

《物理化学实验（一）（下）》课程教学大纲

一、课程基本信息

英文名称	Physical Chemistry Experiments (I) (2)	课程代码	CHEM2016
课程性质	大类基础课程	授课对象	化学、应用化学、化学教育
学 分	1.5	学 时	54
主讲教师	李淑瑾、孙如、谌宁、盛夏、鲍晓光等	修订日期	2022. 05
指定教材	自编讲义		

二、课程目标

（一）总体目标：

《物理化学实验（一）》（上、下）是化学、应用化学、化学教育专业的大类基础课程，是加强学生实践能力的一个重要的教学环节。本实验课程包括热力学实验、电化学实验、动力学实验、表面与胶体化学实验，结构化学实验。主要任务是通过物理化学实验课程使学生掌握物理化学实验的基本知识，加深对物理化学基本概念和理论的理解和应用。掌握物理化学实验仪器的基本原理、仪器结构与主要部件功能的理解，掌握实验仪器的使用方法，进一步训练常规的实验操作。学会重要的物理化学性能的测定，熟悉物理化学实验现象的观察和记录，实验条件的判断和选择，正确测量、记录、处理实验数据和分析实验结果，培养学生的实验操作能力、学会对测定原始数据的分析、处理与评价，使学生得到综合训练，培养学生科学素养，增强解决实际化学问题的能力。培养学生综合运用物理化学知识技能和严谨的科学精神，提高其分析和解决问题的能力。

（二）课程目标：

通过物理化学实验课程的学习，使学生进一步学习实验室规则和安全知识，掌握物理化学实验的基本知识，加深对物理化学基本概念和理论的理解和应用。掌握物理化学实验的基本原理、了解实验仪器的结构与主要部件的功能，掌握物理化学实验仪器的使用方法和进一步训练常规的实验操作，学会重要的物理化学性能测定，熟悉物理化学实验现象的观察和记录，正确测量、记录、处理实验数据和分析实验结果，培养学生的实验操作能力、学会对测定原始数据的分析、处理与评价使学生得到综合训练，增强解决实际化学问题的能力。

达到以下课程目标：1、培养学生实验的操作能力、学会重要物理化学性能的测定，正确

测量、记录实验数据，观察和记录现象。2、培养学生正确处理实验数据和分析实验结果的能力，表达实验结果和分析问题的能力。培养学生综合运用物理化学知识技能、实验创新能力和严谨的科学精神，提高其分析和解决问题的能力。

课程目标 1：能够综合运用本课程的知识和技术手段。

1.1 根据实验目的，选用合理的仪器熟练搭建实验装置，安全、有序地开展实验。

1.2 采取正确的实验方法采集实验数据，培养严谨的科学态度和正确的实验操作技能。

课程目标 2：具备综合分析问题的能力。

2.1 正确处理实验数据、对实验结果进行分析和解释，得出合理的结论。

2.2 能够有条理、有逻辑地撰写实验报告。

(三) 课程目标与毕业要求、课程内容的对应关系：

表 1：课程目标与课程内容、毕业要求的对应关系表

课程目标	课程子目标	对应课程内容	对应毕业要求
课程目标 1	1.1	实验项目 11-实验项目 20	毕业要求 1, 3, 4,
	1.2	实验项目 11-实验项目 20	毕业要求 1, 3, 4,
课程目标 2	2.1	实验项目 11-实验项目 20	毕业要求 2, 4, 9
	2.2	实验项目 11-实验项目 20	毕业要求 1, 2, 12

三、教学内容

实验项目 11：BZ 化学振荡反应

1. 教学目标：测定 BZ 振荡反应的诱导时间、振荡周期和诱导活化能和振荡活化能。

2. 教学重难点：发生化学反应振荡的基本条件；BZ 振荡反应的机理；测定诱导时间及振荡周期的原理；数据处理及 Arrhenius 公式的应用。

3. 教学内容：（1）BZ 振荡反应的基本原理及研究化学振荡反应的方法；（2）不同温度下的诱导时间及振荡周期的测定；（3）诱导活化能和振荡活化能的测定。

实验项目 12：电势 - pH 曲线的测定

1. 教学目标：绘制 $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$ 与 EDTA 络合体系的电势 - pH 曲线及其应用。

2. 教学重难点： $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$ 与 EDTA 络合体系在不同 pH 条件下的电极反应和电极电势，电极电势和 pH 的测定方法，绘制电势 - pH 曲线及其及应用。

3. 教学内容：（1）电极电势和 pH 的测量原理和方法；（2） $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$ 与 EDTA 络合体系在不同 pH 条件下的电极反应和电极电势；（3）绘制电势 - pH 曲线及其及应用。

实验项目 13：电泳

1. 教学目标：电泳法测定氢氧化铁溶胶电动电势。
2. 教学重难点：溶胶的结构及制备；电泳法测定电动电势的原理和方法，测定氢氧化铁溶胶的电动电势及实验注意事项。
3. 教学内容：（1）氢氧化铁溶胶的制备。（2）电泳法测定电动电势的原理和技术。（3）用电泳法测定氢氧化铁溶胶的电动电势。

实验项目 14：原电池电动势的测定及应用

1. 教学目标：电位差计测定几组电池的可逆电池电动势。
2. 教学重难点：对消法测定电动势的原理和电位差计的操作技术；半电池的制备及测定几组电池的电动势；数据处理及分析；电动势与化学反应的热力学函数关系。
3. 教学内容：（1）可逆电池电动势的测定原理和电位差计的操作技术；（2）铜电极和锌电极的制备方法；（4）Cu—Zn 等电池的电动势和 Cu、Zn 电极的电极电势；（5）可逆电池电动势、电动势温度系数与热力学函数的关系。

实验项目 15：液体表面张力的测定

1. 教学目标：最大泡压法测定乙醇水溶液表面张力和乙醇分子的横截面积。
2. 教学重难点：Gibbs 吸附等温方程式和 Young - Laplace 关系式，最大泡压及折光率的测定，数据的处理和结果分析。
3. 教学内容：（1）最大泡压法测定乙醇水溶液表面张力的原理和实验技术。（2）计算乙醇水溶液的表面张力、溶液表面吸附量和乙醇分子的横截面积。

实验项目 16：黏度法测定水溶性聚合物的相对分子量

1. 教学目标：乌氏黏度计测定右旋糖苷的黏均分子量。
2. 教学重难点：水溶性聚合物黏度的几种表示法及意义；特性黏度与黏均分子量的关系，溶液和溶剂流出时间的测定；数据处理及实验注意事项。
3. 教学内容：（1）乌氏黏度计测定水溶性聚合物相对分子量的原理和方法；（2）右旋糖苷的黏均分子量的测定。

实验项目 17：凝固点降低法测相对分子量

1. 教学目标：凝固点降低法测萘的相对分子量。
2. 教学重难点：凝固点降低法测相对分子量的原理、测量技术和数据处理方法，
3. 教学内容：（1）稀溶液的依数性；（2）凝固点降低法测定萘的相对分子量；（3）凝固点的测量技术。重点和难点：稀溶液的依数性，溶液和溶剂的凝固点及测定方法，数据测定及处理，萘的分子量计算。

实验项目 18：二组分固—液相图的绘制

1. 教学目标：热分析法测定 Sn — Bi 二元低共熔体系的相图。
2. 教学重难点：热分析法绘制固—液相图的原理和技术；步冷曲线的测定及分析；数据记录及相图的绘制。
3. 教学内容：（1）测绘 Sn — Bi 二元低共熔体系的相图；（2）热分析法的测量技术；（3）步冷曲线绘制相图的方法。

实验项目 19：极化曲线的测定

1. 教学目标：恒电位仪测定 Fe 在稀硫酸中的极化曲线，并得到 Tafel 关系式。
2. 教学重难点：测定极化曲线的基本原理；恒电位仪的使用方法；Tafel 关系式；实验数据的测定、记录和处理，极化曲线的应用。
3. 教学内容：（1）稳态恒电位法测定极化曲线的基本原理和实验技术；（2）恒电位仪的使用方法；（3）Tafel 关系式，并测定 Tafel 常数；（4）极化曲线在金属腐蚀与防护中的意义和应用。

实验项目 20：溶液吸附法测固体比表面积

1. 教学目标：亚甲基蓝溶液吸附法测定活性炭比表面积。
2. 教学重难点：Langmuir 单分子层吸附理论及用溶液法测定固体比表面积的基本原理；测定活性炭比表面积；朗博-比尔定律；分光光度计的使用方法；数据的测定及处理。
3. 教学内容：（1）Langmuir 单分子层吸附理论及用溶液法测定固体比表面积的基本原理；（2）溶液吸附法测定活性炭比表面积；（3）分光光度计的基本原理及使用方法。

四、学时分配

表 2：各章节的具体内容和学时分配表

章节	章节内容	学时分配
实验项目 11	BZ 化学震荡反应	4.75
实验项目 12	电势-pH 曲线的测定	4.75
实验项目 13	电泳法	4.75
实验项目 14	原电池电动势的测定及其应用	4.75
实验项目 15	液体表面张力的测定	4.75
实验项目 16	黏度法测定水溶性聚合物的相对分子量	4.75

实验项目 17	凝固点降低法测相对分子量	4.75
实验项目 18	二组分固 一液相图的绘制	4.75
实验项目 19	极化曲线的测定	4.75
实验项目 20	溶液吸附法测固体比表面积	4.75
实验项目 11-20	实验理论考试	2.0
实验项目 11-20	实验操作考试	4.5

五、教学进度

表 3：教学进度表

章节名称	内容提要	授课时数	作业及要求	备注
实验项目 11	BZ 化学震荡反应	4.75	1、智慧树网站上学习实验理论和操作视频（60min）并线上完成相应的作业和实验操作导图。 2、实验理论课前完成理论视频的学习并在截止时间前完成线上完成相关作业和学习中疑惑问题。 3、实验操作课前完成实验视频的学习并截止时间前线上完成相关作业，在网上递交实验操作导图和学习中疑惑问题。	1/3.75
实验项目 12	电势-pH 曲线的测定	4.75		1/3.75
实验项目 13	电泳法	4.75		1/3.75
实验项目 14	原电池电动势的测定及其应用	4.75		1/3.75
实验项目 15	液体表面张力的测定	4.75		1/3.75
实验项目 16	黏度法测定水溶性聚合物的相对分子量	4.75		1/3.75
实验项目 17	凝固点降低法测相对分子量	4.75		1/3.75
实验项目 18	二组分固 一液相图的绘制	4.75		1/3.75
实验项目 19	极化曲线的测定	4.75		1/3.75
实验项目 20	溶液吸附法测固体比表面积	4.75		1/3.75
实验项目 11-20（1）	实验理论考试	2		
实验项目 11-20（2）	实验操作考试	4.5		

六、教材及参考书目

1. 教材：自编讲义《物理化学实验（一）》上、下册，2020 年。
2. 参考书：
 - （1）孙尔康、张剑荣，《物理化学实验》，南京：南京大学出版社，2009 年。
 - （2）庄继华等修订，《物理化学实验》，高等教育出版社，2002 年。
 - （3）罗鸣、石士考、张雪英，《物理化学实验》，化学工业出版社，2012 年。
 - （4）傅献彩，候文华，《物理化学》，高等教育出版社，2021 年。

七、教学方法

本课程为实验课，采用线上线下混合式教学方式。基于物理化学实验条件的改善，更新添置了实验仪器设备，实验操作方法及实验数据处理与原使用的教材有较大的出入，为了适应这些变化和发展，更好地实施物理化学实验的教与学，在实验指导教师的共同努力下，编写了《物理化学实验（一）》上、下册实验讲义，并配套录制了物理化学实验视频（含实验理论部分和实验操作部分）。自制作的实验理论视频和操作视频发布在智慧树网站。学生根据实验教学安排在线上学习相关视频并根据教师布置的作业在网上完成作业、实验操作导图和提出疑惑。老师根据学生完成作业情况采用讨论法、讲授法、演示法和实验指导法完成实验教学任务。要求学生在实验操作前完成相应的线上学习、实验预习，在线下完成实验操作和完成实验报告，达到物理化学实验的教学目的。

1. 讨论法：教师在讲解和演示过程中，结合教学内容和学生完成线上作业的情况，组织学生对实验原理、实验主要操作步骤和实验仪器操作关键点进行讨论。
2. 讲授法：教师讲解实验原理、实验步骤及其注意事项、规范操作要领，对具有一定安全隐患的实验操作特别讲解。
3. 演示法：教师或者指定学生演示主要的、重要的实验操作步骤、主要实验仪器的规范操作。教师、学生进行点评。
4. 实验指导：学生按照实验原理进行实验，教师针对各学生实验操作进行指导，及时纠正不规范的操作。

八、考核方式及评定方法

（一）课程考核与课程目标的对应关系

表 4：课程考核与课程目标的对应关系表

课程目标	考核要点	考核方式
课程目标 1	课前预习，装置搭建，安全实验，数据采集	操作考试
课程目标 2	数据分析、处理和总结，撰写报告	理论考试

（二）评定方法

1. 评定方法

- （1）独立完成线上学习，完成相应的作业和实验操作导图，提出学习过程中的疑惑。指导教师完成对作业的批改。
- （2）装置搭建，安全实验，完成数据采集，实验操作和仪器操作规范。
- （3）独立撰写实验报告。实验报告的内容包括实验目的、实验原理、实验仪器和试剂、实验主要操作步骤（流程图）、数据记录与处理、结果与讨论、总结对实验的体会和改进等内容。报告版面清晰，条理清楚；图表正确美观，比例协调，数据处理完整准确。指导教师对每份实验报告进行批改、评分。
- （4）成绩评定
 - ① 实验课的考核主要采取平时实验成绩和考试相结合。
 - ② 实验成绩包括平时成绩和考试成绩两部分，各占 80%和 20%。平时成绩按每次实验的课前预习 15%、实验操作 45%、实验报告 40%进行综合评定。考试成绩是理论考试 40%（闭卷）和操作考试 60%。

2. 课程目标的考核占比与达成度分析

表 5：课程目标的考核占比与达成度分析表

考核占比 课程目标	平时（80%）	期末（20%）	总评达成度
课程目标 1	60%	60%	$\{0.60 \times \text{平时目标 1 成绩} + 0.60 \times \text{考试目标 1 成绩}\} / 60$ 。
课程目标 2	40%	40%	$\{0.4 \times \text{平时目标 2 成绩} + 0.4 \times \text{考试目标 2 成绩}\} / 40$ 。

(三) 评分标准

课程 目标	评分标准				
	90-100	80-89	70-79	60-69	<60
	优	良	中	合格	不合格
	A	B	C	D	F
课程 目标 1	线上作业和实验操作导图完成优秀，熟练选用或搭建正确的实验装置，安全、有序开展实验并正确采集数据。	线上作业和实验操作导图完成优秀，比较熟练选用或搭建正确的实验装置，安全开展实验并正确采集数据	线上作业和实验操作导图完成良好，能选用或搭建实验装置，安全开展实验并正确采集数据	线上作业和实验操作导图完成一般，经过指导，能选用或搭建实验装置安全开展实验并正确采集数据	没有及时完成线上作业和实验操作导图，不会选用或搭建实验装置，安全开展实验并正确采集数据
课程 目标 2	实验报告完整、数据处理正确、图等规范、分析和正确解释实验结果，并通过信息综合得到合理有效的结论。	实验报告较完整、数据处理正确、图等规范、正确解释实验结果，并通过信息综合得到合理有效的结论。	实验报告较完整，能处实验理数据、分析和正确解释实验结果，并通过信息综合得到合理有效的结论。	实验报告较完整，经过指导，能处理数据、解释实验结果，并通过信息综合得到合理的结论。	实验报告不完整，不会正确处理数据、分析和正确解释实验结果欠缺。