

《物理化学实验（上）》课程教学大纲

一、课程基本信息

英文名称	Experimental Physical Chemistry	课程代码	09041016
课程性质	大类基础课程	授课对象	材化部大三强化班
学 分	1.5	学 时	54
主讲教师	王勇/吴继红	修订日期	2023.10
指定教材	自编英文讲义		

二、课程目标

（一）总体目标：

《物理化学实验》（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。通过物理化学实验课程使学生掌握实验相关的基本知识，加深对物理化学基本概念和理论的理解和应用。同时，学习并掌握物理化学实验仪器的基本操作，以及加深理解实验的原理和仪器结构与主要功能，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。

随着全球一体化的快速发展，对高等教育国际化的需求也更加迫切。2001 年教育部颁布的《关于加强高等学校本科教学工作提高教学质量的若干意见》提出，要在生物技术、信息技术、以及金融、法律等、国家发展急需的专业，开展使用英语等外语进行公共课和专业课教学，“力争在三年内英语教学课程要达到所开课程的 5%至 10%”。这是为了提高高校教学质量，培养参与国际竞争需要的“专业+外语”复合型人才，以更好地适应全球经济一体化，在与国际接轨、适应教育国际化方面做出的具有历史和现实意义的重大举措。全英文教学是高校人才培养模式改革的一个重要组成部分。因此，开展全英文授课及学习，也是培养国际化人才的重要补充。

（二）课程目标：

本课程共设 72 个实验学时。以自编教材为蓝本，通过多媒体全英语教学完成教学任务。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。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。并与前沿科技领域结合，为学生将来的科研深造和工作打下良好的基础。总之，在提高学生的全英文课程学习的积极性和主动性的同时，进一步培养学生利用物理化学理论知识解决实际化学问题的能力。

课程目标 1:

1. 1 在熟知并掌握物理化学课程的基本概念和理论的基础上，通过实验加深对基础知识的理解。

1. 2 根据实验的目的和原理，能够熟练的使用物理化学实验的仪器，安全有序的开展实验，并得到合理有效的实验数据。

课程目标 2:

2. 1 根据实验数据能够正确分析数据，并且对实验结果进行分析和理解。

2. 2 能够独立完成实验报告的撰写，并且对实验中出现的问题进行深入思考。

课程目标 3:

3. 1 通过基础物理化学实验的操作和培养，加深对理论知识的掌握，并力争在对相关实验课题深入思考的基础上，尝试设计新的物理化学实验。

(要求参照《普通高等学校本科专业类教学质量国家标准》，对应各类专业认证标准，注意对毕业要求支撑程度强弱的描述，与“课程目标对毕业要求的支撑关系表一致”(五号宋体)

(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 1-实验项目 10	毕业要求 1、2、5
	1.2	实验项目 1-实验项目 10	毕业要求 3、7、8、9、10
课程目标 2	2.1	实验项目 1-实验项目 10	毕业要求 2、3、5
	2.2	实验项目 1-实验项目 10	毕业要求 1、2、3、4
课程目标 3	3.1	实验项目 1-实验项目 10	毕业要求 4、6、12

三、教学内容

Experiment 1 Belousov-Zhabotinski (BZ) Oscillating Chemical Reaction

Objective:

(1) To know the basic principle of Belousov-Zhabotinski oscillating chemical reaction and the method to study Belousov-Zhabotinski oscillating chemical reaction.

(2) To Master the principle of the oxidation of malonic acid by potassium bromate using Cerium ion as the catalyst in the sulfuric acid.

(3) To determine the induced time and oscillating period of the system under different temperature, and calculate the induced activation energy and oscillating activation energy of the reaction under the experimental temperature.

Experiment 2 Potential-pH Diagram

Objective:

(1) Master the principle and method to calibrate the electron potential pH value.

(2) Calibrate the potential of $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$ – EDTA complex system at different pH and draw the potential-pH plot

(3) Learn about the meaning and application of the potential-pH plot.

Experiment 3 Electrophoresis

Objective:

(1) To learn the principle and technique of the determination of ζ potential by electrophoresis.

(2) To understand that electrophoresis is electric phenomena due to the relative movement of the liquid phase and the solid phase in a colloidal solution under applied electric field.

Experiment 4 Electromotive Force of Galvanic Cells

Objective:

(1) To determine the electromotive force (EMF) of a Zn-Cu galvanic cell and electrode potentials of Cu and Zn.

(2) To learn methods for preparation and treatment of some electrodes.

(3) To know the principle of a potentiometer (including digital potentiometer) and its operation procedure.

Experiment 5 Surface Tension of Liquid

Objective:

(1) To know the characteristics of surface tension, the significance of surface free energy and the relationship between surface tension and adsorption.

(2) To learn the principle and technique of the determination of surface tension by the bubble pressure method.

(3) To determine the surface of ethanol-water solutions and calculate the surface concentration and the cross-section of ethanol molecule.

Experiment 6 Determination of Average Molecular Weight of Polymer by Viscosity Method

Objective:

- (1) To learn the principle and method to determine viscosity with a Ubbelohde viscometer.
- (2) To determine the average molecular weight of a polysaccharide-dextran.

Experiment 7 Molar Mass from Depression of Freezing Point

Objective:

- (1) To gain further insights into the colligative properties of dilute solutions.
- (2) To learn the experimental technique for freezing point measurement.
- (3) To determine the molar mass of naphthalene by measuring the depression of freezing point.

Experiment 8 Phase Diagram of a Binary Solid-Liquid System

Objective:

- (1) To know the basic characters of the phase diagram of a binary solid-liquid system.
- (2) To determine the phase diagram of Tin-Bismuth binary metal system using thermal analysis method.
- (3) To learn the techniques of measurement of thermal analysis method and temperature measurement of a thermocouple.

Experiment 9 Passivation Behavior of Fe in Sulfuric Acid Solution

Objective:

- (1) To know the passivation mechanism of Fe.
- (2) To measure the anodic polarization diagram and passivation behavior of Fe in sulfuric acid solution by linear sweep voltammetry.
- (3) To determine the effect of Cl⁻ concentration on the passivation of Fe.

Experiment 10 Specific Surface Area of Solid Determined by Adsorption

Objective:

- (1) To measure the specific surface of methylene blue.
- (2) To learn the working principles of spectrophotometer, and its operation method.
- (3) To be familiar with the Langmuir monolayer adsorption theory.

1.教学目标

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。

2.教学重难点

涉及到较多的数据处理，学生需要掌握并会使用 Excel、Origin、Gaussian、ChemBioOffice 等软件进行画图并计算。

3.教学内容

热力学实验、电化学实验、动力学实验、表面与胶体化学实验，结构化学实验等。

4.教学方法

实验室讲授、操作演示、分组合作实验。

5.教学评价

实验过程中整体实验室巡视，评估学生的实际操作能力，并及时解决实验中遇到的各种问题。最后，通过实验预习，实验操作，及实验报告实现对学生成绩的评价。

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
Experiment 1	Belousov-Zhabotinski (BZ) Oscillating Chemical Reaction	4.75
Experiment 2	Potential-pH Diagram	4.75
Experiment 3	Electrophoresis	4.75
Experiment 4	Electromotive Force of Galvanic Cells	4.75
Experiment 5	Surface Tension of Liquid	4.75
Experiment 6	Determination of Average Molecular Weight of Polymer by Viscosity Method	4.75
Experiment 7	Molar Mass from Depression of Freezing Point	4.75
Experiment 8	Phase Diagram of a Binary Solid-Liquid System	4.75
Experiment 9	Passivation Behavior of Fe in Sulfuric Acid Solution	4.75

Experiment 10	Specific Surface Area of Solid Determined by Adsorption	4.75
Experiments 1-10	实验理论考试	2
Experiments 1-10	实验操作考试	4.5

五、教学进度

表 3: 教学进度表

周次	日期	章节名称	内容提要	授课时数	作业及要求	备注
1	2月	Experiments 1-10	理论学习	4+2	掌握并熟悉基本概念和实验原理	
3	3月	Experiments 1-10	理论学习	4+2	掌握并熟悉基本概念; 会推导公式	
5	3月	Experiments 1-2	Belousov-Zhabotinski (BZ) Oscillating Chemical Reaction & Potential-pH Diagram	4+3	实验操作, 数据处理, 分析实验, 课后思考, 完成实验报告	
7	4月	Experiments 3-4	Electrophoresis & Electromotive Force of Galvanic Cells	4+3		
9	4月	Experiments 5-6	Surface Tension of Liquid & Determination of Average Molecular Weight of Polymer by Viscosity Method	4+3		
11	5月	Experiments 7-8	Molar Mass from Depression of Freezing Point & Phase Diagram of a Binary Solid-Liquid System	4+3		
13	5月	Experiments	Passivation Behavior of Fe in Sulfuric Acid	4+3		

		9-10	Solution & Specific Surface Area of Solid Determined by Adsorption			
15	6月	实验理论考试		2		
17	6月	实验操作考试		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，采用预先理论讲授实验原理和后期实验操作相结合的教学方式。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，组织学生讨论实验原理、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, 实验装置搭建, 安全实验, 数据采集及记录	操作考试
课程目标 2	数据分析、处理和总结, 撰写实验报告	理论考试
课程目标 3	实验设计	开放式

(二) 评定方法

1. 评定方法

- 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 (网上学习、完成作业和实验操作导图) 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% (操作)。

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	0.6	0.6	{0.60× 平时目标 1 成绩+ 0.60×考试目标1 成 绩}/60。 {0.4×平时目标2 成绩+ 0.4 ×考试目标2 成绩}/40。
课程目标 2	0.4	0.4	
课程目标 3	0	0	

(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	A				
课程目标 2	A				
课程目标 3		B			