

《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	09041015
课程性质	大类基础课程	授课对象	材化部大三强化班
学 分	2	学 时	72
主讲教师	王勇/吴继红	修订日期	2023.10.18
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 Equilibrium Constant of Dissociation Reaction of Methyl Red

Objective:

(1) To measure the dissociation reaction of methyl red at a constant temperature by spectrophotography method, and to calculate the equilibrium constant of the reaction.

(2) To study the working principle and use-method of spectrophotometer.

Experiment 2 Phase Diagram of a Binary Liquid-Vapor System

Objective:

(1) Master the method to measure the boiling point of the species via refluxing.

(2) Draw the boiling point-constituent diagram of the cyclohexane-ethanol binary liquid-vapor system. Measure the azeotropic constituent and temperature.

(3) Learn to use Abbe refractor.

Experiment 3 Heat of Combustion

Objective:

(1) To learn the definition of heat of combustion, and to know the difference and relationship between the heats of combustion at constant volume and constant pressure.

(2) To get familiar with the principle and assembly of a bomb calorimeter, and to learn the experimental technique of calorimetry.

(3) To calibrate the variation of temperature by Renolds correction curve.

Experiment 4 Rate Constant for the Saponification of Ethyl Acetate by a Conductometric Method

Objective:

(1) To know the characteristic of a second-order reaction, and to learn how to evaluate the rate constant of a second-order reaction by a graphical method.

(2) To determine the constant for the saponification of ethyl acetate by a conductometric method, and to learn the method of measuring the activation energy of a reaction.

Experiment 5 Theoretical study of IR spectrum for Benzaldehyde

Objective:

(1) To learn the contents and the basic chemical software's, such as ChemOffice, Gaussian, origin, and EditPlus.

(2) To get familiar with the theoretical method of infrared spectroscopy and to learn the basic principles and operation of the relative Gaussian software.

(3) To understand the physical meaning of the results.

Experiment 6 Differential Scanning Calorimetry

Objective:

(1) To learn the fundamental principles of differential scanning calorimetry (DSC), and to know the structure and operation method of the DSC apparatus.

(2) To carry out DSC analysis of $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ and give a qualitative interpretation of the DSC profile.

Experiment 7 Dipole Moment of a Polar Molecule

Objective:

(1) To know the relationship between dipole moment and molecular electronic properties.

(2) To learn the experimental techniques of the solution method for determination of dipole moments.

(3) To determine the dipole moment of cyclohexane using the solution method.

(4) To understand the meaning and application of Clausius-Mosotti-Debye equation.

Experiment 8 Rate Constant for the Conversion of Sucrose by a Polarimetric Method

Objective:

(1) To learn the basic principle and the correct use of a polarimeter.

(2) To know the relationship between the reactant concentration and optical rotation.

(3) To determine the rate constant and the half-life for the conversion of sucrose.

Experiment 9 Saturated Vapor Pressure of Pure Liquids

Objective:

(1) To comprehend the definition of saturated vapor pressure for pure liquids by static method and the concept of equilibrium between gas and liquid, to gain an insight into the relationship between temperature and the saturated vapor pressure of liquids–Clausius-Clapeyron equation.

(2) To determine the saturated vapor pressure of cyclohexane at different temperature using vacuum gauge; to master the elementary experimental technique for low vacuum operation.

(3) To learn the way to obtain the average molar enthalpy of vaporization of the examined liquid over a range of temperatures using graphical method as well as its normal boiling point under ambient pressure.

Experiment 10 The Measurement of Magnetic Susceptibility of Complex

Compound

Objective:

(1) To learn the basic principles and operation method of a Gouy balance.

(2) Through determination of the magnetic susceptibility of complex compound, deduce its number of unpaired electrons, and estimate its coordination pattern.

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	Equilibrium Constant of Dissociation Reaction of Methyl Red	6.5
Experiment 2	Phase Diagram of a Binary Liquid-Vapor System	6.5
Experiment 3	Heat of Combustion	6.5
Experiment 4	Rate Constant for the Saponification of Ethyl Acetate by a Conductometric Method	6.5

Experiment 5	Theoretical study of IR spectrum for Benzaldehyde	6.5
Experiment 6	Differential Scanning Calorimetry	6.5
Experiment 7	Dipole Moment of a Polar Molecule	6.5
Experiment 8	Rate Constant for the Conversion of Sucrose by a Polarimetric Method	6.5
Experiment 9	Saturated Vapor Pressure of Pure Liquids	6.5
Experiment 10	The Measurement of Magnetic Susceptibility of Complex Compound	6.5
Experiments 1-10	实验理论考试	2
Experiments 1-10	实验操作考试	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	9月	Experiments 1-10	理论学习	4+4	掌握并熟悉基本概念和实验原理	
3	9月	Experiments 1-10	理论学习	4+4	掌握并熟悉基本概念; 会推导公式	
5	10月	Experiments 1-2	Equilibrium Constant of Dissociation Reaction of Methyl Red & Phase Diagram of a Binary Liquid-Vapor System	4+4	实验操作, 数据处理, 分析实验, 课后思考, 完成实验报告	
7	10月	Experiments 3-4	Heat of Combustion & Rate Constant for the Saponification of Ethyl Acetate by a Conductometric Method	4+4		

9	11月	Experiments 5-6	Theoretical study of IR spectrum for Benzaldehyde & Differential Scanning Calorimetry	4+4		
11	11月	Experiments 7-8	Dipole Moment of a Polar Molecule & Rate Constant for the Conversion of Sucrose by a Polarimetric Method	4+4		
13	11月	Experiments 9-10	Saturated Vapor Pressure of Pure Liquids & The Measurement of Magnetic Susceptibility of Complex Compound	4+4		
15	12月	实验理论考试		8		
17	12月	实验操作考试		8		

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	$\{0.60 \times \text{平时目标 1 成绩} + 0.60 \times \text{考试目标1 成绩}\} / 60。$ $\{0.4 \times \text{平时目标2 成绩} + 0.4 \times \text{考试目标2 成绩}\} / 40。$
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			