

《物理化学实验 (Physical Chemistry Experimental) 》教学大纲

制定时间：2025 年 3 月

一、课程基本信息

- (一) 适用专业：化学
- (二) 课程代码：3HG1134C、3HG1134D
- (三) 学分/课内学时：4 学分/64 学时
- (四) 课程类别：专业教育
- (五) 课程性质：必修/实践课
- (六) 先修课程：无机化学实验、分析化学实验、有机化学实验等。
- (七) 后续课程：仪器分析实验、专业基础综合实验等。

二、课程教学目标

《物理化学实验》是本科化学专业的一门必修基础实验课。物理化学实验基本内容涉及化学热力学、电化学、动力学、界面现象、胶体化学等物理化学的主要分支，配合现有仪器设备条件，力求学生在实验方法和实验技术方面得到较全面的训练。通过本课程的学习加深对物理化学原理的理解，掌握物理化学实验的基本方法和技能，培养学生观察现象、正确记录和分析处理实验数据的能力，培养良好的实验习惯，增强解决实际化学问题的能力。本课程分两学期进行，包括物理化学实验I和物理化学实验II。

(一) 具体目标

目标 1：掌握物理化学实验的基本方法和基本技术，提高学生对物理化学原理的理解和应用能力，培养学生养成良好的实验习惯和实事求是的科学态度、培养学生正确分析处理实验数据的能力以及计算机在物理化学实验中的应用能力。

目标 2：通过物理化学实验，培养学生能够对实验数据采用合理方法进行收集和分析处理，进一步训练学生分析问题和解决问题的能力，培养学生的团队意识和创新能力，增强学生解决复杂问题的能力。

(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.系统掌握化学学科的研究方法与实验技能，能够应用化学实验研究方法设计针对化学相关复杂问题的研究方案，具有较强的创新意识和实践能力，并能够充分考虑社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素	观测点 3.2：能综合运用化学学科的研究方法与实验技能针对化学相关复杂问题设计实验研究方案，具有较强的创新意识和实践能力。	目标 1 目标 2	热力学基础 化学平衡 相平衡 化学动力学 电化学 表面化学	预习报告 实验操作 实验报告
4.能够基于化学专业相关基础知识和实验方法，采用科学方法对化学相关复杂问题进行研究，包括设计实验、分析和解释实验数据，并通过信息综合处理得到合理有效的结论。	观测点 4.1：能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	热力学基础 化学平衡 相平衡 化学动力学 电化学 表面化学	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	物理化学实验基础知识	1.物理化学实验的数据处理 2.物理化学实验常用测量技术	1.了解压力及流量的测量技术; 2.了解热分析测量技术; 3.了解电学测量技术; 4.了解光学测量技术; 5.会用 Origin 等科学绘图软件处理实验数据; 6.掌握物理化学中的误差来源及处理方法。	4	自学	目标 1	自学为主
2	燃烧热的测定	1.燃烧热测量的原理和实验方法 2.氧弹式量热计、钢瓶和减压阀的使用方法	1.明确燃烧热的定义; 2.熟悉精密温度温差计(贝克曼温度计或热敏电阻温度计)的调节和使用; 3.掌握氧弹式量热计的基本原理和使用方法; 4.掌握氧气钢瓶和减压阀的使用方法。	4	讲授讨论	目标 1	必做
3	液体饱和蒸汽压的测定	1.液体饱和蒸汽压测定原理和方法 2 真空泵、压差计、气压计的使用	1.明确蒸气压、正常沸点的含义; 2.熟悉真空泵、压差计的使用; 3.掌握静态法测定蒸气压的原理。	4	讲授讨论	目标 1	必做
4	液相平衡常数的测定	1.光度法测量液相平衡常数测定的原理和方法 2.分光光度计的使用方法	1.熟悉分光光度计的使用方法; 2.掌握光度法测量液相平衡常数的原理。	4	讲授讨论	目标 2	选做
5	二组分液液平衡相图的绘制	1.绘制气液平衡相图的基本原理和方法 2.沸点仪、阿贝折射仪的使用	1.了解绘制双液系相图的基本原理和方法; 2.掌握沸点仪、热电阻温度计的使用; 3.掌握阿贝折射仪的使用。	4	讲授讨论	目标 2	选做

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	二组分固液平衡相图的绘制	1.热分析法绘制固液平衡相图的原理和方法 2.热电偶测量温度的原理	1.熟悉纯物质的步冷曲线和混合物的步冷曲线的特点; 2.会根据冷却曲线绘制相图; 3.掌握热电偶测量温度的原理及校正方法。	4	讲授 讨论	目标 1	必做
7	凝固点降低法测定物质的摩尔质量	1.凝固点降低法测分子量的原理和方法 2.精密温度温差仪	1.了解凝固点降低法测分子量的原理; 2.了解测定凝固点的方法及系统的降温方法; 3.熟悉精密温度温差仪或贝克曼温度计的使用。	4	讲授 讨论	目标 2	选做
8	摩尔电导率的测定及其应用	1.摩尔电导率应用原理和方法 2.电导电极、电导率仪使用方法	1.掌握用电桥测定溶液电导的原理和方法; 2.掌握摩尔电导率计算弱酸电离平衡常数及难溶盐的溶度积的方法。	4	讲授 讨论	目标 2	必做
9	电池电动势的测定及其应用	1.电池电动势测量原理和方法 2.可逆电极、盐桥的制作、恒温槽	1.掌握电位差计的测量原理和测量电动势的方法; 2.测定可逆电池在不同温度下的电动势值; 3.计算电池反应的热力学函数变化	4	讲授 讨论	目标 1	必做
10	过氧化氢分解反应速率常数的测定	1.测定过氧化氢催化分解反应速度系数的原理和方法 2.体积的测量	1.熟悉一级反应的特点; 2.掌握量气法测定过氧化氢催化分解反应速度系数; 3.掌握量气管的使用方法。	4	讲授 讨论	目标 1	必做
11	乙酸乙酯皂化反应速率常数和活化能的测定	1.电导法测定化学反应速率常数的原理和方法 2.电导率仪的使用方法	1.了解电导法测定化学反应速率常数的原理; 2.学会用图解法求二级反应的速率常数, 计算皂化反应活化能; 3.掌握解电导率仪和恒温水浴的使用方法。	4	讲授 讨论	目标 2	选做

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
12	B - Z 化学振荡反应	1.B - Z 化学振荡反应基本原理和方法 2.软件的使用及测量系统	1.了解 B-Z 振荡反应的基本原理; 2.掌握计算机处理振荡反应实验的基本操作; 3.测量振荡反应的诱导周期, 计算振荡反应的活化能。	4	讲授 讨论	目标 2	选做
13	最大气泡法测定液体表面张力	1.最大气泡法测定表面张力的原理和方法 2.微小压力的测量方法、恒温槽的使用	1.了解如何由表面张力的实验数据求分子的截面积掌握最大气泡法测定表面张力的原理; 2.了解影响表面张力测定的因素。	4	讲授 讨论	目标 1	必做
14	电导法测定表面活性剂的临界胶束浓度	电导法测定十二烷基硫酸钠的临界胶束浓度的原理和方法	1.了解表面活性剂的特性及胶束形成原理; 2.掌握电导法测定十二烷基硫酸钠的临界胶束浓度的方法; 3.掌握电导率仪的使用方法。	4	讲授 讨论	目标 1	选做
15	粘度法测高分子化合物的分子量	1.粘度法测定高聚物分子量的基本原理 2.乌贝路德粘度计、恒温槽的使用	1.了解乌贝路德粘度计结构的特点; 2.掌握粘度法测定高聚物分子量的基本原理和方法	4	讲授 讨论	目标 2	选做
16	磁化率的测定	1.古埃(Gouy)法测定磁化率的原理和方法 2.磁化天平的使用	1.掌握古埃(Gouy)法测定磁化率的原理和方法; 2.通过测定一些络合物的磁化率, 求算未成对电子数和判断这些分子的配键类型。	4	讲授 讨论	目标 2	选做
17	偶极矩的测定	1.溶液法测定偶极矩的实验原理和方法技术 2.电容的测定	1.偶极矩与分子电性质的关系; 2.溶液法测定偶极矩的实验技术; 3.溶液法测定正丁醇的偶极矩。	4	讲授 讨论	目标 1	选做

(二) 教学方法

1.课堂讲授

(1) 采用启发式教学，激发学生主动学习的兴趣，培养学生独立思考、分析问题和解决问题的能力，引导学生主动通过实践和自学获得自己想学到的知识。

(2) 在教学内容上，系统讲授每个实验的基本原理、基本实验技能以及安全操作的要点，使学生能够系统掌握用于解决化学专业复杂问题的基础知识。

(3) 在教学过程中采用教案，电子课件，演示操作等教学手段，提高课堂教学信息量，增强教学的直观性。

(4) 理论教学与工程实践相结合，引导学生应用数学、物理、计算机科学、等自然科学和工程科学的基本原理，使学生学会物理化学实验的各种数据采集方法及数据处理方法，培养他们获取知识并用来解决实际工程问题的能力。

(5) 采用线上视频、课堂演示多种方式进行辅导。

2.课程讨论

利用课程教学中心（学习通），围绕每个实验的重点内容，设置课堂讨论研究环节，充分发挥学生的自主性，以学生为中心，培养学生的学习能力和创新能力。通过课程中心，强化物理化学实验教学过程中的各个环节，强化课前预习、加强实验操作练习、强化课后拓展、课后实验报告撰写的指导。培养学生解决复杂工程问题的能力。

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，以检查学生对各知识点的掌握程度和应用能力为重要内容，考核采用预习报告（方案设计）、实验操作、实验报告等方式评定学生成绩，物理化学实验I和物理化学实验II各课程的考核内容、成绩评定方式、目标分值建议如下：

(1) 物理化学实验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：掌握物理化学实验的基本方法和基本技术，	燃烧热的测定 二组分固液平衡相图的绘制	实验方案设计	10%	100%	A ₁	$\left(\frac{A_1}{100\%} \times 10\% + \frac{B_1}{100\%} \times 20\% + \frac{C_1}{100\%} \times 20\%\right) / 50$

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
提高学生对物理化学原理的理解和应用能力, 培养学生养成良好的实验习惯和实事求是的科学态度、培养学生正确分析处理实验数据的能力以及计算机在物理化学实验中的应用能力。	液体饱和蒸气压的测定 过氧化氢分解反应速率常数的测定	实验操作	20%	100%	B ₁	
		实验报告	20%	100%	C ₁	
目标 2: 通过综合实验, 培养学生能够对实验数据采用合理方法进行收集和分析处理, 进一步训练学生分析问题和解决问题的能力, 培养学生的团队意识和创新能力。增强学生解决复杂问题的能力。	B-Z 振荡反应 二组分液液平衡相图的绘制 乙酸乙酯皂化反应速度常数的测定 粘度法测高分子化合物的分子量	实验方案设计	10%	100%	A ₂	$\left(\frac{A_2}{100\%}\times 10\% + \frac{B_2}{100\%}\times 20\% + \frac{C_2}{100\%}\times 20\%\right) / 50$
		实验操作	20%	100%	B ₂	
		实验报告	20%	100%	C ₂	
总评成绩（100%）=预习报告（方案设计）（20%）+实验操作（40%）+实验报告及考核（40%）			100%	——	——	$\frac{\text{学生总评平均分}}{100}$

(2) 物理化学实验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
------	------	--------	----------	-------------	------------	------------

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 平均分	目标达成情况计 算公式
目标 1：掌握物理化学实验的基本方法和基本技术，提高学生对物理化学原理的理解和应用能力，培养学生养成良好的实验习惯和实事求是的科学态度、培养学生正确分析处理实验数据的能力以及计算机在物理化学实验中的应用能力。	偶极矩的测定 电池电动势的测定及其应用 电导法测定表面活性剂的临界胶束浓度 最大气泡法测定液体表面张力	实 验 方 案设计	10%	100%	A ₁	$\left(\frac{A_1}{100\%}\times 10\% + \frac{B_1}{100\%}\times 20\% + \frac{C_1}{100\%}\times 20\%\right) / 50$
		实 验 操 作	20%	100%	B ₁	
		实 验 报 告	20%	100%	C ₁	
目标 2：通过综合实验，培养学生能够对实验数据采用合理方法进行收集和分析处理，进一步训练学生分析问题和解决问题的能力，培养学生的团队意识和创新能力。增强学生解决复杂问题的能力。	磁化率的测定 摩尔电导率的测定及其应用 液相平衡常数的测定 凝固点降低法测定物质的摩尔质量	实 验 方 案设计	10%	100%	A ₂	$\left(\frac{A_2}{100\%}\times 10\% + \frac{B_2}{100\%}\times 20\% + \frac{C_2}{100\%}\times 20\%\right) / 50$
		实 验 操 作	20%	100%	B ₂	
		实 验 报 告	20%	100%	C ₂	
总评成绩（100%）=预习报告（方案设计）（20%）+实验操作（40%）+实验报告及考核（40%）			100%	——	——	$\frac{\text{学生总评平均分}}{100}$

(二) 实验考核成绩评定

实验考核按照公式：总评成绩（100%）=实验方案设计（20%）+实验操作及实验内容（40%）+实验报告（40%）完成，折算成优、良、中、及格、不及格五级记分制给出最后成绩。对应目标的评分标准如下：

对应目标		目标 1：掌握物理化学实验的基本方法和基本技术，提高学生对物理化学原理的理解和应用能力，培养学生养成良好的实验习惯和实事求是的科学态度、培养学生正确分析处理实验数据的能力以及计算机在物理化学实验中的应用能力。 目标 2：通过综合实验，培养学生能够对实验数据采用合理方法进行收集和分析处理，进一步训练学生分析问题和解决问题的能力，培养学生的团队意识和创新能力。		
考查点		实验方案设计	实验操作及实验内容	实验报告
成绩比例		20%	40%	40%
评分标准	100% 至 90% (优)	认真仔细阅读相关资料，制定很好的实验方案，实验方案有自己的思路与见解。 写出实验方案，实验目的和基本原理正确，简单的实验步骤，知道使用的仪器、控制的条件、需要注意的问题。 明确本次实验中要测定的物理量，制定了原始数据记录表格等。	能正确熟练使用仪器设备完成实验所有内容。 实验态度非常认真，操作规范，沟通、协作很好，实验结束后认真清洗仪器，打扫卫生。 实验记录内容完整丰富（包括：实验名称、实验日期、条件、实验现象、实验数据真实、准确，使用钢笔或者蓝黑色园珠笔记录。必须有实验记录本）。	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% (良)	认真仔细阅读相关资料，制定很好的实验方案。 写出实验方案，实验目的和基本原理正确，简单的实验步骤，知道使用的仪器。 明确本次实验中要测定的物理量、制定了原始数据记录表格等。	能正确使用仪器设备完成实验所有内容。 实验态度认真，操作规范，沟通、协作较好，实验结束后认真清洗仪器，打扫卫生。 实验记录内容完整丰富。	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。文本表述较为清晰，书写比较工整，格式规范。

79.9 至 70% (中)	阅读相关资料，制定出实验方案。 写出实验方案，实验目的和基本原理基本正确，简单的实验步骤。 明确本次实验中要测定的物理量、制定了原始数据记录表格等，	能使用仪器设备完成实验所有内容。 实验态度一般，操作在老师同学帮助下能完成，沟通、协作一般，实验结束后认真清洗仪器，打扫卫生。 实验记录完整，内容不丰富。	有良好的总结实验和撰写报告的能力，实验报告内容较完整、正确，有自己的分析与见解。文本表述较为清晰，书写较为工整，格式较为规范。
69.9% 至 60% (及格)	阅读相关资料，制定出实验方案。 写出实验方案，实验目的和基本原理基本正确，无实验步骤。 不清楚本次实验中要测定的物理量，无原始数据记录表格等，	能使用仪器设备完成实验多数内容。 实验态度一般，部分操作在老师同学帮助下能完成，沟通、协作不好，实验结束后不认真清洗仪器，不打扫卫生。 实验记录不完整，内容不丰富。量基本够但有少量错误。	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 (不及格)	没阅读相关资料 没写出实验方案 不清楚本次实验中要测定的物理量，无原始数据记录表格	不能正确使用仪器设备。 实验态度不好，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，实验结束后不认真清洗仪器，不打扫卫生。 实验记录未完成，内容不够，错误多。	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：《物理化学实验》，冯霞，天津大学物理化学教研室编，高等教育出版社，2017 年，第一版

推荐教材 2：《物理化学讲义》，重庆科技大学

(二) 课程资源中心: <https://mooc1.chaoxing.com/course/211064098.html>

制订人: 刘娟

审核人: 陈双扣