《物理化学（上）》课程教学大纲

**一、课程基本信息**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **英文名称** | Physical Chemistry | **课程代码** | 09041043 |
| **课程性质** | 大类基础课程 | **授课对象** | 材化部大三强化班 |
| **学 分** | 4 | **学 时** | 90 |
| **主讲教师** | 王勇 | **修订日期** | 2023.05.12 |
| **指定教材** | Atkins物理化学，Atkins’ Physical Chemistry，第7版影印版，高等教育出版社。 | | |

**二、课程目标**

（一）**总体目标：**

物理化学是高等学校化学及相关专业必修的一门专业基础课程，是在物理和化学两大学科基础上发展起来的。它以丰富的化学现象和体系为研究对象，采纳并结合物理学的理论，探索、归纳和研究物质变化的基本规律、热力学和动力学行为，构成本学科的理论基础。实际上，物理化学既是化学专业知识结构中重要的学科，又是后续专业课程（化工原理、界面化学、电化学、催化原理等）的理论基础。该课程对培养学生创新能力和科学思维，以及综合素质的培养与提高起着关键的作用，同时在人才培养中处于比较重要的地位。

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90个授课学时，72个实验学时。以英文原版教材为蓝本，通过多媒体全英语教学完成教学任务。整个学年的教学将按照专题章节知识结构分层递进的方式展开，与实验结合进行理论课程学习采用浅显易懂的英语表达进行讲授并拓展物理化学基本知识。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 熟练掌握物理化学课程的基本概念和理论，以及对基础知识的理解。

1．2 能够独立推导物理化学的热力学和动力学等的公式和方程，掌握化学反应过程的热力学定律，从宏观和微观的角度理解热力学方程，并从量子化学的角度学会并理解原子和分子的结构与性质的关系。

**课程目标2：**

2．1 能够根据物理化学课程中知识的学习和理解，可以解释和分析化学反应中的热力学和动力学行为，并能够分析化学反应的本质。

2．2 通过公式的推导以及物理意义的掌握，理解其与实验之间的深切联系。

**课程目标3：**

3．1 通过课堂讨论与学生的独立讲解，加深对理论知识的学习和拓展，能够学会用物理化学的知识和理论独立分析化学反应的本质和动力学微观行为。

3．2 根据文献阅读和课程的学习设计物理化学实验，并开展初步的科学研究。

（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 | 气体性质、热力学定律、混合体系、相图、化学平衡 | 毕业要求1和2 |
| 1.2 | 气体性质、热力学定律、混合体系、相图、化学平衡 | 毕业要求1、2、3 |
| 课程目标2 | 2.1 | 气体性质、热力学定律、混合体系、相图、化学平衡 | 毕业要求2 |
| 2.2 | 气体性质、热力学定律、混合体系、相图、化学平衡 | 毕业要求1、2、3、4 |
| 课程目标3 | 3.1 | 气体性质、热力学定律、混合体系、相图、化学平衡 | 毕业要求3、5、8、9 |
| 3.2 | 气体性质、热力学定律、混合体系、相图、化学平衡 | 毕业要求6、7、10、11、12 |

**三、教学内容**

**热力学**

**Thermodynamics**

Part 1 of the text develops the concepts of thermodynamics, the science of the transformations of energy. Thermodynamics provides a powerful way to discuss equilibria and the direction of natural change in chemistry. Its concepts apply to both physical change, such as fusion and vaporization, and chemical change, including electrochemistry. We see that through the concepts of energy, enthalpy, entropy, Gibbs energy, and the chemical potential it is possible to obtain a unified view of these core features of chemistry and to treat equilibria quantitatively. The chapters in Part 1 deal with the bulk properties of matter.

1.教学目标

讲授并掌握热力学的概念，热力学主要是讨论并学习能量转换的科学。热力学提供了一种关于平衡和判断化学变化方向的方法。它的概念既适用于物理变化，如融化和汽化，以及化学变化。涉及到的主要能量概念有内能、焓、熵、吉布斯能，以及化学势等，这些都是化学研究中需要用到的关键物理量，同时也有关于化学平衡在数学上的定量计算。

2.教学重难点

涉及到很多热力学定律、方程、及热力学参数的物理意义，需要记忆和理解，还有物理化学公式的推导等。

3.教学内容

气体的性质、热力学定律、混合体系热力学量的变化、化学平衡、电化学。

4.教学方法

课堂讲授与分组讨论。

5.教学评价

通过平时作业、单元练习、章节小测和考试等方式检查学生的学习情况，并及时调整上课的进度和方法。

**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 |
| 第一章 | **1 The properties of gases**  ***The perfect gas***  1.1 The states of gases  1.2 The gas laws  ***Real gases***  1.3 Molecular interactions  1.4 The van der Waals equation  1.5 The principle of corresponding states | 8 |
| 第二章 | **2 The First Law: the concepts**  ***The basic concepts***  2.1 Work, heat, and energy  2.2 The First Law  ***Work and heat***  2.3 Expansion work  2.4 Heat transactions  2.5 Enthalpy  2.6 Adiabatic changes  ***Thermochemistry***  2.7 Standard enthalpy changes  2.8 Standard enthalpies offormation  2.9 The temperature dependence of reaction enthalpies | 10 |
| 第三章 | **3 The First Law: the machinery**  ***State functions and exact differentials***  3.1 State and path functions  3.2 Exact and inexact differentials  ***Thermodynamic consequences***  3.3 Changes in internal energy  3.4 The temperature dependence of the enthalpy  3.5 The relation between Cv and Cp | 12 |
| 第四章 | **4 The Second Law: the concepts**  ***The direction of spontaneous change***  4.1 The dispersal of energy  4.2 Entropy  4.3 Entropy changes accompanying specific processes  4.4 The Third Law of thermodynamics  ***Concentrating on the system***  4.5 The Helmholtz and Gibbs energies  4.6 Standard molar Gibbs energies | 10 |
| 第五章 | **5 The Second Law: the machinery**  ***Combining the First and Second Laws***  5.1 The fundamental equation  5.2 Properties of the internal energy  ***Properties of the Gibbs energy***  5.3 General considerations  5.4 The variation of the Gibbs energy with temperature  5.5 The variation of the Gibbs energy with pressure | 14 |
| 第六章 | **6 Physical transformations of pure substances**  ***Phase diagrams***  6.1 The stabilities of phases  6.2 Phase boundaries  6.3 Three typical phase diagrams  ***Phase stability and phase transitions***  6.4 The thermodynamic criterion of equilibrium  6.5 The dependence of stability on the conditions  6.6 The location of phase boundaries  6.7 The Ehrenfest classification of phase transitions  ***The physical liquid surface***  6.8 Surface tension  6.9 Curved surfaces  6.10 Capillary action | 8 |
| 第七章 | **7 Simple mixtures**  ***The thermodynamic description of mixtures***  7.1 Partial molar quantities  7.2 The thermodynamics of mixing  7.3 The chemical potentials ofliquids  ***The properties of solutions***  7.4 Liquid mixtures  7.5 Colligative properties  ***Activities***  7.6 The solvent activity  7.7 The solute activity  7.8 The activities of regular solutions | 10 |
| 第八章 | **8 Phase diagrams**  ***Phase, components, and degrees freedom***  8.1 Definitions  8.2 The phase rule  ***Two-component systems***  8.3 Vapour pressure diagrams  8.4 Temperature-composition diagrams  8.5 Liquid-liquid phase diagrams  8.6 Liquid-solid phase diagrams | 8 |
| 第九章 | **9 Chemical equilibrium**  ***Spontaneous chemical reactions***  9.1 The Gibbs energy minimum  9.2 The description of equilibrium  ***The response of equilibria to the conditions***  9.3 How equilibria respond to pressure  9.4 The response of equilibria to temperature  9.5 The response of equilibria to pH | 10 |

**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 | Chapter 1 | Chapter 1 The perfect gas and Real gases | 5 | 掌握并熟悉基本概念；会推导公式 |  |
| 2-3 | 9-10月 | Chapter 1 & 2 | Chapter 1 The perfect gas and Real gases  Chapter 2 The First Law: the Concepts | 3+7 | 掌握并熟悉基本概念；会推导公式 |  |
| 4-6 | 10月 | Chapter 2 & 3 | Chapter 2 The First Law: the Concepts  Chapter 3 The First Law: the machinery | 3+12 | 掌握并熟悉基本概念；会推导公式 |  |
| 7-8 | 11月 | Chapter 4 | Chapter 4 The Second Law: the concepts | 5+5 | 掌握并熟悉基本概念；会推导公式 |  |
| 9-12 | 11-12月 | Chapter 5 & 6 | Chapter 5 The Second Law Chapter 6 Physical transformations of pure substances | 期中考试  9+6 | 掌握并熟悉基本概念；会推导公式 |  |
| 13-14 | 12月 | Chapter 6 & 7 | Chapter 6 Physical transformations of pure substances Chapter 7 Simple mixtures | 2+8 | 掌握并熟悉基本概念；会推导公式 |  |
| 15-16 | 12月 | Chapter 7 & 8 | Chapter 7 Simple mixtures  Chapter 8 Phase diagrams | 2+8 | 掌握并熟悉基本概念；会推导公式 |  |
| 17 | 1月 |  | 期末考试 |  |  |  |

**六、教材及参考书目**

1. 《物理化学》（上、下册 第五版）傅献彩、沈文霞、姚天杨编，高等教育出版社，2005

2.《物理化学》（上、下册 第六版）朱志昂、阮文娟，科学出版社，2018.3

3.《物理化学》白同春主编，南京大学出版社，2019

4.《物理化学解题指南》陈平初、詹正坤、万洪文编，高等教育出版社，2002.12

5. 《物理化学》（上、下册）孙世刚，厦门大学出版社，2008

6. Student’s solution manual to accompany Physical Chemistry by P. Atkins, C. Trapp, M. Cady, C. Giunta, Oxford University Press, 2006

7. Physical Chemistry: A Molecular Approach, Donald A. McQuarrie, John D. Simon, 1997.

**七、教学方法**

1、教师主讲及学生反馈的讨论式教学

课堂上长时间进行英语授课，容易使学生学习乏味，出现走神不认真情况。从而，导致学生对部分课程内容理解脱节，多次后容易造成对后续学习失去兴趣而厌学，从而很难达到理想的教学效果。因而，在课堂上完成一个或者多个相关知识点的讲授后，适时提出相关问题的讨论来调整课程节凑，并放缓新知识的传授，通过讨论及反馈来调动学生的学习兴趣，还可实现帮助学生检查或补漏所学知识的目的。同时，通过及时与学生交流，掌握或及时调整后续的教学节奏。

2、教师讲解结合学生汇报交流的新学习模式

在授课老师课堂讲解的基础上，根据教学大纲的要求和教学计划，考虑授课学时，科学地分配教学活动、课堂作业和讨论的时间，在教学活动中鼓励学生积极参与。学期初，参考教学和实验内容确定三个讨论主题。讨论主题的内容可以为书本上的某个知识点，或者专业中感兴趣的研究方向，鼓励学生通过查阅文献准备五分钟的讲演稿并制作幻灯片，学期中汇报交流。同时，对知识进行分析、归纳和总结，视情况提交文献综述报告或实验预习报告。如此这样，学生自主性地按照主题组织并进行讲述，能够较好地提高对课本知识的掌握和理解。经过多年的实践，我们发现学生参与教学活动的教学模式能够帮助学生学会文献检索并强化教学内容，调动了他们学习的主观能动性，同时也能满足学生学习中乐于表现的要求。因此，在日常教学中培养学生发现问题、解决问题的能力，也培养了学生在学习中阅读文献的能力，这无论在教学还是将来的科研中都具有重要的意义。

这种在课程学习中开展师生互动的教学方式，能够极大地调动并提高学生的学习主动性。另外，还可以结合课后作业，以及对作业中出现的问题，在课堂中展开讨论并完成相关知识点地学习。这样，通过授课、反馈、讨论、总结地互动教学，更有利于完成课程的积极学习并巩固教学效果。

**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 | **基本概念的掌握** | **小测验 + 考试（闭卷）** |
| 课程目标2 | **方程式的掌握与推导** | **小测验 + 考试（闭卷）** |
| 课程目标3 | **实验设计与个人汇报** | **开放式** |

**（二）评定方法**

**1．评定方法**

平时成绩：40%，期中考试：30%，期末考试30%

**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** | **期中** | **期末** | **总评达成度** |
| 课程目标1 | 0.8 | 1 | 1 | 课程目标1达成度={0.8ｘ平时目标1成绩+1ｘ期中目标1成绩+1ｘ期末目标1成绩}/目标1总分；  课程目标2达成度={0.8ｘ平时目标1成绩+1ｘ期中目标1成绩+1ｘ期末目标1成绩}/目标1总分  课程目标3达成度={0.2ｘ平时目标1成绩+1ｘ期中目标1成绩+1ｘ期末目标1成绩}/目标1总分。 |
| 课程目标2 | 0.8 | 1 | 1 |
| 课程目标3 | 0.2 | 1 | 1 |

**（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** |  |  |  |