【毕业要求 2：问题分析】

(二) 课程目标与毕业要求的关系

课程目标	支撑的毕业要求	支撑的毕业要求指标点
课程目标 1	毕业要求 1【工程知识】	1.3 能判别复杂工程问题的多种解决方案的优劣和优化途径。
课程目标 2	毕业要求 3【设计开发解决方案】	3.1 能在法律、安全、环境等外部约束条件下设计解决方案。
课程目标 3	毕业要求 2【问题分析】	2.3 能应用基本工程原理来筛选备选方案。

四、课程内容

(一) 课程内容与课程目标的关系

课程内容	支撑的课程目标	教学方法	学时安排
单级平衡分离	课程目标 1, 2, 3	讲授法、讨论法	12
多组分多级分离过程	课程目标 1, 2, 3	讲授法、讨论法	12
分离设备的性能和效率	课程目标 1, 2, 3	讲授法、讨论法	4
新型分离技术和过程集成	课程目标 1, 2, 3	讲授法、讨论法	4
合计			32

(二) 课程内容

模块一、单级平衡过程

【学习目标】

总体认识化工分离过程的意义及其在化工生产过程中的作用、传质分离过程的特征。学会相平衡常数和分离因子基本概念及相平衡常数的计算，比较泡点温度和压力的计算、露点温度和压力的计算，了解等温闪蒸和部分冷凝的计算。

【课程内容】

1. 相平衡：相平衡关系和相平衡常数的计算。
2. 多组分物系的泡点和露点计算泡点温度和压力的计算、露点温度和压力的计算。

3. 闪蒸过程的计算：等温闪蒸和部分冷凝过程的计算及绝热闪蒸过程的计算。

【重点、难点】

1. 重点：活度系数法计算汽液相平衡常数、多组分物系的泡点和露点温度的计算、相平衡常数与组成无关的等温闪蒸的计算。

2. 难点：相平衡常数与组成有关的泡点和露点温度的计算、相平衡常数与组成有关等温闪蒸的计算。

【教学方法】

1. 组织教学

学生提出课程学习要求。

2. 课程导入

3. 知识点讲授

讲授法为主，适当加入其它教学方法：

(1) 演示法：通过展示与授课内容相关的化工分离过程的图片视频等资料，加深学生对授课内容的了解。

(2) 讨论法：通过讨论、提问等形式引导学生对问题的理解逐步深入，发挥学生学习的主动性，加深学生对化工分离工程相关问题有了更深的了解和自我看法。

4. 总结

【学习要求】

学生具有一定的化工原理基础知识，课前及时预习，上课做好课堂笔记，积极参与教学过程，认真完成课堂练习和作业。

【复习与思考】

1. 传质分离过程的定义、特点和分类。

2. 绝热闪蒸过程的特点；精馏过程最小回流和全回流时的特点。

【学习资源】

1. 大学慕课，《分离工程》，华东理工大学 武斌等。

2. 大学慕课，《分离工程》，上海应用技术大学 陈桂娥等。

模块二、多组分多级分离过程分析与简捷计算

【学习目标】

能够简述塔内的流率、浓度和温度分布特点，比较和评价设计变量的确定方法，充分理解多组分精馏、共沸和萃取精馏、吸收和蒸出等过程的基本原理和流程，学会其简捷计算方法。

【课程内容】

1. 设计变量：单元的设计变量和装置的设计变量。
2. 多组分精馏过程：多组分精馏过程分析，最小回流比，最少理论塔板数和组分分配，实际回流比和理论板数。
3. 萃取精馏和共沸精馏：萃取精馏、共沸精馏。
4. 吸收和蒸出过程：吸收和蒸出过程流程，多组分吸收和蒸出过程分析，多组分吸收和蒸出的简捷算法。
5. 萃取过程：萃取流程和逆流萃取计算的集团法。

【重点、难点】

1. 重点：掌握设计变量数的确定，多组分精馏过程分析，多组分精馏中最小回流比、最少理论塔板数、理论板数和组分的分配的计算。掌握共沸精馏和萃取精馏的原理、共沸精馏的共沸温度和组成的计算、掌握多组分吸收的吸收因子法的相关计算。
2. 难点：多组分精馏塔内的流率、浓度和温度分布、共沸精馏和萃取精馏的过程分析、相关第三组分的选择、萃取精馏和共沸精馏的计算。

【教学方法】

1. 课程导入
复习回顾，提问。
2. 知识点讲授
讲授法为主，适当加入其它教学方法。
3. 总结

【学习要求】

上课认真听讲，及时做好笔记，认真完成课堂练习和作业。

【复习与思考】

普通精馏塔的可调设计变量是几个？试按设计型与操作型指定设计变量。

【学习资源】

1. 大学慕课，《分离工程》，华东理工大学 武斌等。
2. 大学慕课，《分离工程》，上海应用技术大学 陈桂娥等。

模块三、分离设备的性能和效率

【学习目标】

领会气液传质设备效率的定义，分离工程的最小分离功的定义，分离过程的节能。掌握影响级效率的因素和塔级上流动液相的三种混合类型，级效率计算方法中的机理模型方法，多组分混合物的最小分离功、净功消耗、热

力学效率计算。

【课程内容】

1. 气液传质设备的性能和效率。
2. 萃取设备的处理能力和效率。
3. 传质设备的选择：气液传质设备的选择，萃取设备的选择。

【重点、难点】

1. 重点：气液传质设备效率的估算方法。
2. 难点：确定气液传质设备效率的经验方法和机理模型。

【教学方法】

1. 课程导入
通过提问，回顾前面讲过的内容，引出本章的主要内容。
2. 知识点讲授
讲授法为主，适当加入其它教学方法。
3. 总结

【学习要求】

上课认真听讲，及时做好笔记，认真完成课堂练习和作业。

【复习与思考】

工艺角度简述萃取剂的选择原则。

【学习资源】

1. 大学慕课，《分离工程》，华东理工大学 武斌等。
2. 大学慕课，《分离工程》，上海应用技术大学 陈桂娥等。

模块四、新型分离技术和过程集成

【学习目标】

了解各种分离过程的基本原理与特点，能正确选择分离技术。

【课程内容】

1. 膜分离膜分离过程分类，分离用膜和膜分离设备、微滤、超滤、纳滤和反渗透。
2. 超临界流体萃取。
3. 分离过程的集成传统分离过程的集成，传统分离过程与新型分离方法的集成。

【重点、难点】

1. 重点：各种分离过程的基本原理与特点。
2. 难点：根据具体情况正确的选择分离过程。

【教学方法】

1. 课程导入

启发式提问。

2. 知识点讲授

讲授法为主，适当加入其它教学方法。

3. 总结

【学习要求】

上课认真听讲，及时做好笔记，认真完成课堂练习和作业。

【复习与思考】

1. 膜分离技术的原理及特点是什么？

2. 微滤、超滤、纳滤、反渗透的异同点。

【学习资源】

1. 大学慕课，《分离工程》，华东理工大学 武斌等.

2. 大学慕课，《分离工程》，上海应用技术大学 陈桂娥等.

五、实践教学安排

在讲授基础上，引导学生查阅资料，并进行课后学习兴趣小组讨论，写出读书报告，以培养学生综合分析问题的实践能力。

六、考核方式

（一）考核方式

课程考核方式分为过程性考核和期末考核。

过程性考核指平时成绩，包括学风养成、课堂表现、平时作业等。

期末考核采用开卷考试。

（二）考核方式与课程目标的关系

课程目标	考核内容及所占比例（%）	考核方式
课程目标 1 (40%)	基本概念和基本知识：60% 职业能力：40%	课堂表现、平时作业、期末考试。
课程目标 2 (40%)	基本概念和基本知识：60% 职业素养与信念：40%	学风养成、平时作业、期末考试。
课程目标 3 (20%)	基本概念和基本知识：50% 职业能力：50%	平时作业、期末考试。

七、成绩评定

(一) 评定方式

总成绩 = 过程性考核成绩 (50%) + 期末考核成绩 (50%)

过程性考核成绩 = 课堂表现 (30%) + 平时作业 (40%) + 学风养成 (30%)

(二) 评分标准

序号	课程目标	评价项目	评分标准				
			90-100	80-89	70-79	60-69	0-59
			优	良	中	及格	不及格
1	课程目标 1	课堂表现	认真听课，积极互动，主动讨论，发言积极。	上课较认真，互动较积极，发言次数较多。	上课能作一点笔记，互动有一定主动性，能够发言。	上课不太认真，有互动但不多，很少发言。	听课很不认真，不互动也不发言。
2	课程目标 1/2/3	平时作业	按时完成作业，书写整齐，内容完整，没有少题、漏题，过程合理，结果正确。	按时完成作业，书写较为整齐，内容基本完整，没有故意的少题、漏题，少数结果有误。	按时完成作业，书写不太整齐，过程模糊，部分结果有误。	催交，或书写不太整齐，过程模糊，大部分结果有误。	作业内容不完整，没有达到作业要求。
3	课程目标 2	学风养成	主动学习，积极参与，按时完成任务，不缺勤、不迟到早退，展现高度自律。	表现积极，按时提交作业，课堂参与度高，学习态度认真。	基本遵守纪律，按时完成部分任务，课堂参与一般。	偶尔拖延，参与度和作业完成情况一般，需加强自律。	缺勤较多，作业提交不及时，学习态度消极，缺乏参与。
4	课程目标 1/2/3	期末考核	详见期末试题评分标准				

八、选用教材

教材名称	编者	出版社	出版时间	是否马工程教材	备注
化工分离过程	陈洪钊, 刘家祺	化学工业出版社	2014年8月	否	

九、主要参考书目

- [1] 邓修, 吴俊生. 化工分离工程 (第二版). 北京: 科学出版社, 2022.12
- [2] 李士雨. 化工分离过程. 北京: 科学出版社, 2023.2
- [3] 朱家文, 吴艳阳. 分离工程. 北京: 化学工业出版社. 2019.11

十、课程学习建议

培养学习兴趣, 注重与工程实际相结合。



应用化学专业

《化工仪表及自动化》

课程大纲

晋中学院化学化工系

2023年8月

《化工仪表及自动化》课程大纲

一、课程信息

课程名称	化工仪表及自动化 /Chemical Instrument and Automation		
课程编码	230910931B	适用专业	应用化学
先修课程	化工原理、化工基础 实验与实训	修读学期	第六学期
课程类别	专业选修课程	课程性质	<input type="checkbox"/> 必修 <input checked="" type="checkbox"/> 选修
课程学分	2	考核方式	<input type="checkbox"/> 考试 <input checked="" type="checkbox"/> 考查
课程学时	32 学时（理论学时 32，实践学时 0）		
执笔人	张政委	审核人	张保柱

二、课程简介

《化工仪表及自动化》是应用化学专业学生的专业选修课，通过对常见化工参数的测量原理、常规仪表的基本功能、简单控制系统的学习了解，使学生能够了解化工自动化的基础知识，是利用自动控制学科、仪器仪表学科及计算机学科的理论和技术服务于化学工程学科的，是化工类专业人员必须掌握的一门专业课。通过本课程的学习，使学生能够了解化工自动化的基础知识，初步掌握它们在石油，化工中的基本应用，培养学生工程实践能力和创新能力，拓宽知识面，从而在生产实践中能根据生产工艺及自动控制两个方面的要求，为化工自动控制系统的的设计提供合理的、准确的工艺条件及数据，培养分析问题及解决问题的能力。

三、课程目标

（一）课程目标

通过本课程的学习，学生可以达到以下目标：

课程目标 1：学生应对过程的自控系统及相应的仪表有一个全面的了解，掌握典型的过程检测和控制仪表工作原理和工作性能，能根据生产过程的特点和控制要求，选用适当的自动化仪表和计算机组成实用型过程控制系统。

【毕业要求 1：工程知识】

课程目标 2：了解主要工艺参数（温度、压力、流量及物位）的测量方法及其仪表的工作原理及特点。能根据工艺要求，正确地选用和使用常见的测量仪表及控制仪表。【毕业要求 3：设计/开发解决方案】

课程目标 3：激发学生的创新思维，鼓励在合成方法上进行探索与创新；同时，提升学生的团队协作能力、问题解决能力和自主学习能力，为未来科研与职业发展奠定坚实基础。【毕业要求 7：环境和可持续发展】

（二）课程目标与毕业要求的关系

课程目标	支撑的毕业要求	支撑的毕业要求指标点
课程目标 1	毕业要求 1 【工程知识】	1.3 能判别复杂工程问题的多种解决方案的优劣和优化途径。
课程目标 2	毕业要求 3 【设计/开发解决方案】	3.2 能够对应用化学中的专业知识对设计方案进行综合与评价，并体现创新意识。
课程目标 3	毕业要求 7 【环境和可持续发展】	7.2 能够站在社会可持续发展的角度思考应用化学工程实践的可持续性，评价产品周期中可能对人类和环境造成的损害和隐患。

四、课程内容

（一）课程内容与课程目标的关系

课程内容	支撑的课程目标	教学方法	学时安排
模块一 自动控制系统基本概念	课程目标 1	讲授法、案例分析法	2
模块二 过程特性及其数学模型	课程目标 1、2、3	讲授法、案例分析法、讨论式教学法	2
模块三 检测仪表与传感器	课程目标 1、2、3	讲授法、案例分析法	8
模块四 自动控制仪表	课程目标 1、2、3	讲授法、案例分析法、讨论式教学法	6
模块五 执行器	课程目标 1、2、3	讲授法、案例分析法、讨论式教学法	2
模块六 简单控制系统	课程目标 1、2、3	讲授法、讨论式教学法	4
模块七 复杂控制系统	课程目标 1、2、3	讲授法、讨论式教学法	4
模块八 典型化工单元的控制方案	课程目标 1、2、3	讲授法、讨论式教学法	4
合计			32

(二) 课程内容

模块一 自动控制系统基本概念

【学习目标】

1. 使学生了解化工仪表及自动化在化工生产中的重要地位和作用。
2. 掌握化工仪表的基本组成及分类方法。
3. 熟悉化工生产过程中常见的参数测量仪表，如温度、压力、流量、液位等仪表的工作原理及特点。

【课程内容】

1. 自动控制系统的组成，化工自动化的主要内容和影响控制系统过渡过程品质的主要因素。

2. 化工自动化的主要内容；自动控制系统的组成及表示形式；自动控制系统的组成；自动控制系统的表示形式；自动控制系统的分类；自动控制系统的过渡过程和品质指标；控制系统的静态与动态；控制系统的过渡过程；控制系统的品质指标；影响控制系统过渡过程品质的主要因素。

【重点、难点】

1. 重点：自动控制系统的组成，方块图的表示法。
2. 难点：自动控制系统的组成，方块图的表示法和过渡过程的品质指标。

【教学方法】

1. 讲授法：讲解化工仪表及自动化的基本概念和知识。
2. 案例分析法：通过实际化工生产中的案例，分析化工仪表的应用。
3. 讨论法：组织学生讨论化工仪表的发展趋势和面临的挑战。

【学习要求】

1. 组织学生讨论化工仪表的发展趋势和面临的挑战，鼓励学生发表自己的观点。
2. 对本节课的学习目标进行总结，强调重点和难点，提醒学生在后续学习中加以关注。

【复习与思考】

1. 什么是自动控制系统？它由哪些基本部分组成？各部分的作用是什么？
2. 自动控制系统的分类有哪些？分别举例说明。
3. 如何理解自动控制系统的动态和静态特性？

【学习资源】

1. 在线课程平台：中国大学 MOOC（慕课）：搜索相关课程，例如一些知名高校教师讲授的化工仪表及自动化课程。

2. 学术数据库：中国知网：查找学术论文、研究报告，了解前沿研究成果。

万方数据：获取学位论文、会议论文等资料。

3. 专业网站和论坛：仪器信息网：获取化工仪表的产品信息、技术文章和应用案例。

模块二 过程特性及其数学模型

【学习目标】

1. 理解过程特性的概念，包括自衡特性、无自衡特性等。
2. 掌握常见工业过程的数学模型表达方式，如一阶惯性加纯滞后模型、二阶模型等。
3. 能够运用机理建模法和实验建模法建立简单过程的数学模型。

【课程内容】

建立被控对象数学模型的意义及数学模型的建立方法；用机理建模的方法建立简单对象数学模型，表征被控对象特性的三个参数，即放大系数、时间常数、滞后时间的物理意义及其对控制质量的影响；被控对象特性的实验测定方法。化工过程的特点及其描述方法；对象数学模型的建立；建模目的；机理建模；实验建模；描述对象特性的参数；放大系数；时间常数；滞后时间。

【重点、难点】

重点：被控对象的数学描述、特性参数及其对控制系统的影响。

难点：对象数学模型的建立。

【教学方法】

1. 通过案例分析和实际问题的解决，培养运用数学模型分析和解决过程控制问题的能力。
2. 学会使用实验数据处理软件对实验数据进行分析 and 拟合，获取模型参数。

【学习要求】

1. 独立完成作业：学生应独立完成课后作业，确保对所学知识的巩固和应用。
2. 关注行业动态和技术发展：学生应关注相关领域的行业动态和技术发展，了解最新的处理技术和设备，拓宽视野。

【复习与思考】

1. 什么是对象特性？为什么研究对象特性对于化工自动化控制如此重要？
2. 请阐述过程特性的分类，包括控制通道和扰动通道的特性，并举例说

明不同类型过程特性在化工生产中的实际表现。

【学习资源】

1. 《化工仪表及自动化》（厉玉鸣主编）。
2. 《自动控制原理》（胡寿松主编）。

模块三 检测仪表与传感器

【学习目标】

1. 熟悉各类检测仪表与传感器的工作原理，包括温度检测仪表、压力检测仪表、流量检测仪表、液位检测仪表等。

2. 掌握不同检测仪表与传感器的性能指标和特点，能够根据实际需求进行合理选型。

3. 学会正确安装、调试和使用常见的检测仪表与传感器，并能对其进行基本的维护和故障排除。

【课程内容】

测量过程与测量仪表，测量误差的分类，化工常见仪表的作用；理解绝对误差、相对误差的概念，差压式流量计、差压变送器的测量原理及流量基本方程；仪表的精度和量程的选择，压力的检测方法，热电阻及其测温原理。测量过程与测量误差；压力检测及仪表；流量检测及仪表；物位检测及仪表；温度检测及仪表；现代检测技术与传感器的发展；显示仪表；安全仪表系统。

【重点、难点】

重点：误差的基本知识；各类压力、温度、流量、液位、物质成分测量仪表的基本原理及其应用范围。

难点：各类压力、温度、流量、液位、物质成分测量仪表的基本原理及其应用范围。

【教学方法】

1. 通过实际案例分析和实验操作，培养运用检测仪表与传感器解决实际测量问题的能力。

2. 学会查阅相关技术手册和资料，获取检测仪表与传感器的详细信息，提高自主学习和解决问题的能力。

【学习要求】

上课认真听讲，及时做好笔记，认真完成课堂练习和作业。

【复习与思考】

1. 测量过程的本质是什么？在化工生产中，准确的测量过程为何至关重要？

2. 测量误差有哪些表示方法？绝对误差和相对误差各有什么特点及适用场景？

3. 仪表的性能指标包括准确度、变差、灵敏度、灵敏限、分辨率、线性和反应时间等，分别阐述这些指标的定义及其对化工仪表性能的影响。

【学习资源】

1. 《化工仪表及自动化》（王森 主编）
2. 《检测技术及仪表》（张宏建 主编）

模块四 自动控制仪表

【学习目标】

1. 熟悉各种自动控制仪表的类型、结构和工作原理，如调节器、执行器、变送器。

2. 掌握自动控制仪表的性能参数和技术指标，能够进行准确的评估和比较。

3. 学会根据控制系统的要求，正确选择和配置合适的自动控制仪表。

【课程内容】

控制仪表的发展状况；数字式控制器的基本组成和特点，可编程控制器的功能和特点；通过仿真、实体装置操作，掌握常见的基本控制规律、PID控制作用规律的特点和使用，模拟式控制器的基本组成和DDZ-III型控制器的特点。基本控制规律及其对系统过渡过程的影响；数字式控制器；可编程序控制器；应用示例。

【重点、难点】

1. 重点：基本控制规律及其对系统过渡过程的影响。
2. 难点：基本控制规律及其对系统过渡过程的影响。

【教学方法】

1. 通过实际案例分析和模拟实验，提高运用自动控制仪表解决实际控制问题的能力。

2. 学会阅读和理解自动控制仪表的产品手册和技术文档，获取关键信息并进行应用。

【学习要求】

上课认真听讲，及时做好笔记，认真完成课堂练习和作业。

【复习与思考】

1. 不同类型的调节器（如比例、积分、微分调节器）在控制作用上有何特点和差异？在实际应用中如何选择？

2. 执行器的分类有哪些？它们各自的工作原理和适用场景是什么？

3. 变送器的主要作用是什么？常见的变送器类型及其测量原理是什么？

【学习资源】

1. 《化工仪表及自动化》（厉玉鸣主编）
2. 《自动控制仪表》（潘永湘主编）

模块五 执行器

【学习目标】

1. 了解执行器的分类、组成和工作原理，包括气动执行器、电动执行器和液动执行器等。
2. 掌握各类执行器的特点、性能和适用范围，能够根据具体工况进行准确选型。
3. 学会执行器的安装、调试和维护方法，能够处理常见的故障。
4. 理解执行器与控制系统的连接和协同工作方式，能够进行简单的系统设计。

【课程内容】

气动执行器的结构及分类；阀门定位器的功能和选用，电动执行器概念及分类，电气转换器及电气阀门定位器概念及工作原理；控制阀的流量特性及控制阀的选择。气动执行器；电动执行器；电-气转换器及电-气阀门定位器；数字阀与智能控制阀。

【重点、难点】

1. 重点：控制阀的流量特性及控制阀的选择。
2. 难点：控制阀的流量特性及控制阀的选择。

【教学方法】

1. 通过实际案例分析和模拟操作，培养解决执行器相关实际问题的能力。
2. 学会运用相关工具和软件对执行器的性能进行分析和优化。

【学习要求】

上课认真听讲，及时做好笔记，认真完成课堂练习和作业。

【复习与思考】

1. 气动执行器和电动执行器在性能和应用上有哪些主要区别？
2. 执行器的正反作用是如何定义的？在实际控制系统中如何选择？
3. 列举几种常见的执行器故障，并分析其可能的原因和解决方法。

【学习资源】

1. 《化工仪表及自动化》（第五版，厉玉鸣主编）
2. 《过程控制与自动化仪表》（潘永湘、杨延西主编）

模块六 简单控制系统

【学习目标】

1. 理解简单控制系统的组成结构和工作原理。
2. 掌握被控对象、测量变送环节、控制器和执行器在系统中的作用。
3. 学会分析简单控制系统的控制流程和信号传递过程。
4. 能够根据工艺要求设计简单控制系统，并确定控制参数。

【课程内容】

各种基本控制规律的特点及应用场合；简单控制系统的结构、组成及作用；简单控制系统中被控变量、操纵变量选择的一般原则；控制器正、反作用确定的方法，控制器参数工程整定的方法，单回路的控制系统实际设计、运行控制操作以及仿真参数整定。简单控制系统的结构与组成；简单控制系统的设计；控制器参数的工程整定。

【重点、难点】

1. 重点：简单控制系统的设计方案。
2. 难点：控制器正、反作用确定的方法。

【教学方法】

1. 通过实际案例分析，提高对简单控制系统运行状况的判断和问题解决能力。
2. 运用仿真软件对简单控制系统进行模拟和调试，优化控制效果。

【学习要求】

上课认真听讲，及时做好笔记，认真完成课堂练习和作业。

【复习与思考】

1. 简单控制系统中，被控对象的特性对控制效果有何影响？
2. 如何选择合适的测量变送装置以提高控制系统的精度？

【学习资源】

1. 《化工仪表及自动化》（第五版，厉玉鸣主编）
2. 《自动控制原理》（胡寿松主编）

模块七 复杂控制系统

【学习目标】

1. 熟悉各种复杂控制系统的类型，如串级控制系统、均匀控制系统、比值控制系统、分程控制系统、前馈控制系统等。
2. 掌握每种复杂控制系统的结构组成、工作原理和特点。
3. 能够分析复杂控制系统中各环节的作用和相互关系。

4. 学会根据具体的工业过程和控制要求, 选择合适的复杂控制系统类型, 并进行参数整定和优化。

【课程内容】

串级控制系统中主副控制器参数的工程整定方法, 设置均匀控制系统的目的及控制方案, 比值控制系统的各种类型, 开关型选择性控制系统, 积分饱和现象的产生及防止方法, 分程控制系统的结构及应用场合, 多冲量控制系统的意义; 理解三冲量控制系统的结构特点, 连续型选择性控制系统的结构特点及控制方案; 掌握串级控制系统的结构、工作过程、特点及应用场合, 串级控制系统中副变量的确定及主、副控制器正反作用的选择, 单闭环比值控制方案的结构及特点。

串级控制系统; 均匀控制系统; 比值控制系统; 前馈控制系统; 选择性控制系统; 分程控制系统。

【重点、难点】

重点: 串级控制系统的结构、工作过程、特点及应用场合。

难点: 串级控制系统中副变量的确定及主、副控制器正反作用的选择。

【教学方法】

1. 通过案例研究和实际系统分析, 提高解决复杂控制问题的能力。
2. 运用仿真软件对复杂控制系统进行建模、模拟和性能评估。
3. 培养系统思维和综合分析能力, 能够整合不同类型的控制策略来应对复杂的控制任务。

【学习要求】

上课认真听讲, 及时做好笔记, 认真完成课堂练习和作业。

【复习与思考】

1. 串级控制系统中主、副控制器的作用和参数整定方法有何不同?
2. 均匀控制系统与一般的定值控制系统在控制目的上有什么区别?
3. 比值控制系统中, 主动量和从动量的选择原则是什么?

【学习资源】

1. 《化工仪表及自动化》(吴勤勤主编)
2. 《过程控制系统》(邵裕森主编)

模块八 典型化工单元的控制方案

【学习目标】

1. 熟悉典型化工单元(如精馏塔、化学反应器、加热炉等)的工艺流程和操作特点。
2. 掌握针对不同化工单元的常见控制方案及其原理。

3. 能够分析控制方案的优缺点，并根据实际情况进行优化和改进。
4. 学会运用控制理论和技术解决化工单元控制中的实际问题。

【课程内容】

离心泵和往复泵控制方案的特点；传热设备控制的一般方法，精馏塔提馏段温控与精馏段温控的特点和方法；离心式压缩机防喘振控制的一般方法，釜式、固定床、流化床反应器控制的一般方法，常压、减压蒸馏塔的控制方案，裂解气分馏塔的控制方案，乙烯精馏塔的典型控制方案，聚氯乙烯、聚乙烯生产过程的控制方案，谷氨酸发酵工艺过程的控制方案，合成氨生产过程的控制方案。流体输送设备的控制方案；传热设备的自动控制；精馏塔的自动控制；化学反应器的自动控制；生化过程的控制。

【重点、难点】

1. 重点：流体输送设备的典型控制方案；传热设备的控制方案。
2. 难点：精馏塔的典型控制方案。

【教学方法】

1. 通过案例分析和实际项目研究，培养工程实践能力和综合分析能力。
2. 学会利用仿真软件对化工单元的控制方案进行模拟和验证。
3. 掌握查阅相关文献和资料，获取最新控制技术在典型化工单元中的应用。

【学习要求】

上课认真听讲，及时做好笔记，认真完成课堂练习和作业。

【复习与思考】

1. 对于精馏塔的控制，压力控制和温度控制分别有哪些方法？它们的优缺点是什么？
2. 在化学反应器的控制中，如何平衡反应转化率和产物选择性的要求？
3. 加热炉的控制方案中，如何保证燃料的合理利用和炉温的均匀分布？
4. 比较不同类型典型化工单元控制方案的复杂性和适用范围。

【学习资源】

1. 《化工过程控制工程》（王骥程主编）
2. 《化工控制工程》（厉玉鸣主编）

五、实践教学安排

1. 本门课程无实践教学环节。
2. 通过加强校企合作与实习的方式加深学生对课堂知识的了解，提高学生的实践运用能力。

六、考核方式

（一）考核方式

课程考核方式分为过程性考核与期末考核。

过程性考核方式包括学风养成、课堂表现、平时作业。

期末考核采用闭卷考试。

（二）考核方式与课程目标的关系

课程目标	考核内容及所占比例（%）	考核方式
课程目标 1 （40%）	基本概念和基本知识（40%）； 职业能力（60%）	学风养成、课堂表现、 平时作业、期末考试
课程目标 2 （40%）	基本概念和基本知识（40%）； 职业素养与信念（60%）	学风养成、课堂表现、 平时作业、期末考试
课程目标 3 （30%）	基本概念和基本知识（50%）； 职业能力（50%）	学风养成、课堂表现、 平时作业、期末考试

七、成绩评定

（一）评定方式

总成绩 = 过程性考核成绩（50%）+ 期末考核成绩（50%）。

过程性考核成绩 = 学风养成（30%）+ 课堂表现（30%）+ 平时作业（40%）

（二）评分标准

序号	课程目标	评价项目	评分标准				
			90-100	80-89	70-79	60-69	0-59
			优	良	中	及格	不及格
1	课程目标 1/2/3	学风养成	积极参与，主动学习，按时完成任务，展现高度自律。	表现积极，按时提交作业，课堂参与度高，学习态度认真。	基本遵守纪律，按时完成度部分任务，课堂参与一般。	偶尔拖延，参与度和作业完成情况一般，需加强自律。	频繁缺勤，作业提交不及时，学习态度消极，缺乏参与。

2	课程目标 1/2/3	课堂 表现	认真听课， 积极互动， 主动讨论， 发言积极。	上课较认 真，互动 较积极， 发言次数 较多。	上课能作一 点笔记，互 动有一定自 主性，能够 发言。	上课不太认 真，有互动 但不多，很 少发言。	听课很不认 真，不互动 也不发言。
3	课程目标 1/2/3	平时 作业	作业内容完 整，独立或 合作完成全 部作业要求。 书写端正， 对问题有详 细透彻的分 析。	作业内容完 整，独立或 合作完成作 业要求。书 写端正，但 对问题分析 较全面。	作业内容完 整，独立或 全部完成作 业要求，书 写端正，没 有对问题进 行分析。	作业内容完 整，独立或 合作完成作 业要求。书 写较凌乱， 没有对问题 进行分析。	作业内容不 完整，没有 达到作业要 求。
4	课程目标 1/2/3	期末 考核	详细评分细则见期末试题评分标准				

八、选用教材

教材名称	编者	出版社	出版时间	是否马工程教材	备注
化工仪表及自动化 (第6版)	厉玉鸣	化学工业出版社	2019	否	

九、主要参考书目

1. 俞金寿，过程控制系统，机械工业出版社，2013
2. 戴连奎，过程控制工程（第3版），化学工业出版社，2012
3. 梁森，自动检测技术及应用（第2版），机械工业出版社，2011
4. 李学聪，化工仪表及自动化（第2版），机械工业出版社，2017.6

十、课程学习建议

（一）理论学习

1. 精读教材，标注重点难点；
2. 认真做笔记，紧跟课堂讲解；
3. 利用多种资源拓宽知识面；
4. 构建知识框架，梳理知识点关系。

（二）学习方法

1. 主动学习，多提问、讨论和查阅资料。
2. 定期复习，巩固知识。
3. 团队合作，共同进步。
4. 学以致用，参加活动将知识转化为成果。



应用化学专业

《化工安全与环保》

课程大纲

晋中学院化学化工系

2023年8月

《化工安全与环保》课程大纲

一、课程信息

课程名称	化工安全与环保/Chemical Security & Environmental Protection		
课程编码	230910932B	适用专业	应用化学
先修课程	无机化学、有机化学、化工原理	修读学期	第六学期
课程类别	专业选修课程	课程性质	<input type="checkbox"/> 必修 <input checked="" type="checkbox"/> 选修
课程学分	2	考核方式	<input type="checkbox"/> 考试 <input checked="" type="checkbox"/> 考查
课程学时	32 学时（理论学时 32，实践学时 0）		
执笔人	李萍	审核人	张保柱

二、课程简介

《化工安全与环保》课程在应用化工专业人才培养中占据核心地位，它不仅是保障学生未来职业生涯安全的关键，更是推动化工行业绿色、可持续发展的重要基石。本课程通过系统讲授化工废水、废气、废渣处理技术等化工环境保护和化工安全设计与安全管理、化工防火防爆技术等化工安全生产技术，引导学生树立“绿色发展、生态优先”的环保理念和树立“安全第一、预防为主、综合治理”的安全生产观。学生将深刻理解安全与环保对于化工行业乃至整个社会的重要性，从而在专业学习和未来工作中，自觉践行安全操作规程，积极推广环保技术，为构建安全、和谐、绿色的化工生产环境贡献力量。

三、课程目标

（一）课程目标

通过本课程的学习，学生可以达到以下目标：

课程目标 1：系统掌握化工生产过程中的安全管理与环境保护的基本理论、法规与标准，深入理解化工安全事故的成因、预防及应急处理措施。显著提升对化工安全与环保重要性的认识，增强自我保护意识和社会责任感，

形成“安全第一，预防为主，综合治理”及“绿色化工，可持续发展”的核心理念。

课程目标 2：培养识别、评估和控制化工生产过程中潜在安全与环境风险的能力，学会运用所学知识进行事故模拟分析、应急预案制定及环保设施设计等实践活动和提升解决实际问题的能力，为将来在化工行业中从事安全环保管理工作打下坚实的基础。

课程目标 3：学会多角度、多层次思考化工安全与环保问题，提出解决方案；关注行业动态，培养持续学习和自我提升的习惯，以适应化工安全与环保领域不断变化的需求和挑战。

(二) 课程内容与课程目标的关系

课程内容	支撑的课程目标	教学方法	学时安排
模块一、化工环境保护安全与技术概述	课程目标 1	讲授法、案例分析法	2
模块二、化工“三废”处理技术	课程目标 1、2、3	讲授法、案例分析法、讨论式教学法	12
模块三、清洁生产与环境质量评价	课程目标 1、2、3	讲授法、案例分析法	6
模块四、化工安全设计与管理	课程目标 1、2、3	讲授法、案例分析法、讨论式教学法	2
模块五、化工安全生产技术	课程目标 1、2、3	讲授法、案例分析法、讨论式教学法	8
模块六、化工系统安全分析与评价	课程目标 1、2、3	讲授法、讨论式教学法	2
合计			32

四、课程内容

(一) 课程内容

模块一 化工环境保护安全与技术概述

【学习目标】

1. 深入理解现代化学工业的生产特点。
2. 掌握典型化工环境污染与安全事故的危害及预防措施。
3. 了解我国环境保护与安全生产事业现状，树立预防为主的战略意识。

【课程内容】

1. 现代化学工业的生产特点。
2. 典型化工环境污染与安全生产事故的危害。
3. 我国环境保护与安全生产事业及预防战略。

【重点、难点】

1. 重点：搞好化工环境保护和安全生产。
2. 难点：我国的环境保护与安全生产事业和贯彻预防战略。

【教学方法】

1. 讲授法：使用多媒体课件展示现代化学工业的生产特点、我国的环境保护与安全生产事业，通过动画等形式帮助学生理解。

2. 案例分析法：通过引入典型化工环境污染与安全事故案例，引导学生进行深入分析，培养其分析问题和解决问题的能力。

【学习要求】

了解化工安全与环保的研究的主要内容及课程学习的重要性。

【复习与思考】

1. 复习现代化学工业的生产特点及其对安全环保的影响。
2. 分析典型化工环境污染与安全事故案例的教训与启示。
3. 探讨我国环境保护与安全生产事业的未来发展方向。

【学习资源】

1. 王富.化工生产过程中的环境保护技术——评《化工安全与环保》[J].化学工程, 2024, 52 (06):15-16.

2. 孙莉.化工安全技术与环境保护措施分析. 化工设计通讯[J]. 2022, 48 (10): 192-194.

3. [https:// www.icourse 163.org/learn/HYIT 1001753143? tid= 1472334528#/ learn/content](https://www.icourse163.org/learn/HYIT_1001753143?tid=1472334528#/learn/content)

模块二 化工“三废”处理技术

【学习目标】

1. 掌握化工废水、废气、废渣处理的基本原则与方法。
2. 掌握污泥处理与处置技术；掌握除尘技术、氮氧化物废气处理技术及化工废渣的一般处理技术。
3. 具备化工废水、废气、废渣处理实例分析能力。

【课程内容】

1. 化工废水及其处理原则，包括化工废水的种类、化工废水污染的特点及废水处理原则。

2. 废水处理技术-物理处理法、化学处理法、物理化学处理法、生化处理

法。

3. 污泥处理与处置，污泥的脱水与干化、消化及最终处理。

4. 化工废气及其处理原则。

5. 除尘技术，包括粉尘的性质及除尘装置。

6. 气态污染物的一般处理技术及特定污染物处理技术；化工废渣及其防治对策，包括化工废渣的分类、特点及防治对策。

7. 化工废渣的一般处理技术，包括预处理技术、卫生填埋技术、焚烧技术、热解技术、微生物分解技术和转化利用技术。

8. 典型化工废渣的回收利用，包括塑料废渣、磷铁矿炉渣及磷石膏废渣的处理和利用。

【重点、难点】

重点：化工废水处理的基本原则和各种处理方法的原理及适用场景；废气处理的基本原则和常用技术；化工废渣处理技术的原理与应用。

难点：如何引导学生深入理解不同废水处理技术的优缺点，选择合适的处理工艺；废气处理技术的复杂性和多样性，如何根据废气特性选择合适的处理技术；如何激发学生对化工废渣处理与循环利用的兴趣，培养其环保意识和可持续发展观念。

【教学方法】

1. 讲授法：介绍化工废水、废气及废渣的来源、分类及其对环境的影响，强调“三废”处理的必要性和紧迫性；深入讲解“三废”处理技术的基本原理、设备、流程及优缺点。在讲授过程中，引导学生思考人类活动对环境的影响，培养生态文明观念；强调科技创新在环境保护中的重要作用，激发学生的科技创新意识和责任感；结合国家发展战略和生态文明建设目标，介绍三废处理技术的未来发展方向，引导学生关注国家发展大局，树立远大理想。

2. 案例分析法：选取具有代表性的化工废水处理案例，如含油废水、重金属废水、有机废水等。引导学生分析案例中的废水特性、处理技术选择、处理效果及存在的问题。

3. 讨论式教学法：根据废水、废气及废渣的处理技术，对比不同技术的适用范围、效果及经济性，帮助学生形成全面的知识体系。

【学习要求】

1. 独立完成作业：学生应独立完成课后作业，确保对所学知识的巩固和应用。

2. 关注行业动态和技术发展：学生应关注化工“三废”处理领域的行业动态和技术发展，了解最新的处理技术和设备，拓宽视野。

【复习与思考】

1. 回顾化工“三废”处理的基本原则和方法：总结并回顾化工“三废”处理的基本原则和各种处理方法的原理及适用场景，思考如何根据“三废”特性选择合适的处理工艺。

2. 探讨化工“三废”处理技术的创新方向：结合当前环保政策和技术发展趋势，探讨化工“三废”处理技术的创新方向，如新型处理技术的研发、智能化管理等。

3. 思考如何制定有效的政策和措施，推动化工废渣处理与循环利用的可持续发展。

【学习资源】

1. 金亮, 章留留, 陈佳业. 化工“三废”处理技术及其发展趋势研究, 2024, 5:261-266.

2. 卫大海. 煤液化工艺中“三废”排放问题和治理策略, 2023, 6(211):243-248.

3. https://www.icourse163.org/learn/HYIT_1001753143?tid=1472334528#/learn/content.

模块三 清洁生产与环境质量评价

【学习目标】

1. 理解化工清洁生产原理与技术、理解循环经济在化工行业的应用。

2. 理解环境质量评价的基本概念与分类、掌握环境质量现状评价的内容与程序。

3. 了解并应用环境影响评价技术。

【课程内容】

1. 化工清洁生产原理与技术，包括化工清洁生产的原理、技术及实现途径。

2. 化工清洁生产实例，包括湿法磷酸清洁生产、氯乙烯清洁生产和银杏有效成分提取工艺。

3. 循环经济简介及其在化工行业的应用。

4. 环境质量评价概况，包括环境质量评价的概念、分类、目的和任务。

5. 环境质量现状评价，包括环境质量现状评价的内容、程序及大气、水环境质量现状评价。

6. 环境影响评价，包括环境影响评价分类、基本内容、一般程序及环境影响评价文件的编制。

【重点、难点】

重点：清洁生产的核心理念、原理与技术及案例分析；环境质量评价的

基本理论与方法；环境影响评价的分类、基本内容及一般程序。

难点：化工清洁生产原理与技术、大气、水环境质量现状评价。

【教学方法】

1. 讲授法：通过化工生产中的环境污染实例或视频资料，引出清洁生产与环境质量评价的重要性，激发学生的学习兴趣。系统讲解清洁生产的原理与技术、可持续发展与循环经济、环境质量评价的概念、目的及任务、环境质量评价的内容与程序。

2. 案例分析法：以“湿法磷酸清洁生产”、“银杏有效成分清洁提取工艺”为例，引导学生思考案例中采用了哪些清洁生产技术？案例的成功经验有哪些可以借鉴？

【学习要求】

1. 全面理解清洁生产的定义、核心原则及其在化工行业可持续发展中的重要性；熟悉环境质量评价的基本概念、目的、原则及主要方法。

2. 树立强烈的环保意识，认识到化工生产对环境的影响，积极倡导和实践绿色化学、清洁生产；理解并践行可持续发展理念，关注化工行业的长远利益与环境的和谐共生。

【复习与思考】

1. 回顾清洁生产基本概念及实施策略，总结环境质量现状评价。

2. 探讨如何平衡经济发展与环境保护？从清洁生产的角度探讨如何在保证经济发展的同时，减少对环境的负面影响。

3. 依据清洁生产技术内容，鼓励学生预测并讨论未来清洁生产技术可能的发展方向，如新型催化剂、绿色溶剂、生物技术等的应用前景。

【学习资源】

1. 潘丹云,清洁生产在环境影响评价中的应用. 皮革制作与环保科技[J]. 2021, 2 (05) : 23-24.

2. [https:// www.icourse163.org/learn/HYIT_1001753143?tid=1472334528#/learn/content](https://www.icourse163.org/learn/HYIT_1001753143?tid=1472334528#/learn/content).

模块四 化工安全设计与管理

【学习目标】

1. 理解化工生产中的危险因素；
2. 掌握化工安全设计原则；
3. 熟悉安全生产管理与人的因素。

【课程内容】

1. 化工生产中的危险因素识别与控制，包括化工危险因素分类及生产事

故的发生过程；

2. 化工安全设计基础与实践，包括化工安全设计的法律依据、基本内容及几个重要的安全设计问题；

3. 安全生产管理与人为因素，包括安全生产管理、人的因素与生产安全及企业安全生产标准化建设。

【重点、难点】

1. 重点：化工生产中的危险因素识别与控制、化工安全设计原则及其实际应用、安全生产管理体系的构建与运行。

2. 难点：如何让学生深入理解人为因素在安全生产中的关键作用，并能在实际工作中有效提升安全意识、规范操作行为。

【教学方法】

1. 讲授法：系统讲解化工生产中的危险因素、化工安全设计的法律依据及基本内容及安全生产管理。

2. 案例分析法：以“河南顺达新能源科技有限公司“1·14”中毒事故”为例，分析事故原因，引导学生理解受限空间作业的安全管理，作业人员佩戴适当的防护装备、加强安全教育和培训，提高安全意识和风险辨识能力的重要性。

3. 讨论式教学法：干同样工作时，人的性格差异与事故发生可能性有一定的关系，引导学生思考讨论人的性格对安全的影响。

【学习要求】

1. 积极参与：要求学生全程参与课堂讨论、案例分析等活动，主动思考并发表观点。

2. 掌握理论：熟练掌握化工安全相关的理论知识，包括危险因素识别、安全设计原则、安全管理制度等。

3. 提升能力：通过学习和实践，提升安全意识及问题解决能力。

【复习与思考】

1. 总结化工生产中的主要危险因素及其防范措施，并思考如何在实际工作中应用。

2. 以“天津港瑞海化学品仓库特大火灾爆炸事故”为例，思考人的因素在天津港瑞海化学品仓库特大火灾爆炸事故中的作用。如何通过改进安全管理来预防类似事故的发生？化工企业如何加强员工的安全教育和培训？应急响应和救援过程中的人为因素及其改进建议。

【学习资源】

1. 单彩萍, 化工企业建筑防火防爆安全技术[J]. 化学工程与装备, 2022, 4:

255-257.

2. [https:// www.icourse 163.org/learn/HYIT 1001753143? tid= 1472334528#/learn/content](https://www.icourse163.org/learn/HYIT_1001753143?tid=1472334528#/learn/content).

模块五 化工安全生产技术

【学习目标】

1. 掌握燃烧与爆炸的基本原理、掌握工业毒物的分类及毒性评价、理解压力容器的安全技术。
2. 掌握化工物料的火灾危险性评估方法、理解工业毒物侵入人体的途径和危害、熟悉化工检修安全技术。
3. 熟悉防火防爆的基本技术措施及消防设施的使用、掌握防毒、防尘技术措施及急性中毒的现场抢救原则、培养安全意识和应急能力。

【课程内容】

1. 燃烧与爆炸基础，包括燃烧和爆炸的定义、机理与条件及其化工生产中的危害实例分析。
2. 化工物料的火灾危险性评估，包括化工物料火灾爆炸危险性的评定及分类。
3. 防火防爆的基本技术措施及消防设施，包括火灾危险性分类、防爆电气设备的选用及火灾爆炸危险物质的处理。
4. 工业毒物的分类及毒性评价，包括工业毒物的分类、毒性评价。
5. 工业毒物侵入人体的途径和危害，包括工业毒物侵入人体的途径和危害。
6. 防毒、防尘技术措施及急性中毒的现场抢救原则，包括防毒、防尘技术措施和急性中毒的现场抢救原则。
7. 压力容器安全技术，包括压力容器的分类、安全技术管理及定期检查。
8. 化工检修安全技术，包括化工检修的分类、特点及安全技术。
9. 防毒、防尘技术措施及急性中毒的现场抢救原则，包括防毒、防尘技术措施和急性中毒的现场抢救原则。

【重点、难点】

1. 重点：化工物料的火灾危险性评估方法及其实际应用；工业毒物的分类及毒性评价、工业毒物侵入人体的途径和危害、防毒防尘技术措施及急性中毒的现场抢救原则；压力容器的设计、制造、运行、检验及安全管理等各环节的安全技术要求；化工检修过程中的安全操作规程及事故预防措施。
2. 难点：准确评估化工物料的火灾危险性，并制定切实可行的防火防爆措施；工业毒物毒性评价、防毒防尘技术措施以及急性中毒的现场抢救原则；

压力容器及化工检修过程中突发事件的应急处理。

【教学方法】

1. 讲授法：以“安全发展，绿色生产”为主题，强调在化工行业中，安全生产与环境保护是国家发展的基石，也是每位从业者必须遵循的基本准则。介绍国家关于安全生产、环境保护的法律法规和政策导向，引导学生树立正确的安全观和环保观。详细讲解燃烧条件、爆炸的分类及极限、防火防爆的基本技术措施等；介绍常见工业毒物的种类（如气体、液体、固体）、毒性作用机制及对人体的危害；介绍压力容器的分类及安全技术管理；化工检修作业的安全技术等。

2. 案例分析法：以“江苏响水天嘉宜化工有限公司“3·21”特别重大爆炸事故”为例，分析事故原因，引导学生思考、分析企业的防火防爆措施、工业毒物管理、应急管理等方面存在的不足。结合案例，融入思政内容，如“安全第一，预防为主”的安全生产方针，“人民至上，生命至上”的价值观，以及“责任重于泰山”的职业操守等，引导学生树立正确的安全观和责任意识。

3. 讨论式教学法：以“福建漳州古雷 PX 项目爆炸事故”为例，讨论事故发生的直接原因和间接原因是什么？企业和政府在事故预防、应急响应和事后处理方面存在哪些问题？如何从制度、技术、管理等方面提升化工项目的安全生产水平？公众在化工项目选址和监管中应扮演什么角色？思考如何避免类似事故的再次发生。

【学习要求】

1. 课前准备：学生需提前预习相关章节内容，了解基本概念和原理。

2. 课堂参与：积极参与课堂讨论，认真听讲并做好笔记；在课题讨论中积极发言，贡献自己的见解。

3. 课后复习与作业：按时完成课后作业，巩固所学知识；对不理解的问题及时与老师或同学交流。

【复习与思考】

1. 燃烧与爆炸的异同点是什么？如何根据这些异同点制定有效的防火防爆措施？

2. 在化工生产中，如何准确评估化工物料的火灾危险性？有哪些常用的评估方法和标准？

3. 不同类型的消防设施各有哪些优缺点？在实际应用中应如何选择和配置？

4. 毒物侵入途径与防护措施的关系：分析不同侵入途径下毒物对人体的

危害，并探讨有效的防护措施。

5. 化工检修安全规程的遵循：分析化工检修过程中可能遇到的安全隐患，探讨如何严格遵守安全规程，降低事故风险。

【学习资源】

1. 李华, 张伟. 化工防火防爆技术的最新进展与应用研究[J]. 化学工程与安全, 2020, 27(3): 123-128.

2. 陈明, 赵刚. (. 压力容器安全技术及检修策略探讨[J]. 压力容器, 2019, 36(2): 56-60.

3. [https:// www.icourse 163.org/learn/HYIT 1001753143? tid= 1472334528#/ learn/content](https://www.icourse163.org/learn/HYIT_1001753143?tid=1472334528#/learn/content)

模块六、化工系统安全分析与评价

【学习目标】

1. 掌握化工系统安全分析与评价方法。
2. 熟悉化工火灾与爆炸危险评估技术。
3. 掌握化工检修安全技术要点。

【课程内容】

1. 化工系统安全分析与评价基础，包括安全系统工程的内容、特点。
2. 化工火灾与爆炸危险评估，包括评价程序与评价单元、单元工艺危险系数及安全设施补偿系数。
3. 事件树分析法，包括事故树的编制与分析，事件树分析原理及步骤。

【重点、难点】

1. 重点：安全检查表法与事故树分析法的构建与应用。
2. 难点：在实际案例中灵活运用所学理论，准确识别并评估潜在的安全风险。

【教学方法】

1. 讲授法：系统讲解安全系统工程的内容及特点、编制安全检查表的主要依据、化工火灾与爆炸危险评估，包括评价程序与评价单元、单元工艺危险系数及安全设施补偿系数。在讲解化工系统安全分析与评价的过程中，穿插介绍相关的国家法律法规、行业标准以及国际公约，强调遵守法律的重要性，培养学生的法治意识。

2. 讨论式教学法：探讨在化工系统安全评估过程中，如何平衡企业经济利益、员工安全、公众健康与环境保护之间的关系。是否存在某些情况下，安全评估可能因外部压力（如经济压力、政治因素）而被妥协？通过讨论，培养学生的伦理意识，理解安全评估的公正性和透明度的重要性。

【学习要求】

1. 掌握核心概念与方法：深入理解并准确掌握安全检查表法、事故树分析法、化工火灾与爆炸危险评估技术及化工检修安全技术的基本概念、原理及应用方法。

2. 独立完成案例分析：能够独立完成化工安全事故案例分析，识别事故原因，提出改进措施。

【复习与思考】

1. 如何根据具体化工工艺特点，设计有效的安全检查表？

2. 在构建事故树时，如何准确识别并列出所有可能的基本事件？

3. 针对化工设备检修过程中可能出现的紧急情况，如何制定有效的应急预案？

【学习资源】

1. 孙伟, 郑丽. 新技术在化工安全评估中的应用与展望[J]. 化工进展, 2023, 42(7): 3577-3584.

2. 吴刚, 郭静. 化工系统安全分析与评价的伦理考量[J]. 伦理学研究, 2022, 15(2): 105-110.

3. [https:// www.icourse 163.org/learn/HYIT 1001753143? tid= 1472334528#/ learn/content.](https://www.icourse163.org/learn/HYIT_1001753143?tid=1472334528#/learn/content)

五、实践教学安排

1. 本门课程无实践教学环节。

2. 通过加强校企合作与实习的方式加深学生对课堂知识的了解，提高学生的实践运用能力。

六、考核方式

（一）考核方式

课程考核方式分为过程性考核与期末考核。

过程性考核方式包括学风养成、课堂表现、平时作业、案例分析报告。

期末考核采用闭卷考试。

（二）考核方式与课程目标的关系

课程目标	考核内容及所占比例 (%)	考核方式
课程目标 1 (40%)	化工安全生产的基本概念与基本知识 (50%); 环境保护法律法规与标准遵循能力 (25%); 案例分析能力 (25%)	学风养成、课堂表现、 平时作业、案例分析报告、期末考试
课程目标 2 (40%)	化工生产过程中潜在安全与环境风险的识别与 评估能力 (50%); 项目策划与报告撰写能力 (50%)	学风养成、课堂表现、 平时作业、案例分析报告、期末考试
课程目标 3 (30%)	化工安全与环保问题的多角度、多层次思考 (40%); 解决方案的提出与评估 (40%); 对行业动态的关注程度、持续学习与专业发展 意识 (20%)	学风养成、课堂表现、 平时作业、案例分析报告、期末考试

七、成绩评定

(一) 评定方式

总成绩 = 过程性考核成绩 (50%) + 期末考核成绩 (50%)。

过程性考核成绩 = 学风养成 (20%) + 课堂表现 (30%) + 平时作业
(30%) + 案例分析报告 (20%)。

(二) 评分标准

序号	课程目标	评价项目	评分标准				
			90-100	80-89	70-79	60-69	0-59
			优	良	中	及格	不及格
1	课程目标 1/2/3	学风 养成	积极参与, 主动学习, 按时完成任务, 展现高度自律。	表现积极, 按时提交作业, 课堂参与度高, 学习态度认真。	基本遵守纪律, 按时完成度部分任务, 课堂参与一般。	偶尔拖延, 参与度和作业完成情况 一般,需加强自律。	频繁缺勤, 作业提交不及时, 学习态度消极, 缺乏参与。
2	课程目标 1/2/3	课堂 表现	认真听课, 积极互动, 主动讨论, 发言积极。	上课较认真, 互动较积极, 发言次数较多。	上课能作一点笔记, 互动有一定自主性, 能够发言。	上课不太认真, 有互动但不多, 很少发言。	听课很不认真, 不互动也不发言。

3	课程目标 1/2/3	平时 作业	作业内容完整，独立或合作完成全部作业要求。书写端正，对问题有详细透彻的分析。	作业内容完整，独立或合作完成作业要求。书写端正，但对问题分析较全面。	作业内容完整，独立或全部完成作业要求，书写端正，没有对问题进行分析。	作业内容完整，独立或合作完成作业要求。书写较凌乱，没有对问题进行分析。	作业内容不完整，没有达到作业要求。
4	课程目标 1/2/3	案例 分析报告	报告内容全面深入，分析透彻，解决方案创新可行，逻辑清晰，资料引用准确规范，语言表达流畅精准，充分展现了学生对案例的深刻理解和独到见解。	报告内容完整，分析较为深入，提出的解决方案切实可行，逻辑结构基本清晰，资料引用较为充分，语言表达清晰，但在某些方面如创新性或深度上略显不足。	报告基本涵盖了案例的主要方面，但分析较为表面，解决方案较为传统，逻辑连贯性有待加强，资料引用和语言表达存在一定瑕疵，整体表现中等。	报告内容有所欠缺，分析不够深入，解决方案较为简单或存在不足，逻辑结构不够清晰，资料引用不充分或存在不规范之处，语言表达需提高，但基本完成了案例分析的任务。	报告内容严重缺失，分析肤浅甚至错误，未提出有效解决方案或方案完全不可行，逻辑混乱，资料引用严重不足或存在严重学术不端行为，语言表达极差，未能达到案例分析的基本要求。
5	课程目标 1/2/3	期末 考核	详细评分细则见期末试题评分标准				

八、选用教材

教材名称	编者	出版社	出版时间	是否马工程教材	备注
化工环境保护与安全技术概论	黄岳元 保宇	高等教育出版社	2014年	否	

九、主要参考书目

1. 《化工安全概论》（2017年版），李振花，王虹，许文编，化学工业出版社，2017，08
2. 《化工安全与环保》（2022年版），智恒平、魏葆婷编，化学工业出版社，2022
3. 《化工安全与环保概论》（2022年版），周安宁、罗振敏编，中国矿业大学出版社，2022，07

十、课程学习建议

在化工安全与环保课程中，为了确保学生能够深入理解和掌握关键知识点，并培养实践能力和创新思维，课外学习时间的合理安排与高效利用至关重要。以下是对学生学习本门课程的课外学习时间要求及学习建议：

课外学习时间要求：

每周固定学习时间：建议学生每周至少投入 8-10 小时的课外时间用于化工安全与环保课程的学习。这包括复习课堂内容、预习新知识、完成作业和习题、参与线上讨论等。

阶段性强化学习：在接近考试或项目截止日期前，应适当增加课外学习时间，确保能够充分复习和准备。这些阶段可能需要每天额外投入 2-4 小时。

持续性与灵活性：鼓励学生将课外学习时间分散到一周的每一天，保持学习的连续性和规律性。同时，也要根据个人情况和学习进度灵活调整学习时间。

学习建议：

制定学习计划：学生应根据课程大纲和教师提供的教学计划，制定个人课外学习计划。明确每天或每周的学习目标，合理安排时间，确保学习进度与课程要求同步。

主动复习与预习：课后及时复习课堂内容，巩固所学知识；同时，提前预习新课内容，了解即将学习的重点和难点，为课堂学习做好准备。

参与线上资源：利用学校提供的在线学习平台、图书馆电子资源、专业论坛等，拓展学习视野，了解化工安全与环保领域的最新动态和技术进展。

完成作业与习题：认真完成教师布置的作业和习题，通过实践加深理解。遇到难题时，积极寻求同学帮助或向教师请教。

参与课外实践活动：鼓励学生参加与化工安全与环保相关的实践活动，如实验室开放日、企业参观、环保志愿者活动等。这些活动能够帮助学生将理论知识与实际应用相结合，提升实践能力。

组建学习小组：与同学组建学习小组，共同讨论课程问题、分享学习资料、协作完成项目。通过团队合作，促进相互学习和共同进步。

关注行业动态：定期浏览行业新闻、政策文件和技术报告，了解化工安全与环保领域的最新发展动态和趋势。这有助于拓宽学生的视野，增强对课程内容的理解和兴趣。

反思与总结：定期对自己的学习情况进行反思和总结，找出存在的问题和不足，制定改进措施。通过不断的自我提升，确保学习效果的最大化。



应用化学专业

《有机合成化学》

课程大纲

晋中学院化学化工系

2023年8月

《有机合成化学》课程大纲

一、课程信息

课程名称	有机合成化学 / Organic Synthetic Chemistry		
课程编码	230910933B	适用专业	应用化学
先修课程	无机化学、有机化学、分析化学	修读学期	第五学期
课程类别	专业选修课程	课程性质	<input type="checkbox"/> 必修 <input checked="" type="checkbox"/> 选修
课程学分	2	考核方式	<input type="checkbox"/> 考试 <input checked="" type="checkbox"/> 考查
课程学时	32 学时（理论学时 32，实践学时 0）		
执笔人	张政委	审核人	张保柱

二、课程简介

《有机合成化学》是本科（基础）有机化学的后续课程之一，本课程是在基础有机化学的基础上，着重掌握各类基本合成反应，学会设计和选择不同的起始原料，用不同的基本合成反应，获得同一个复杂有机分子目标物。

本课程通过系统讲授，引导学生了解新中间体、新药、新材料、新催化剂等主要物质的合成方法，掌握化学界最活跃的方向。了解现代有机合成技术已经包括计算机程序设计、生化合成、电化合成、光化合成、催化合成和仿生合成等新的内容。

三、课程目标

（一）课程目标

通过本课程的学习，学生可以达到以下目标：

课程目标 1：学生应深入理解有机合成的基本原理与策略，熟练掌握关键反应与合成技术，能够针对特定目标分子设计合理的合成路线。【毕业要求 1：工程知识】

课程目标 2：强调实验设计与操作，培养学生从文献调研到实验设计、执行、结果分析及优化全过程的综合能力，同时注重安全、环保意识的培养。

【毕业要求 3：设计/开发解决方案】

课程目标 3：激发学生的创新思维，鼓励在合成方法上进行探索与创新；同时，提升学生的团队协作能力、问题解决能力和自主学习能力，为未来科研与职业发展奠定坚实基础。【毕业要求 7：环境和可持续发展】

(二) 课程目标与毕业要求的关系

课程目标	支撑的毕业要求	支撑的毕业要求指标点
课程目标 1	毕业要求 1 【工程知识】	1.3 能判别复杂工程问题的多种解决方案的优劣和优化途径。
课程目标 2	毕业要求 3 【设计/开发解决方案】	3.2 能够对应用化学中的专业知识对设计方案进行综合与评价，并体现创新意识。
课程目标 3	毕业要求 7 【环境和可持续发展】	7.2 能够站在社会可持续发展的角度思考应用化学工程实践的可持续性，评价产品周期中可能对人类和环境造成的损害和隐患。

四、课程内容

(一) 课程内容与课程目标的关系

课程内容	支撑的课程目标	教学方法	学时安排
模块一 绪论	课程目标 1	讲授法、案例分析法	2
模块二 官能团化和官能团转换的基本反应	课程目标 1、2、3	讲授法、案例分析法、讨论式教学法	6
模块三 酸催化缩合与分子重排	课程目标 1、2、3	讲授法、案例分析法	6
模块四 有机合成试剂	课程目标 1、2、3	讲授法、案例分析法、讨论式教学法	6
模块五 逆合成分析方法与合成路线设计	课程目标 1、2、3	讲授法、案例分析法、讨论式教学法	6
模块六 基团的保护与反应性转换	课程目标 1、2、3	讲授法、讨论式教学法	6
合计			32

(二) 课程内容

模块一 绪论

【学习目标】

1. 了解有机合成的发展历程，包括重要的历史事件、关键人物及他们的贡献，从而建立对有机合成学科的整体认知。
2. 掌握有机合成的基本概念，如合成目标分子、起始原料、反应步骤等，为后续深入学习打下坚实的理论基础。
3. 熟悉常见的有机合成反应类型，包括取代反应、加成反应、消除反应、重排反应等，理解其反应机理和适用范围。

【课程内容】

1. 解释有机合成是利用化学方法将单质、简单的无机物或有机物制成比较复杂的有机物的过程。强调有机化合物通常以碳和氢为主要元素，也包含其他常见元素如氧、氮、磷、硫、卤素等。
2. 明确有机合成不仅是一门科学，也是一种技术，其范畴涵盖从简单分子到复杂体系、天然产物的合成，以及新的合成策略和方法的开发。

【重点、难点】

1. 重点：有机合成反应的速率控制和平衡控制，有机合成化学的研究方法。
2. 难点：有机合成反应的速率控制和平衡控制。

【教学方法】

1. 课程导入：举例常见的有机合成过程。
2. 知识点讲授：有机合成化学的任务，有机合成反应和方法学，有机合成化学的研究方法。
3. 总结归纳：有机合成化学的任务；有机合成反应和方法学；有机合成反应中的重要问题；有机合成化学的研究方法。

【学习要求】

掌握有机合成化学的任务，有机合成反应和方法学，有机合成化学的研究方法。

【复习与思考】

1. 回顾重要的历史事件，如韦勒合成尿素、伍德沃德的复杂天然产物全合成、科里的逆合成分析等。
2. 总结不同时期有机合成的特点和发展趋势。

【学习资源】

1. 《有机合成化学与路线设计》：清华大学的巨勇教授主编
2. 《有机合成》：由黄培强等教授编著，高等教育出版社出版
3. 《新编有机合成化学》：黄宪、王彦广、陈振初编著，化学工业出版社出版

模块二 官能团化和官能团转换的基本反应

【学习目标】

1. 熟悉各类常见官能团的结构特点和性质，包括羟基、羧基、羰基、氨基、卤素等。了解不同官能团在物理性质（如溶解性、熔沸点等）和化学性质（反应活性、反应类型等）上的差异。
2. 系统掌握不同官能团之间相互转换的基本反应类型。例如，从醇到醛、从醛到羧酸、从卤代烃到醇等转换所涉及的具体反应，包括反应条件、反应机理和产物特点。

【课程内容】

官能团化，包括烷烃的官能团化，烯烃的官能团化。

【重点、难点】

重点：各种常见基团的官能团化及其转换。

难点：各种常见基团的官能团化及其转换。

【教学方法】

1. 课程导入：讲解各类官能团的结构特征、性质以及常见的反应类型。例如，对于羟基，讲解其可以发生氧化反应转化为醛基或羧基，也可以发生取代反应生成醚等。通过清晰的讲解，让学生建立起对不同官能团的基本认识。

2. 知识点讲授展示一些在官能团转换过程中出现问题的合成案例，引导学生找出问题所在，如副反应的发生、选择性不好等，并讨论如何改进合成路线以避免这些问题。

3. 总结归纳：引导学生通过思维导图进行。

【学习要求】

1. 独立完成作业：学生应独立完成课后作业，确保对所学知识的巩固和应用。

2. 关注行业动态和技术发展：学生应关注相关领域的行业动态和技术发展，了解最新的处理技术和设备，拓宽视野。

【复习与思考】

1. 常见的官能团引入反应：烷烃的卤代反应：在光照条件下，烷烃与卤素单质（如氯气、溴气）发生取代反应，可将卤素原子引入分子中。例如，

甲烷与氯气反应生成一氯甲烷、二氯甲烷等。

2. 含有不饱和键的烯烃、炔烃可与卤素单质发生加成反应引入卤素原子。如乙烯与溴水反应生成 1,2 - 二溴乙烷；炔烃也可类似反应。另外，烯烃、炔烃还能与卤化氢发生加成反应，卤素原子会加在不饱和键上，并且符合马氏规则（氢加在含氢较多的碳原子上）。

【学习资源】

1. 《基础有机化学》：邢其毅等编写
2. 《有机化学》：莫里森（Morrison）和博伊德（Boyd）著

模块三 酸催化缩合与分子重排

【学习目标】

1. 掌握酸催化缩合反应的类型、机理和特点。了解常见的酸催化缩合反应，如醛酮缩合（包括羟醛缩合、克莱森-施密特反应等）、酯缩合（克莱森缩合、迪克曼缩合等），明确不同反应的底物要求、反应条件及产物结构特点。
2. 深入学习这些反应的机理，包括酸碱催化的作用机制、电子转移过程、中间体的形成等，为准确预测反应结果和设计合成路线奠定基础。
3. 认识不同类型的分子重排反应，如亲核重排（贝克曼重排、霍夫曼重排等）、亲电重排（瓦格奈尔-梅尔魏因重排等）、自由基重排等。
4. 理解各种重排反应的引发条件、反应过程中化学键的断裂和形成顺序以及重排的驱动力，掌握其在有机合成中的应用价值。

【课程内容】

三酸催化缩合反应，包括 Friedel-Crafts 反应，醛或酮及其衍生物的反应，曼尼希反应，烯胺， α -皮考啉反应，普林斯反应酸催化；分子重排，包括频哪醇-频哪酮重排，贝克曼重排，烯丙基重排，联苯胺重排，Schmidt 重排。

【重点、难点】

重点：烯胺，曼尼希反应，醛或酮及其衍生物的反应，Friedel-Crafts 反应。

难点：各种酸催化分子重排反应。

【教学方法】

1. 课程导入：一同走进《酸催化缩合与分子重排》的奇妙世界，探索酸的神奇催化力量如何引领分子的精彩变换与组合。
2. 知识点讲授：氢过氧化物重排，Fries 重排。酸催化缩合反应；酸催化分子重排。
3. 总结归纳：引导学生通过思维导图进行。

【学习要求】

熟悉各类酸催化缩合反应，包括但不限于羟醛缩合、克莱森缩合、酯缩合等。了解其反应机理、适用底物、反应条件及产物结构特点。

【复习与思考】

1. 掌握不同类型的分子重排反应，如亲核重排（贝克曼重排、霍夫曼重排等）、亲电重排（瓦格奈尔-梅尔魏因重排等）和自由基重排等。明确重排的引发条件、反应过程及应用场景。

2. 理解酸在这些反应中的催化作用机制，包括提供质子、促进亲核进攻、稳定中间体等方面的作用。

【学习资源】

1. 《基础有机化学》：邢其毅等编写
2. 《有机化学》：莫里森（Morrison）和博伊德（Boyd）著

模块四 有机合成试剂

【学习目标】

1. 了解不同有机试剂的化学结构特点，包括官能团的种类、数目和位置等对其化学性质的影响。例如，掌握各类氧化剂、还原剂、催化剂等的结构特征以及其在有机合成中的作用机制。

2. 熟悉常见有机试剂的物理性质，如熔点、沸点、溶解度等，以便在实验操作中正确选择和使用试剂。

3. 明确不同类型有机试剂在各种有机合成反应中的作用，如在取代反应、加成反应、氧化还原反应、重排反应等中的具体应用。

【课程内容】

有机镁试剂，有机铜试剂，麟叶立德试剂的制备和结构及反应；有机锂试剂，有机硼试剂和有机硅试剂的制备和结构及反应。

【重点、难点】

1. 重点：各种有机金属试剂的制备及其反应。
2. 难点：各种有机金属试剂的制备及其反应。

【教学方法】

1. 课程导入：当我们面对复杂的有机分子结构，想要创造出特定的化合物时，有机试剂便是我们手中的有力武器。它们可以引发各种化学反应，实现官能团的转化、分子的构建和重排。

2. 知识点讲：授有机镁试剂；有机锂试剂；有机铜试剂；麟叶立德；有机硼试剂；有机硅试剂。

3. 总结归纳：引导学生通过思维导图进行。

【学习要求】

了解常见有机试剂的化学结构，包括官能团的种类和位置。例如，掌握不同卤代烃试剂（如氯代烃、溴代烃、碘代烃）的结构特点，以及醛、酮、羧酸等含羰基试剂的结构差异。

【复习与思考】

1. 常见有机试剂的分类：按官能团分类：如卤代烃试剂（氯代烃、溴代烃、碘代烃等）、含氧化合物试剂（醇、醛、酮、羧酸、酯等）、含氮化合物试剂（胺、酰胺等）等。

2. 重要有机试剂的性质和反应：卤代烃试剂：了解卤代烃的物理性质（如沸点、密度等）和化学性质。掌握卤代烃的亲核取代反应（与氢氧化钠、醇钠等反应）、消除反应（在强碱作用下生成烯烃）等。

【学习资源】

1. 《基础有机化学》：邢其毅等编写
2. 《有机化学》：莫里森（Morrison）和博伊德（Boyd）著

模块五 逆合成分析法与合成路线设计

【学习目标】

1. 了解有机合成的定义、目的和重要性。明确有机合成是通过一系列化学反应将简单的起始原料转化为复杂的目标分子的过程，以及其在药物研发、材料科学等领域的关键作用。

2. 熟悉有机合成中的基本反应类型，包括加成、取代、消除、氧化还原等反应的机理、反应条件和应用范围。掌握不同反应类型对分子结构的影响，以便在合成路线设计中合理选择反应。

3. 认识逆合成分析的基本思想和方法。逆合成分析是一种从目标分子出发，通过逐步切断化学键，将其逆向推导至简单的起始原料的方法。

【课程内容】

逆合成分析法的内容及分析，合成路线的设计。

【重点、难点】

1. 重点：逆合成路线的设计
2. 难点：逆合成路线的设计

【教学方法】

1. 课程导入：我们将深入学习逆合成分析法的原理和技巧，掌握如何像剥洋葱一样，将复杂的目标分子分解为更简单的片段。我们还将探讨如何根据这些片段设计出高效、可行的合成路线，以及在这个过程中需要考虑的各种因素，如反应条件、选择性、产率等。

2. 知识点讲授：逆合成分析法的内容及分析，合成路线的设计。

3. 总结归纳：引导学生通过思维导图进行。

【学习要求】

1. 深刻理解逆合成分析的基本原理。

2. 明确逆合成分析是从目标分子出发，通过合理切断化学键，逐步转化为更简单的合成子和起始原料的方法。掌握常见的切断策略，如基于官能团的切断、基于骨架结构的切断等。

3. 熟悉逆合成分析中的符号表示方法，如合成子、等价试剂等，能够准确解读逆合成分析的路线图。

【复习与思考】

1. 认识到在有机合成中，某些官能团可能会在反应过程中受到影响，需要使用保护基进行保护。掌握常见保护基的引入和脱除方法，以及它们的适用范围和特点。

2. 合成路线应具有较高的产率和选择性，尽量减少副反应的发生。同时，要考虑反应条件的温和性、试剂的易得性和成本等因素。

3. 合成路线应具有简洁性，尽量减少反应步骤，提高合成效率。

【学习资源】

1. 《基础有机化学》：邢其毅等编写

2. 《有机化学》：莫里森（Morrison）和博伊德（Boyd）著

模块六、基团的保护与反应性转换

【学习目标】

1. 理解基团保护的重要性：认识到在有机合成中，某些官能团可能会在反应过程中发生不期望的反应，从而影响目标产物的合成。了解基团保护的目的是为了选择性地进行特定反应，同时保护其他官能团不受干扰。

2. 掌握常见的基团保护方法：了解各种官能团的保护基及其引入和脱除方法。例如，羟基可以用醚类保护基（如甲基醚、苄基醚等）或硅醚保护基进行保护；氨基可以用酰基保护基（如乙酰基、苯甲酰基等）或苄基保护基进行保护；羧基可以用酯类保护基进行保护。

【课程内容】

熟悉保护基的选择原则，包括保护基的稳定性、引入和脱除的条件、对反应的兼容性等。能够根据目标分子的结构和反应要求，选择合适的保护基。

【重点、难点】

1. 重点：基团的保护和去保护。

2. 难点：氨基化合物和烃类化合物的反应性转换。

【教学方法】

1. 课程导入：我们将深入探索基团保护的策略和方法，了解如何为那些脆弱的官能团披上“保护罩”，使其在特定的反应中安然无恙。同时，我们还将学习如何巧妙地进行反应性转换，让分子的官能团在不同的反应阶段展现出不同的特性，为合成复杂的有机分子开辟新的途径。

2. 知识点讲授：基团的保护和去保护，包括羟基的保护，羰基的保护，氨基的保护，羧基的保护，碳-氢键的保护；基团的反应性转换。

3. 总结归纳：引导学生通过思维导图进行。

【学习要求】

了解氨基化合物的反应性转换，烃类化合物的反应性转换。基团的保护和去保护；基团的反应性转换。

【复习与思考】

1. 在有机合成中，常常需要对特定的官能团进行保护，以防止其在不期望的反应中被破坏或发生副反应。这对于实现复杂分子的选择性合成至关重要。

2. 在多官能团分子的合成中，如果不进行基团保护，不同的官能团可能会同时参与反应，导致产物的复杂性增加，甚至无法得到目标产物。

【学习资源】

1. 《基础有机化学》：邢其毅等编写

2. 《有机化学》：莫里森（Morrison）和博伊德（Boyd）著

五、实践教学安排

1. 本门课程无实践教学环节。

2. 通过加强校企合作与实习的方式加深学生对课堂知识的了解，提高学生的实践运用能力。

六、考核方式

（一）考核方式

课程考核方式分为过程性考核与期末考核。

过程性考核方式包括学风养成、课堂表现、平时作业。

期末考核采用闭卷考试。

（二）考核方式与课程目标的关系

课程目标	考核内容及所占比例 (%)	考核方式
课程目标 1 (40%)	基本概念和基本知识 (40%); 职业能力 (60%)	学风养成、课堂表现、 平时作业、期末考试
课程目标 2 (40%)	基本概念和基本知识 (40%); 职业素养与信念 (60%)	学风养成、课堂表现、 平时作业、期末考试
课程目标 3 (30%)	基本概念和基本知识 (50%); 职业能力 (50%)	学风养成、课堂表现、 平时作业、期末考试

七、成绩评定

(一) 评定方式

总成绩 = 过程性考核成绩 (50%) + 期末考核成绩 (50%)。

过程性考核成绩 = 学风养成 (30%) + 课堂表现 (30%) + 平时作业 (40%)

(二) 评分标准

序号	课程目标	评价项目	评分标准				
			90-100	80-89	70-79	60-69	0-59
			优	良	中	及格	不及格
1	课程目标 1/2/3	学风养成	积极参与, 主动学习, 按时完成任务, 展现高度自律。	表现积极, 按时提交作业, 课堂参与度高, 学习态度认真。	基本遵守纪律, 按时完成度部分任务, 课堂参与一般。	偶尔拖延, 参与度和作业完成情况一般, 需加强自律。	频繁缺勤, 作业提交不及时, 学习态度消极, 缺乏参与。
2	课程目标 1/2/3	课堂表现	认真听课, 积极互动, 主动讨论, 发言积极。	上课较认真, 互动较积极, 发言次数较多。	上课能作一点笔记, 互动有一定主动性, 能够发言。	上课不太认真, 有互动但不多, 很少发言。	听课很不认真, 不互动也不发言。
3	课程目标 1/2/3	平时作业	作业内容完整, 独立或合作完成全部作业要求。书写端正, 对问题有详细透彻的分析。	作业内容完整, 独立或合作完成作业要求。书写端正, 但对问题分析较全面。	作业内容完整, 独立或合作完成作业要求, 书写端正, 没有对问题进行分析。	作业内容完整, 独立或合作完成作业要求。书写较凌乱, 没有对问题进行分析。	作业内容不完整, 没有达到作业要求。
4	课程目标 1/2/3	期末考核	详细评分细则见期末试题评分标准				

八、选用教材

教材名称	编者	出版社	出版时间	是否马工程教材	备注
有机合成化学	王玉炉	科学出版社	2017.12	否	

九、主要参考书目

1. 《有机反应与有机合成》.陆国元.北京：科学出版社.2009.6
2. 《有机化学》.曾昭琼、李景宁.北京：高等教育出版社.2004.6

十、课程学习建议

（一）理论学习

1. 认真听讲：把握课堂重点，理解反应机理、合成策略等关键内容。
2. 做好笔记：整理重要知识点、反应方程式及典型合成案例。
3. 研读教材：深入理解概念，拓宽知识面。

（二）拓展学习

1. 阅读文献：了解前沿合成方法和技术。
2. 参加讨论：与同学和老师交流，加深理解。



应用化学专业

《煤化学》课程大纲

晋中学院化学化工系

2023年8月

《煤化学》课程大纲

一、课程信息

课程名称	煤化学 / Coal Chemistry		
课程编码	230910934B	适用专业	应用化学
先修课程	无机化学、有机化学、 分析化学、化工原理	修读学期	第六学期
课程类别	专业选修课程	课程性质	选修
课程学分	2	考核方式	考查
课程学时	32 学时（理论学时 32，实践学时 0）		
执笔人	牛宪军	审核人	张保柱

二、课程简介

本课程是应用化学专业的选修课程，其主要任务是使学生掌握煤的特征、生成、结构、分析和分类，煤的热解、煤的液化和气化等过程的机理及其理论基础，煤的各种加工产物的组成、性质和应用。通过本门课程学习，学生能够深入了解煤的特性，解决煤炭利用中的各种问题，开发新的加工技术和开拓新的利用途径，使煤炭资源得到合理和有效的利用，同时增强其独立思考的能力、分析问题、解决问题的能力，为毕业后从事煤化工相关行业的生产、研制、开发打下较好的基础。

三、课程目标

（一）课程目标

通过本课程的学习，学生可以达到以下目标：

课程目标 1：认识煤炭的性质、分类、组成，煤炭的工艺性质，综合利用等内容，掌握各种煤的特性和用途及煤质评价方法。【毕业要求 1：工程知识】

课程目标 2：从生产的角度出发，在理论和实践上掌握煤的工业分析、元素分析、物理性质、化学性质、工艺性质等及其相互关系，能够合理科学

解决煤炭利用中的各种问题。【毕业要求 2：问题分析】

课程目标 3：锻炼和培养独立思考及分析问题、解决问题的能力，具备一定开发新的煤炭加工转化技术的能力，使煤炭资源得到合理和有效的利用。

【毕业要求 12：终身学习】

(二) 课程目标与毕业要求的关系

课程目标	支撑的毕业要求	支撑的毕业要求指标点
课程目标 1	毕业要求 1【工程知识】	1.3 能判别复杂工程问题的多种解决方案的优劣和优化途径。
课程目标 2	毕业要求 2【问题分析】	2.1 能用专业知识识别影响复杂工程问题的因素及其间的约束关系。
课程目标 3	毕业要求 12【终身学习】	12.2 具有适应新技术和未来技术的能力，包括对技术理解力、归纳总结、提出问题、批判性思维与创造性能力。

四、课程内容

(一) 课程内容与课程目标的关系

课程内容	支撑的课程目标	教学方法	学时安排
绪论	课程目标 1, 2	讲授法、讨论法	2
煤的结构与组成	课程目标 1, 2	讲授法、讨论法	13
煤的性质	课程目标 1, 2, 3	讲授法、讨论法	10
煤炭转化	课程目标 1, 2, 3	讲授法、讨论法	7
合计			32

(二) 课程内容

模块一、绪论

【学习目标】

1. 认识能源的种类、中国煤炭资源的分布。
2. 描述煤炭综合利用的途径。
3. 比较与评价煤化学的发展阶段、内容和特点等。

【课程内容】

1. 煤炭是中国的主要能源和重要化工原料

2. 煤化学的主要内容及学习方法

【重点、难点】

1. 重点：中国煤炭的综合利用情况、煤化学的发展和煤化学的内容、特点及研究方法。

2. 难点：煤化学的内容、特点及研究方法。

【教学方法】

1. 组织教学

点名，检查学生出勤并记录；做简要自我介绍，与学生相互认识；提出课程学习要求。

2. 课程导入

通过介绍中国能源情况，引入煤炭的重要性及山西煤炭地位。

3. 知识点讲授

讲授法为主，适当加入其它教学方法：

(1) 演示法：通过展示与授课内容相关的图片视频等资料，加深学生对授课内容的了解。

(2) 讨论法：通过讨论、提问等形式引导学生对问题的理解逐步深入，发挥学生学习的主动性，加深学生对问题有更深入的了解和自我看法。

4. 总结

【学习要求】

上课认真听讲，及时做好笔记，完成课堂练习和作业。

【复习与思考】

中国煤炭资源的分布特点。

【学习资源】

大学慕课，现代煤化工概论. 北京化工大学，刘清雅主讲。

模块二、煤的结构与组成

【学习目标】

1. 简述煤的分子结构的常用研究方法；
2. 灵活运用煤的物理化学研究方法，如溶剂抽提和吸附性能研究等；
3. 学会煤的水分、灰分、挥发分和固定碳的分析原理、方法和计算；掌握煤的元素分析的原理、测定方法。

【课程内容】

1. 煤的形成：成煤环境，成煤作用过程和煤层气。
2. 煤的结构：煤的大分子结构，煤的结构模型，煤结构的研究方法。
3. 煤的岩石组成：宏观煤岩组成，煤的显微组分，显微煤岩组分分类及

显微煤岩类型，煤岩学在煤炭加工转化中的应用。

4. 煤的化学组成：煤中的水分及煤样，煤的工业分析组成，煤中矿物质的组成及煤灰成分，煤中有机质的元素组成，煤中有机质的族组成，煤质分析指标的基准及其相互换算。

【重点、难点】

1. 重点：成煤物质和成煤环境；煤的大分子结构，煤的物理化学研究方法和煤的化学研究方法；煤的工业分析、煤的元素分析、煤质分析指标的基准及其相互换算。

2. 难点：煤的结构模型；煤中矿物质的组成及煤灰成分。

【教学方法】

1. 课程导入

通过提问：煤是怎么形成的？提起学生兴趣，展开课程内容。

2. 知识点讲授

讲授法为主，适当加入其它教学方法。

演示法：通过播放煤炭形成过程的动画，使学生生动形象的认识煤炭形成的过程机制。

3. 总结

【学习要求】

上课认真听讲，及时做好笔记，认真完成课堂练习和作业。

【复习与思考】

1. 煤炭形成需要哪些条件？什么是煤化程度？
2. 从植物到泥炭，发生了哪些重大变化？其本质是什么？
3. 煤的工业分析将煤分为哪几个组分？煤的全水分是否包含在工业分析中？

【学习资源】

大学慕课，现代煤化工概论. 北京化工大学，刘清雅主讲.

模块三、煤的性质

【学习目标】

1. 分析煤的各种物理和物理化学性质以及其随着煤化程度的变化规律。
2. 比较煤的氧化性质、煤的加氢和磺化反应，并指出这些性质在煤炭使用过程的意义。
3. 了解煤的工艺性质，掌握煤炭黏结性、结焦性、结渣性，总结煤的反应性及煤的可选性等。

【课程内容】

1. 煤的物理性质：煤的密度，煤的硬度，煤的热性质，煤的电性质，煤的光学性质，煤的磁性质，煤的润湿性，煤种的孔。

2. 煤的化学性质：煤的氧化性质，煤的加氢，煤的磺化。

3. 煤的工艺性质：煤的热解性质，粘结性烟煤的粘结成焦性质及其评价方法，煤的燃烧和气化性质，煤的机械加工性质。

4. 煤炭分类

【重点、难点】

1. 重点：煤的各种物理性质和物理化学性质的含义；煤的氧化性质和加氢的意义；煤的反应性、煤的黏结和成焦机理。

2. 难点：煤的各种物理及物理化学性质随煤化程度的变化规律；煤的氧化和加氢过程的化学反应。

【教学方法】

1. 课程导入

通过提问，回顾前面讲过的内容，引出本章的主要内容。

2. 知识点讲授

讲授法为主，适当加入其它教学方法。

3. 总结

【学习要求】

上课认真听讲，及时做好笔记，认真完成课堂练习和作业。

【复习与思考】

1. 煤的孔隙度随煤化程度有何变化规律？为什么？

2. 什么是煤的氧化？煤的氧化程度分为哪几级？各级氧化反应的本质是什么？

3. 煤的加氢有何用途？

【学习资源】

大学慕课，现代煤化工概论. 北京化工大学，刘清雅主讲.

模块四、煤炭转化

【学习目标】

1. 记住煤的工业用途。

2. 总结各种煤的焦化、加氢、液化、气化、氧化的原理。

【课程内容】

1. 煤炭炼焦

2. 煤炭气化

3. 煤炭加氢液化

4. 煤的低温干馏及其多联产技术

【重点、难点】

1. 重点：各种煤的焦化、气化、加氢液化、干馏的原理。
2. 难点：煤的多联产技术。

【教学方法】

1. 课程导入

启发式提问：煤和石油的组成？煤能变成石油吗？

2. 知识点讲授

讲授法为主，适当加入其它教学方法。

问题讨论法：提出问题“煤和石油的差别在哪些方面？”“将煤转化成石油如何改变其组成” 引导学生结合讲授内容进行讨论。

案例分析法：举例“全球单体规模最大煤炭间接液化项目—国家能源集团宁夏煤业 400 万吨/年煤炭间接液化示范项目”，分析讨论其重要意义。

3. 总结

【学习要求】

上课认真听讲，及时做好笔记，认真完成课堂练习和作业。

【复习与思考】

煤炭气化和加氢液化的原理。

【学习资源】

大学慕课，现代煤化工概论. 北京化工大学，刘清雅主讲。

五、实践教学安排

在讲授基础上，引导学生查阅资料，并进行课后学习兴趣小组讨论，写出读书报告，以培养学生综合分析问题的实践能力。

六、考核方式

（一）考核方式

课程考核方式分为过程性考核和期末考核。

过程性考核指平时成绩，包括学风养成、课堂表现、平时作业等。

期末考核采用开卷考试。

（二）考核方式与课程目标的关系

课程目标	考核内容及所占比例 (%)	考核方式
课程目标 1 (40%)	基本概念和基本知识: 60% 职业能力: 40%	课堂表现、平时作业、期末考试。
课程目标 2 (40%)	基本概念和基本知识: 60% 职业素养与信念: 40%	学风养成、平时作业、期末考试。
课程目标 3 (20%)	基本概念和基本知识: 50% 职业能力: 50%	平时作业、期末考试。

七、成绩评定

(一) 评定方式

总成绩 = 过程性考核成绩 (50%) + 期末考核成绩 (50%)。

过程性考核成绩 = 课堂表现 (30%) + 平时作业 (40%) + 学风养成 (30%)。

(二) 评分标准

序号	课程目标	评价项目	评分标准				
			90-100	80-89	70-79	60-69	0-59
			优	良	中	及格	不及格
1	课程目标 1	课堂表现	认真听课, 积极互动, 主动讨论, 发言积极。	上课较认真, 互动较积极, 发言次数较多。	上课能作一点笔记, 互动有一定自主性, 能够发言。	上课不太认真, 有互动但不多, 很少发言。	听课很不认真, 不互动也不发言。
2	课程目标 1/2/3	平时作业	按时完成作业, 书写整齐, 内容完整, 没有少题、漏题, 过程合理, 结果正确。	按时完成作业, 书写较为整齐, 内容基本完整, 没有故意的少题、漏题, 少数结果有误。	按时完成作业, 书写不太整齐, 过程模糊, 部分结果有误。	催交, 或书写不太整齐, 过程模糊, 大部分结果有误。	作业内容不完整, 没有达到作业要求。

3	课程目标 2	学风 养成	主动学习，积极参与，按时完成任务，不缺勤、不迟到早退，展现高度自律。	表现积极，按时提交作业，课堂参与度高，学习态度认真。	基本遵守纪律，按时完成部分任务，课堂参与一般。	偶尔拖延，参与度和作业完成情况一般，需加强自律。	缺勤较多，作业提交不及时，学习态度消极，缺乏参与。
4	课程目标 1/2/3	期末 考核	详见期末考试评分细则				

八、选用教材

教材名称	编者	出版社	出版时间	是否马工程教材	备注
煤化学	张双全	中国矿业大学出版社	2015年	否	

九、主要参考书目

- [1] 虞继顺. 煤化学. 北京: 冶金工业出版社. 2000.
- [2] 朱银惠. 煤化学. 北京: 化学工业出版社. 2011.
- [3] 孙鸿. 煤化工工艺学. 北京: 化学工业出版社. 2012.

十、课程学习建议

理论结合实际，熟悉了解山西本地煤种的分布特点和利用情况；关注国家的环保政策和能源发展战略对煤化工发展和布局的影响。