《物理化学》（一）下课程教学大纲

**一、课程基本信息**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **英文名称** | Physical chemistry | **课程代码** | CHEM2044 |
| **课程性质** | 大类基础课程 | **授课对象** | 化学类 |
| **学 分** | 3 | **学 时** | 72 |
| **主讲教师** | 李淑瑾，孙如，徐敏敏等 | **修订日期** | 2023.05.18 |
| **指定教材** | 傅献彩、侯文华编，《物理化学》（第6版），高等教育出版社，2022年 | | |

**二、课程目标**

（一）**总体目标：**

通过本课程的学习，学生能够较为深入地掌握该课程的基本原理、基本计算以及研究问题的基本方法和思路，为学生学习后续课程及今后的课题研究打下必要的理论基础。学习过程中培养学生求实认真的科学态度和开拓创新能力，提高同学们的综合素质，更重要的是培养学生建立一套科学的学习方法，提高自学能力和独立工作能力，学会用辩证唯物主义的观点和逻辑思维去认识化学变化的本质。另外能够基于科学原理并采用科学方法对化学领域的复杂问题进行研究，包括设计实验、分析与解释数据、并通过信息综合得到合理有效的结论。

（二）课程目标：

**课程目标1：**

通过本课程的学习，使学生明确物理化学的重要概念及基本原理，牢固地掌握物理化学基础理论知识，为后续课程的学习打下良好基础。

**课程目标2：**

掌握物理化学课程中的基本公式、适用条件及其应用，掌握物理化学的基本计算方法。

**课程目标3：**

培养严谨缜密的科学思维，培养善于发现和思考问题的能力，并学会应用物理化学方法分析和解决问题，获取新知识、新技能的学习能力。

（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 | 通过本课程的学习，使学生明确物理化学的重要概念及基本原理，牢固地掌握物理化学基础理论知识，为后续课程的学习打下良好基础。 | **第8-14章** | **1-2** |
| 课程目标2 | 掌握物理化学课程中的基本公式、适用条件及其应用，掌握物理化学的基本计算方法。 | **第8-14章** | **1-2**  **2-1** |
| 课程目标3 | 通过学习，能够深化对辩证唯物主义的认识，形成系统的化学学科思维，能够采用科学的世界观和方法论观察、分析和解决问题并做出预测，并藉由分析和解决生产生活中的现象和问题，体现社会责任感、创新意识和科学发展意识。 | **第10,12-14章** | **3-2** |

**三、教学内容**

（具体描述各章节教学目标、教学内容等。实验课程可按实验模块描述）

第八章 电解质溶液

**1.教学目标：**

1.1掌握电化学基本概念和法拉第定律；

1.2能够说明迁移数测量的原理和方法并比较各类方法的优劣；

1.3能够利用电导率、摩尔电导率等进行相关测量和计算；

1.4能够说明用电导法测量相关物理量的原理及其应用的局限性；

1.5 能够计算电解质溶液的平均活度等参数，了解强电解质溶液理论。

**2.教学重难点**

迁移数、电导率、摩尔电导率与离子电迁移率等物理量之间的关系，电导测定的应用.

**3.教学内容**

8.1 电化学中的基本概念和电解定律

原电池和电解池，Faraday电解定律

8.2 离子的电迁移率和迁移数

离子的电迁移现象，离子的电迁移率和迁移数，离子迁移数的测定

8.3 电解质溶液的电导

电导、电导率、摩尔电导率，电导的测定，电导率、摩尔电导率与浓度的关系，离子独立移动定律和离子的摩尔电导率，电导测定的一些应用

8.4 电解质的平均活度和平均活度因子

电解质的平均活度和平均活度因子，离子强度

8.5强电解质溶液理论简介

Debye-Hückel离子互吸理论，Debye-Hückel-Onsager电导理论

第九章 可逆电池的电动势及其应用

**1.教学目标：**

1.1 会正确设计和书写可逆电极、可逆电池及其对应反应；

1.2 利用电化学原理和方法测量或者计算反应的热力学参数变化量；

1.3 利用电极电势和电池电动势对反应的方向和限度进行判断；

1.4能够从设计可逆过程的角度说明测量可逆电池电动势的方法和原理；

1.5了解液体接界电势产生的原因、影响因素以及降低或者消除液体接界电势的原理

**2.教学重难点：**

可逆电池的书写与设计，电动势测定的应用。

**3.教学内容**

9.1可逆电池和可逆电极

可逆电池，可逆电极和电极反应

9.2电动势的测定

对消法测电动势，标准电池

9.3可逆电池的书写方法及电动势的取号

可逆电池的书写方法，可逆电池电动势的取号

9.4可逆电池的热力学

Nernst方程，由标准电动势求电池反应的平衡常数，由电动势及其温度系数求反应的ΔrHm和ΔrSm.

9.5电动势产生的机理

电极与电解质溶液界面间电势差的形成，接触电势，液体接界电势，\*液体接界电势的计算公式，电池电动势的产生

9.6电极电势和电池的电动势

标准电极电势——标准氢电极，电池电动势的计算

9.7电动势测定的应用

求电解质溶液的平均活度因子，求难溶盐的活度积，pH的测定，\*电势-pH图及其应用

第十章 电解与极化作用

**1.教学目标：**

1.1了解极化现象以及超电势的产生，能够结合极化，判断或者调整物质的析出顺序并加以应用；

1.2能够从原理和微观角度说明腐蚀防护的思路；

1.3能够从电化学热力学角度说明化学电源在能源高效利用中的作用；

**2.教学重难点：**

分解电压、析出电极电势的计算，电解分离问题。

**3.教学内容**

10.1 分解电压

10.2极化作用

浓差极化，电化学极化，极化曲线——超电势的测定，氢超电势

10.3电解时电极上的竞争反应

金属的析出与氢的超电势，金属离子的分离，电解过程的一些其它应用

10.4金属的电化学腐蚀、防腐与金属的钝化

金属的电化学腐蚀，金属的防腐，金属的钝化

10.5化学电源

燃料电池，蓄电池

第十一章 化学动力学基础（一）

**1.教学目标 ：**

1.1 能够计算不同级数反应的反应速率、速率常数、反应级数、指前因子、活化能等重要动力学参数并进行相关判断；

1.2能够计算不同温度下的反应速率，设计反应温度，调整产物比例；

1.3判断合理的速率控制步骤；选择合理的近似处理方法，从机理推导动力学方程，计算表观活化能；

1.4根据动力学特征，推测和拟定简单反应机理并进行验证；

**2.教学重难点**

反应级数的确定，温度和活化能对反应速率的影响，反应机理的拟定以及用一些近似方法推导动力学方程。

**3.教学内容**

11.1化学动力学的任务和目的

11.2化学反应速率的表示法

11.3化学反应的速率方程

基元反应和非基元反应，反应的级数、反应分子数和反应的速率常数

11.4具有简单级数的反应

一级反应，二级反应，三级反应，零级反应和准级数反应，n级反应，反应级数的测定方法

11.5几种典型的复杂反应

对峙反应，平行反应，连续反应

11.7温度对反应速率的影响

反应速率与温度的关系——Arrhenius经验式，反应速率与温度的几种类型，反应速率与活化能之间的关系

11.8关于活化能

活化能概念的进一步说明，活化能与温度的关系，活化能的估算

11.9链反应

直链反应——稳态近似法，支链反应——H2和O2反应的历程

11.10拟定反应历程的一般方法

第十二章 化学动力学基础（二）

**1.教学目标**

1.1了解推导碰撞理论、过渡态理论的速率方程，说明各物理量的含义；

1.2能够说明建立简单碰撞理论和过渡态理论的出发点、科学思维过程和应用局限；

1.3了解溶液中的反应、光化学反应、催化反应的特点和常见的催化反应的类型；

**2.教学重难点**

碰撞理论、过渡态理论的模型以及速率方程的推导。

**3.教学内容**

12.1碰撞理论

双分子互碰频率和速率常数的推导，硬球碰撞模型——碰撞截面与反应阈能，反应阈能与实验活化能的关系，概率因子

12.2过渡态理论

势能面，由过渡态理论计算反应速率常数，活化能与指前因子与热力学函数之间的关系

12.3单分子反应理论

12.5在溶液中进行的反应

溶剂对反应速率的影响——笼效应，离子强度对反应速率影响――原盐效应

12.7光化学反应

光化学反应与热化学反应的区别，光化学反应的初级过程和次级过程，光化学基本定律，量子产率，光化学反应动力学，光化学平衡和热化学平衡，感光反应，化学发光

12.9催化反应动力学

催化剂与催化作用，均相酸碱催化，酶催化反应

第十三章 表面物理化学

**1.教学目标**

1.1掌握Young-Laplace公式和Kelvin公式，会解释一些亚稳状态产生的原因及应对办法；

1.2理解Gibbs吸附等温式与吸附等温线的主要类型；

1.3掌握Langmuir吸附理论要点及其吸附公式；

1.4能够基于结构与功能的关系，系统归纳表面活性剂的性质及应用；

1.5能够说明均相催化、多相催化、酶催化的一般机理，推导相关动力学方程，说明催化反应的动力学特征。

**2.教学重难点**

Young-Laplace公式、Kelvin公式、Gibbs吸附等温式和Langmuir吸附公式的推导及其计算。

**3.教学内容**

13.1表面张力及表面Gibbs自由能

表面张力，表面热力学的基本公式，界面张力与温度的关系，溶液的表面张力与溶液浓度的关系

13.2弯曲表面上的附加压力和蒸汽压

弯曲表面上的附加压力， Young-Laplace公式，弯曲表面上的蒸气压——Kelvin公式

13.3溶液的表面吸附——Gibbs吸附公式

13.4液-液界面性质

液-液界面的铺展，单分子表面膜——不溶性的表面膜，表面压，不溶性单分子表面膜的一些应用

13.5膜

L-B膜的形成，生物膜简介

13.6液-固界面——润湿作用

粘湿过程，浸湿过程，铺展过程，接触角与润湿方程

13.7表面活性剂及其作用

表面活性剂的分类，结构对其效率的影响，表面活性剂的溶解度，表面活性剂的一些重要作用及应用

13.8固体的表面吸附

固体表面特点，吸附等温线，Langmuir吸附等温式，Freundlich等温式，BET多层吸附公式，吸附现象的本质——化学吸附与物理吸附，化学吸附热，影响气-固界面吸附的主要因素

13.9气-固相表面催化反应

化学吸附与催化反应，气-固相表面催化反应速率

第十四章 胶体分散系统与大分子溶液

**1.教学目标**

1.1了解胶体分散体系的基本特性及胶体的动力性质，光学性质、电学性质；

1.2能够从溶胶结构和组成角度说明溶胶制备、净化的原理；

1.3掌握电泳法测定溶胶的电动电势；了解电动电势与溶胶稳定性的关系；

1.4能够从动力学、热力学、电学等角度说明溶胶稳定与不稳定的辩证关系，说明增强及破坏其稳定性的方法和原理；

1.5了解聚电解质溶液的渗透压与Donnan平衡。

**2.教学重难点**

胶团结构的书写，溶胶稳定性的影响因素与Donnan平衡。

**3.教学内容**

14.1胶体和胶体的基本特征

分数系统的分类，胶团的结构

14.2溶胶的制备和净化

溶胶的制备，溶胶的净化，溶胶的形成条件和老化机理，均分散胶体的制备和应用

14.3溶胶的动力性质

Brown运动，扩散和渗透压，沉降与沉降平衡

14.4溶胶的光学性质

Tyndall效应，Rayleigh公式，超显微镜的基本原理和粒子大小的测定

14.5溶胶的电学性质

电动现象，电泳、电渗，沉降电势和流动电势

14.6双电层理论和ζ电势

14.7溶胶的稳定性和聚沉作用

溶胶的稳定性，影响聚沉作用的一些因素，胶体稳定性的DLVO理论大意，大分子化合物对溶胶的絮凝和稳定作用

14.8乳状液

O/W和W/O型乳状液，乳化剂的作用，乳状液的不稳定性

14.10大分子溶液的界定

14.11 Donnan平衡和聚电解质溶液的渗透压

**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 |
| 第八章 | 电解质溶液 | 10 |
| 第九章 | 可逆电池的电动势及其应用 | 12 |
| 第十章 | 电解与极化 | 8 |
| 第十一章 | 化学动力学基础（一） | 12 |
| 第十二章 | 化学动力学基础（二） | 10 |
| 第十三章 | 表面物理化学 | 12 |
| 第十四章 | 胶体分散系统和大分子溶液 | 8 |

**五、教学进度**

**表3：教学进度表**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 周次 | 章节名称 | 内容提要 | 授课时数 | 作业及要求 | 备注 |
| 1-3 | 第八章 | 电解质溶液 | 10 | 掌握电化学基本概念、Faraday定律和强电解质溶液理论 |  |
| 3-6 | 第九章 | 可逆电池的电动势及其应用 | 12 | 可逆电池的书写与设计、电动势及其热力学函数的计算 |  |
| 6-8 | 第十章 | 电解与极化 | 8 | 了解极化现象与超电势的应用，能计算电解分离问题 |  |
| 9-11 | 第十一章 | 化学动力学基础（一） | 12 | 掌握具有级数反应的特征，熟练计算Ea、A、*k*等物理量 |  |
| 12-14 | 第十二章 | 化学动力学基础（二） | 10 | 了解碰撞理论和过渡态理论的基本内容，会计算速率常数 |  |
| 14-16 | 第十三章 | 表面物理化学 | 12 | 掌握Young-Laplace公式和Kelvin公式、Gibbs吸附等温式和Langmuir吸附公式 |  |
| 17-18 | 第十四章 | 胶体分散系统和大分子溶液 | 8 | 了解胶体的基本特性及其动力、光学和电学性质，影响溶胶稳定性的因素以及唐南平衡 |  |

**六、教材及参考书目**

1．傅献彩、侯文华编，《物理化学》（第6版），高等教育出版社，2022年。

2. 张树永，李金林，范楼珍，侯文华，刁国旺，郭玉鹏，高等学校化学类专业物理化学相关教学内容与教学要求建议(2020 版)，大学化学*，*2021, 36 (1), 2009052.

3．Atkins, P.; Paula, J.; Keeler, J. Atkins’ Physical Chemistry, 11th ed.; Oxford University Press: Oxford, UK, 2018.

4. Atkins, P.等著，侯文华等译，物理化学（Physical Chemistry，11th ed.）, 高等教育出版社, 2021。

5. 天津大学物理化学教研室编，物理化学（第五版），高等教育出版社，2009。

6. 侯文华，吴强，郭琳，彭路明编，物理化学学习辅导，高等教育出版社，2022。

7. 沈文霞编，物理化学核心教程，科学出版社，2005。

**七、教学方法**

1．由于本课程理论性较强，主要采用讲授法，对一些重要公式要结合板书进行详细推导，掌握各公式的适用条件，同时培养学生严谨的思维方式；在夯实物理化学基本原理的基础上，让学生掌握热力学函数在典型物理或化学变化体系中的应用，培养学生独立分析问题和解决问题的能力，训练学生的基本计算能力，使学生逐渐掌握科学的研究方法。课堂上讲述重点、难点与学生课后自学相结合。

2．课程讲授主要采用线下多媒体课件，并结合线上雨课堂、微信/QQ群等多种信息技术进行问题讨论。在教学过程中通过启发式教学、实例分析、随堂互动、促进学生思考，激发学生学习的主动性。

3．遇到教学中个别难点或重点时，教师也可以先提出解决问题的方向或思路，然后鼓励学生课后查阅文献、提出解决问题的初步办法，写出自己的读书报告，以此提高学生的综合运用知识，分析和归纳问题的能力。

**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 | 知识储备 | 平时作业、选择题、问答题 |
| 课程目标2 | 能力达成 | 平时作业、选择题、计算题 |
| 课程目标3 | 能力达成、素质养成 | 平时作业、问答题、计算题 |

**（二）评定方法**

**1．评定方法**

平时成绩：30%，期中考试：30%，期末考试：40%

**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**  **（30%）** | **期中**  **（30%）** | **期末**  **（40%）** | **总评达成度** |
| 课程目标1 | 10% | 10% | 5% | 课程目标1达成度={0.10ｘ平时目标1成绩+0.1ｘ期中目标1成绩+0.05ｘ期末目标1成绩}/25 |
| 课程目标2 | 10% | 10% | 5% | 课程目标2达成度={0.10ｘ平时目标1成绩+0.1ｘ期中目标1成绩+0.05ｘ期末目标1成绩}/25 |
| 课程目标3 | 10% | 10% | 30% | 课程目标3达成度={0.1ｘ平时目标1成绩+0.1ｘ期中目标1成绩+0.3ｘ期末目标1成绩}/50 |

**（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** | 完全明确物理化学的重要概念及基本原理，牢固掌握物理化学基础理论知识。为后续课程的学习打下良好基础。 | 明确物理化学的重要概念及基本原理，掌握物理化学基础理论知识，为后续课程的学习打下良好基础。 | 较好明确物理化学的重要概念及基本原理，掌握大部分物理化学基础理论知识，为后续课程的学习打下基础。 | 基本明确物理化学的重要概念及基本原理，掌握部分物理化学基础理论知识，为后续课程的学习打下部分基础。 | 未明确物理化学的重要概念及基本原理，未掌握大部分物理化学基础理论知识。对后续课程的学习几乎没贡献。 |
| **课程**  **目标2** | 熟练掌握物理化学课程中的基本公式和各种表达式、深入理解公式的推导和适用条件，熟悉其应用领域和方法，能熟练掌握物理化学的基本计算方法。 | 熟练掌握物理化学课程中的基本公式和各种表达式、理解公式的推导和适用条件，熟悉应用领域和方法，能掌握物理化学的基本计算方法。 | 较好掌握物理化学课程中的基本公式各种表达式、了解理解公式的推导和适用条件，较熟悉其应用领域和方法，较为熟练掌握物理化学的基本计算方法。 | 基本掌握物理化学课程中的基本公式和各种表达式、不熟悉公式的推导，了解其适用条件，基本了解其应用领域和方法，掌握部分物理化学的基本计算方法。 | 不理解物理化学课程中的基本公式和各种表达式、完全不理解公式的推导和适用条件，仅熟悉少量公式的应用领域和方法，未能掌握物理化学的基本计算方法。 |
| **课程**  **目标3** | 严谨缜密的科学思维得到极大提升，能主动发现和思考生产生活中的物理化学问题，会自觉应用物理化学方法分析和解决问题，具有很强的获取新知识、新技能的学习能力。 | 严谨缜密的科学思维得到较大提升，善于发现和思考生产生活中的物理化学问题，会应用物理化学方法分析和解决问题，具有较强的获取新知识、新技能的学习能力。 | 严谨缜密的科学思维得到提升，能发现和思考生产生活中的物理化学问题，会应用物理化学方法分析和解决问题，具有较强的获取新知识、新技能的学习能力。 | 严谨缜密的科学思维得到了培养，能发现和思考生产生活中的物理化学问题，基本会应用物理化学方法分析和解决问题，获取新知识、新技能的学习能力得到一定提升。 | 未能培养其严谨缜密的科学思维，不能发现和思考生产生活中的物理化学问题，不会应用物理化学方法分析和解决问题，获取新知识、新技能的学习能力没有提升。 |