

《无机化学实验 I/II(Inorganic Chemistry Experiments I/II)》

教学大纲

制定时间：2025 年 2 月

一、课程基本信息

(一) 适用专业：化学

(二) 课程代码：3HG1129A；3HG1129B

(三) 学分/课内学时：2 学分/32 学时（无机化学实验 I）

2 学分/32 学时（无机化学实验 II）

(四) 课程类别：学科基础、专业教育

(五) 课程性质：必修/实验课

(六) 先修课程：无机化学

(七) 后续课程：分析化学、有机化学、物理化学、结构化学、化工原理等。

二、课程教学目标

《无机化学实验》是本科化学专业必修的学科基础和专业教育实验课。课程内容包括无机化学实验的基本知识、物理化学量及常数的测定、化学反应原理与物质结构基础、元素化合物的性质、无机化合物的制备与提纯等验证性、综合性、设计性实验。通过本课程的学习，能帮助学生理解和巩固所学的无机化学理论知识，运用所学理论知识指导实验，让学生正确掌握无机化学实验的基本操作方法和技能，培养学生观察和记录现象、分析和解决问题的能力，培养学生实事求是的科学态度、认真严谨的工作作风、相互协作的团队精神和创新精神等科学品质，为后继课程的学习和将来从事科学研究工作打下必备的基础。课程目标及能力要求具体如下：

(一) 具体目标

目标 1：学生能够阐释无机化学实验基础知识，能够列举典型的无机化学实验的原理和方法。

目标 2：学生能够运用无机化学实验的基础知识，能够独立执行无机实验基本操作技能。

目标 3：能正确观察和记录实验现象和数据，并对实验现象和数据进行合理处理和分析解释，获取有效的结论并进行正确表达，培养学生严谨的科学态度和良好的实验素质，使学生初步具有解决与无机化学相关实际问题的能力。

(二) 课程目标与毕业要求的对应关系

毕业要求	毕业要求指标点	课程目标	教学单元	评价方式
3. 能够应用化学实验技能、工程实践、工程设计方法，设计针对复杂化学问题的解决方案，设计满足特定需求的化学化工单元，并能够在设计环节中体现创新意识，考虑社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素。	3.1 能够掌握化学实验基本技能，具备良好的实验操作和方案设计能力。	目标 1 目标 2 目标 3	常见实验仪器的正确使用；试剂的取用、加热、固液分离、溶液的配制等基本操作技术；基本物理常数的测定方法；无机化合物的制备、提纯和检验方法；典型元素及其重要化合物的生成及化学性质。	预习报告 实验操作 实验报告
4. 能够基于本专业相关基础知识和实验技能，采用科学研究方法对复杂化学问题进行研究，包括设计化学研究性实验、化学分析检测和解释实验数据，并通过信息综合处理得到合理有效的结论。	4.1 能够综合运用化学学科相关基础知识和实验方法，针对化学相关复杂问题进行实验研究、数据处理并得到合理的研究结论。	目标 1 目标 2 目标 3	常见实验仪器的正确使用；试剂的取用、加热、固液分离、溶液的配制等基本操作技术；基本物理常数的测定方法；无机化合物的制备、提纯和检验方法；典型元素及其重要化合物的生成及化学性质。	预习报告 实验操作 实验报告

三、教学内容与方法

(一) 教学内容及要求

序号	教学单元	教学内容	学习产出要求	推荐学时	推荐教学方式	支撑课程目标	备注
1	化学实验基本知识; 玻璃仪器的洗涤与干燥	化学实验室规则; 化学实验室安全守则; 实验事故的处理; 实验记录及实验报告。常见玻璃仪器的洗涤、干燥方法。	熟悉实验室安全规则及实验事故的处理方法; 了解化学试剂的规格、实验结果的表达和处理过程, 会正确、规范、完整地书写实验报告。正确、规范、熟练掌握常见玻璃仪器的洗涤及干燥方法。会根据实际选择合适的方法洗涤和干燥仪器。	2	讲授 实操	目标 1 目标 2 目标 3	选做 演示性
2	试剂的取用及加热与冷却操作	化学试剂的规格及选用; 试剂的取用、加热与冷却。	了解化学试剂的规格及选用方法, 正确、规范地掌握固体及液体化学试剂的取用方法; 掌握各种加热和冷却操作技术; 能根据实际情况选择合适的操作方法。	2	讲授 实操	目标 1 目标 2 目标 3	选做 演示性
3	固液分离及蒸发与结晶	固液分离的操作方法, 蒸发与结晶的操作方法。	掌握常压过滤、减压过滤、离心分离等固液分离的规范操作方法, 熟悉蒸发、浓缩、结晶、干燥等基本操作方法。	2	讲授 实操	目标 1 目标 2 目标 3	选做 演示性
4	基本度量玻璃仪器的使用	量筒和量杯、移液管和吸量管、容量瓶、比色管等仪器的使用。	熟练掌握量筒和量杯的使用方法, 正确、规范地掌握移液管、吸量管、容量瓶、比色管等基本度量玻璃仪器的使用方法。能准确地移取一定体积的溶液; 能使用容量瓶准确地配制一定浓度的溶液。	2	讲授 实操	目标 1 目标 2 目标 3	选做 演示性
5	天平的使用及称量操作	台秤及电子天平的使用, 称量方法, 称量操作练习。	了解台秤及电子天平的结构和称量原理, 掌握直接称量和差减称量方法, 能够准确称取一定质量的物质。	2	讲授 实操	目标 1 目标 2 目标 3	选做 演示性

序号	教学单元	教学内容	学习产出要求	推荐学时	推荐教学方式	支撑课程目标	备注
6	溶液的配制	溶液配制方法; 一般溶液的粗略配制; 标准溶液的准确配制; 溶液的保存。	掌握溶液配制的方法, 能够用固体或液体试剂粗略配制一般溶液, 能够用固体或液体试剂准确配制一定浓度的标准溶液。能够选择适当的方法保存试剂。	2	讲授 实操	目标 1 目标 2 目标 3	选做 演示性
7	醋酸解离常数的测定	学习用 pH 法、缓冲溶液法测定醋酸解离常数的原理和方法。	练习用吸量管、移液管和容量瓶准确配制溶液的方法; 练习酸度计的使用; 学习用 pH 法、缓冲溶液法测定醋酸解离常数的原理和方法。	4	讲授 实操	目标 1 目标 2 目标 3	必做 综合性
8	摩尔气体常数的测定	学习利用理想气体状态方程式和分压定律测定摩尔气体常数的方法。	学习测定摩尔气体常数的一种方法; 掌握理想气体状态方程式和分压定律。	4	讲授 实操	目标 1 目标 2 目标 3	选做 综合性
9	氯化铵生成焓的测定	用热量计测定 NH_4Cl 的生成热。	学习用热量计测定物质生成热的简单方法; 加深对有关热化学基本知识的理解。	4	讲授 实操	目标 1 目标 2 目标 3	选做 综合性
10	化学反应速率与活化能的测定	了解浓度、温度、催化剂对化学反应速率的影响及测定化学反应速率与活化能的方法。	测定不同条件下的化学反应速率; 学习实验数据的表达与处理方法; 计算出反应级数、反应速率常数和反应的活化能。	4	讲授 实操	目标 1 目标 2 目标 3	选做 综合性
11	氯化钠的提纯	学习用化学方法提纯氯化钠的原理和方法。	练习台秤的使用及加热、溶解、常压过滤、减压过滤、蒸发浓缩、结晶、干燥等基本操作, 用化学方法提纯氯化钠, 并检验产品的纯度。	4	讲授 实操	目标 1 目标 2 目标 3	必做 综合性
12	硫酸亚铁铵的制备	了解复盐的特性, 掌握复盐的制备方法。	注意实验安全; 熟练掌握水浴加热、蒸发结晶和减压过滤等制备无机化合物的基本操作	4	讲授 实操	目标 1 目标 2 目标 3	必做 综合性

序号	教学单元	教学内容	学习产出要求	推荐学时	推荐教学方式	支撑课程目标	备注
			技术, 并制备出硫酸亚铁铵晶体。				
13	酸碱反应与缓冲溶液	酸碱反应的有关理论知识及实验操作方法。	理解和巩固酸碱反应的有关概念和原理; 学习试管实验的一些基本操作; 学习缓冲溶液的配制及 pH 值的测定方法; 学习酸度计的使用方法。	2	讲授 实操	目标 1 目标 2 目标 3	必做 验证性
14	配合物与沉淀-溶解平衡	配位反应和沉淀反应的有关理论知识及实验操作方法。	理解和巩固配位反应和沉淀反应的有关概念和原理; 学习试管实验的一些基本操作; 学习电动离心机的使用方法。	2	讲授 实操	目标 1 目标 2 目标 3	必做 验证性
15	氧化还原反应	氧化还原反应的有关理论知识及实验操作方法。	加深理解电极电位与氧化还原反应的关系; 了解影响氧化还原反应的因素、原电池装置; 掌握一些常见氧化剂、还原剂的氧化还原性; 学习测定原电池电动势的方法。	4	讲授 实操	目标 1 目标 2 目标 3	必做 验证性
16	氮、磷	氮、磷的重要化合物的性质。	掌握硝酸及其盐、亚硝酸及其盐的主要性质; 了解磷酸盐的主要性质; 学会 NH_4^+ 、 NO_3^- 、 NO_2^- 、 PO_4^{3-} 的鉴定方法; 学习试管实验的一些基本操作。	4	讲授 实操	目标 1 目标 2 目标 3	必做 验证性
17	氧、硫、氯、溴、碘	氧、硫、氯、溴、碘的重要化合物的性质。	掌握氧、硫、氯、溴、碘的重要化合物的性质; 掌握 H_2O_2 、 S^{2-} 、 SO_3^{2-} 、 $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ 、 Cl^- 、 Br^- 、 I^- 的鉴定方法; 学习试管实验的一些基本操作和电动离心机的使用。	4	讲授 实操	目标 1 目标 2 目标 3	必做 验证性

序号	教学单元	教学内容	学习产出要求	推荐学时	推荐教学方式	支撑课程目标	备注
18	铬、锰	铬、锰的重要化合物的性质。	掌握铬、锰的重要化合物的性质；学习 Cr^{3+} 、 Mn^{2+} 的鉴定方法；学习试管实验的一些基本操作和电动离心机的使用。	2	讲授 实操	目标 1 目标 2 目标 3	必做 验证性
19	铁、钴、镍	铁、钴、镍的重要化合物的性质。	掌握铁、钴、镍的重要化合物的性质；学习 Fe^{2+} 、 Fe^{3+} 、 Co^{2+} 、 Ni^{2+} 的鉴定方法；学习试管实验的一些基本操作和电动离心机的使用。	2	讲授 实操	目标 1 目标 2 目标 3	必做 验证性
20	铜、银、锌	铜、银、锌的重要化合物的性质。	掌握铜、银、锌的重要化合物的性质；学习 Cu^{2+} 、 Ag^{+} 、 Zn^{2+} 的鉴定方法；学习试管实验的一些基本操作和电动离心机的使用。	4	讲授 实操	目标 1 目标 2 目标 3	选做 验证性
21	钛、钒	钛、钒的重要化合物的性质。	了解 Ti (IV) 和 V (V) 的氧化物及含氧酸盐的生成和性质；了解低氧化值的钛和钒化合物的生成和性质；观察各种氧化值的钛和钒的化合物的颜色。	2	讲授 实操	目标 1 目标 2 目标 3	选做 验证性
22	三草酸合铁 (III) 酸钾的制备	三草酸合铁 (III) 酸钾的制备原理和方法。	了解配合物制备的一般方法；综合训练无机合成的基本操作；了解产物的定性分析方法。	4	讲授 实操	目标 1 目标 2 目标 3	选做 综合性
23	碱式碳酸铜的制备	碱式碳酸铜制备的各种设计方案。	通过查阅资料设计出碱式碳酸铜的各种制备方案，列出所需仪器、药品、材料清单，经指导老师检查认可后进行实验，探究出制备的最佳条件并制备出碱式碳酸铜，完成实验报告。	4	讨论 实操	目标 1 目标 2 目标 3	选做 设计性

序号	教学单元	教学内容	学习产出要求	推荐学时	推荐教学方式	支撑课程目标	备注
24	氯化铵的制备	氯化铵制备的各种设计方案。	通过查阅资料设计出氯化铵的各种制备方案,列出所需仪器、药品、材料清单,经指导老师检查认可后进行实验,制得产品,完成实验报告。	4	讨论 实操	目标 1 目标 2 目标 3	选做 设计性
25	由二氧化锰制备硫酸锰	由二氧化锰制备硫酸锰制备的各种设计方案。	通过查阅资料设计出由二氧化锰制备硫酸锰的各种制备方案,列出所需仪器、药品、材料清单,经指导老师检查认可后进行实验,制得产品,完成实验报告。	4	讨论 实操	目标 1 目标 2 目标 3	选做 设计性
26	铬(III)配合物的制备和分裂能的测定	学习铬(III)配合物的制备和分裂能的测定方法。	学习铬(III)配合物的制备方法;了解配合物分裂能的测定方法;了解不同配体对配合物中心离子d轨道能级分裂的影响。	4	讲授 讨论 实操	目标 1 目标 2 目标 3	选做 综合性

(二) 教学方法

1. 教师首先对上一次的实验情况进行评讲,然后检查学生对本次实验预习情况、讲解实验原理、实验内容、实验仪器设备的使用方法及实验注意事项;强调仪器使用过程中关键环节、安全。
2. 实验过程中教师指导学生的操作、解答学生的疑问、检查学生的实验完成情况。
3. 学生实验完毕,仪器设备归位,教师检查学生实验成果、实验记录的完整性与准确性并签字,学生整理实验台及实验室卫生。

四、考核及成绩评定

(一) 考核内容及成绩构成

课程考核以考核学生能力培养目标的达成为主要目的,以检查学生对各实验原理、实验方法的掌握程度及其应用能力为重要内容,考核采用预习报告、实验操作及实验报告等方式评定学生成绩;从所列实验内容中选择适当的实验项目作为该课程的考核内容。课程目标的考核内容、成绩评定方式、目标分值建议如下:

无机化学实验 I:

课程目标	考核内容	成绩 评定 方式	成绩占 总评分 比例	目标成绩 占当次考 核比例	学生当次 考核平均 得分	目标达成情况计算公 式
目标 1：学生能够阐释无机化学实验基础知识，能够列举典型的无机化学实验的原理和方法。	1. 化学实验基本知识；玻璃仪器的洗涤与干燥 2. 试剂的取用及加热与冷却操作 3. 固液分离及蒸发与结晶 4. 基本度量玻璃仪器的使用 5. 天平的使用及称量操作 6. 溶液的配制 7. 醋酸解离常数的测定 8. 化学反应速率与活化能的测定 9. 氯化钠的提纯 10. 硫酸亚铁铵的制备 11. 酸碱反应与缓冲溶液 12. 配合物与沉淀-溶解平衡	预习 报告	10%	100%	A ₁	$(A_1 \times 10\% + B_1 \times 30\% + C_1 \times 60\%) / 100$
目标 2：学生能够运用无机化学实验的基础知识，能够独立执行基本操作技能，主要包括：常见实验仪器的正确使用，基本物理常数的测定方法，无机化合物的制备、提纯和检验方法，典型元素及其化合物的重要化学性质，试剂的取用、加热、固液分离、溶液的配制等基本操作技术。		实验 操作	30%	100%	B ₁	
目标 3：能正确观察和记录实验现象和数据，并对实验现象和数据进行合理处理和分析解释，获取有效的结论并进行正确表达，培养学生严谨的科学态度和良好的实验素质，使学生初步具有解决与无机化学相关实际问题的能力。		实验 报告	60%	100%	C ₁	
总评成绩（100%）= 预习报告（10%）+ 实验操作（30%）+ 实验报告（60%）			100%	——	——	$\frac{\text{学生总评平均分}}{100}$

无机化学实验 II:

课程目标	考核内容	成绩 评定 方式	成绩占 总评分 比例	目标成绩 占当次考 核比例	学生当次 考核平均 得分	目标达成情况计算公式
目标 1：学生能够阐释无机化学实验基础知识，能够列举典型的无机化学实验的原理和方法。	1. 氧化还原反应 2. 氮、磷 3. 氧、硫、氯、溴、碘 4. 铬、锰 5. 铁、钴、镍 6. 铜、银、锌 7. 三草酸合铁（III）酸钾的制备 8. 碱式碳酸铜的制备 9. 氯化铵的制备	预习 报告	10%	100%	A ₁	$(A_1 \times 10\% + B_1 \times 30\% + C_1 \times 60\%) / 100$
目标 2：学生能够运用无机化学实验的基础知识，能够独立执行基本操作技能，主要包括：常见实验仪器的正确使用，基本物理常数的测定方法，无机化合物的制备、提纯和检验方法，典型元素及其化合物的重要化学性质，试剂的取用、加热、固液分离、溶液的配制等基本操作技术。		实验 操作	30%	100%	B ₁	
目标 3：能正确观察和记录实验现象和数据，并对实验现象和数据进行合理处理和分析解释，获取有效的结论并进行正确表达，培养学生严谨的科学态度和良好的实验素质，使学生初步具有解决与无机化学相关实际问题的能力。		实验 报告	60%	100%	C ₁	
总评成绩（100%）= 预习报告（10%）+ 实验操作（30%）+ 实验报告（60%）			100%	——	——	$\frac{\text{学生总评平均分}}{100}$

(二) 实验考核成绩评定

课程目标中每项考核内容评分标准如下：

对应目标		目标 1：学生能够阐释无机化学实验基础知识，能够列举典型的无机化学实验的原理和方法。	目标 2：学生能够运用无机化学实验的基础知识，能够独立执行基本操作技能，主要包括：常见实验仪器的正确使用，基本物理常数的测定方法，无机化合物的制备、提纯和检验方法，典型元素及其化合物的重要化学性质，试剂的取用、加热、固液分离、溶液的配制等基本操作技术	目标 3：能正确观察和记录实验现象和数据，并对实验现象和数据进行合理处理和分析解释，获取有效的结论并进行正确表达，培养学生严谨的科学态度和良好的实验素质，使学生初步具有解决与无机化学相关实际问题的能力。
考查点		实验预习	实验操作	实验报告
总评分占比		10%	30%	60%
评分标准	100%至90%	明确实验目的和原理，熟悉实验仪器设备使用方法、实验内容及实验操作中的注意事项，查好有关数据，能认真撰写预习报告。	能正确熟练使用仪器设备完成实验。实验态度认真，操作能力强，操作规范、记录完整准确，沟通协作能力很好。	有很强的总结实验和撰写报告的能力，实验报告内容完整、正确，有很好的分析与见解。文本表述清晰，书写工整，格式规范。
	89.9%至80%	明确实验目的和原理，比较熟悉实验仪器设备使用方法及实验内容及实验操作中的注意事项，能够较认真的撰写预习报告。	能正确使用仪器设备完成实验。实验态度认真，操作能力强，操作、记录规范，沟通、协作良好。	有较强的总结实验和撰写报告的能力，实验报告内容完整、正确，有较好的分析与见解。文本表述较清晰，书写较工整，格式规范。
	79.9至70%	了解实验目的和原理，了解仪器设备使用方法及实验内容，能撰写预习报告。	能正确使用仪器设备完成实验。实验态度比较认真，操作能力较强，操作、记录规范，沟通、协作正常。	有较强的总结实验和撰写报告的能力，实验报告内容较完整、基本正确，有自己的分析与见解。文本表述较清晰，书写较工整，格式较为规范。
	69.9%至60%	基本了解实验目的和原理，了解仪器设备使用方法及实验内容，能撰写预习报告。	能使用仪器设备完成实验。实验态度不太认真，操作能力一般，操作、记录基本规范，有沟通、协作。	有一定的总结实验和撰写报告的能力，实验报告内容基本完整、正确，没有分析或见解。文本表述基本清晰，书写基本工整，格式基本规范。
	59.9%至0	不了解实验目的和原理，不了解仪器设备使用方法及实验内容，未撰写预习报告。	动手操作能力差；操作、记录不规范，实验中不能与合作者进行沟通、协作，不能正确使用仪器设备。	总结实验和撰写报告的能力差，实验报告内容不完整、错误多。文本表述不清晰，书写潦草、格式不规范。

五、参考学习资料

(一) 推荐教材

推荐教材 1: 大连理工大学无机化学教研室编.《无机化学实验》(第四版), ISBN: 9787040612653. 高等教育出版社, 2023 年.

推荐教材 2: 北京师范大学等编.《无机化学实验》(第五版), ISBN: 9787040609752. 高等教育出版社, 2023 年.

推荐教材 3: 天津大学无机化学教研室编.《无机化学实验》(第一版), ISBN: 9787040357349. 高等教育出版社, 2012 年.

参考资料 1: 中国科技大学主编.《无机化学实验》(第五版), ISBN: 9787312030925. 中国科技大学出版社, 2012 年.

参考资料 2: 南京大学无机及分析化学编写组编.《无机及分析化学实验》(第五版), ISBN: 9787040433227. 南京大学出版社, 2015 年.

参考资料 3: 武汉大学主编.《分析化学实验》(第六版), ISBN: 9787040560046. 高等教育出版社, 2021 年.

(二) 课程资源中心:

1. 中国高等学校教学资源网
2. 雨课堂

制订人: 刘德蓉、丁皓、罗义辉、陈骏、周密

审核人: 丁皓