《功能材料表界面》课程教学大纲

**一、课程基本信息**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **英文名称** | Surface and Interface of Functional Materials | **课程代码** | BFMA3007 |
| **课程性质** | 专业基础课 | **授课对象** | 功能材料 |
| **学 分** | 2 | **学 时** | 36 |
| **主讲教师** | 刘小莉 | **修订日期** | 2023.04.28 |
| **指定教材** | 胡福增，材料表面与界面，华东理工大学出版社，第一版 | | |

**二、课程目标**

（一）**总体目标：**

功能材料表界面是功能材料专业的重要专业基础课程。本课程系统讲解表界面基本物理性质（如表面张力、表面能、吸附和浸润等）、表面活性剂、典型的材料表界面性能及理论、表面修饰方法及表面性能表征方法，重点讲授生物功能材料表界面性能及理论，使学生能够掌握功能材料表界面的基本理论、基本知识和基本研究方法，了解本学科的最新研究进展，具备功能材料专业从业者所需要的功能材料表界面知识结构，提高学生分析问题和解决问题的能力，为今后的学习和工作打下扎实的专业基础。

（二）课程目标：

课程的总体目标：通过本课程的教学，使学生具备下列能力：

**课程目标1：**掌握功能材料表界面的基本物理性质，包括表面张力、表面能、吸附和浸润等性质，掌握表面活性剂的概念及分类，能够简单地运用公式解释功能材料表界面的物理现象。

**课程目标2：**掌握典型的材料表界面性能及理论，如高分子材料表界面的基本理论和知识。

**课程目标3：**掌握功能材料表面的常见修饰方法及表面性能的主要表征方法，能够比较和区分不同修饰方法的差异和优缺点，能够运用所学的表面表征方法研究功能材料表面的重要性质，包括浸润性、表面物理结构、表面化学性质等。

**课程目标4：**能综合运用本课程和相关课程知识，设计具有特殊功能的材料表界面，并能借助文献调研，提供合理可行的合成路线和方案，为在后续课程中解决功能材料领域的表界面问题提供知识储备。

（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** | **对应课程内容** | **对应毕业要求** |
| 课程目标1 | 第一-三章 | 2 |
| 课程目标2 | 第四章 | 2 |
| 课程目标3 | 第五-七章 | 4 |
| 课程目标4 | 全部章节 | 5、12 |

（大类基础课程、专业教学课程及开放选修课程按照本科教学手册中各专业拟定的毕业要求填写“对应毕业要求”栏。通识教育课程含通识选修课程、新生研讨课程及公共基础课程，面向专业为工科、师范、医学等有专业认证标准的专业，按照专业认证通用标准填写“对应毕业要求”栏；面向其他尚未有专业认证标准的专业，按照本科教学手册中各专业拟定的毕业要求填写“对应毕业要求”栏。）

**三、教学内容**

**第一章 功能材料概论**

第一节 功能材料的基本概念

第二节 功能材料的分类

第三节 功能材料的发展

**第二章 材料表界面基础**

第一节 表界面的定义

第二节 表界面研究的重要性

第三节 表界面科学发展简史

第四节 表面张力和表面自由能

第五节 固体表面的润湿

第六节 气体在固体表面的吸附

第七节 固体在溶液中的吸附

**第三章 表面活性剂**

第一节 表面活性剂概述

第二节 表面活性剂的分类

第三节 表面活性剂的亲疏平衡值

第四节 相转型温度

第五节 临界胶束浓度

第六节 表面活性剂的溶解度

第七节 胶束的结构、形状及大小

第八节 表面活性剂的功能与应用

**第四章 高分子材料表界面**

第一节 高分子材料的表面张力

第二节 聚合物与聚合物的相容性

**第五章 表面改性方法**

第一节 表面非共价化学改性

一、浸涂和旋涂

二、热喷涂

三、电镀

四、Langmuir-Blodgett膜

五、多层聚电解质吸附

六、共混法

第二节 表面共价化学改性

一、等离子体改性

二、离子束注入

三、自组装单分子层

四、硅烷化

五、氢化硅烷化

六、表面聚合物刷

**第六章 表面表征方法**

第一节 化学分析电子能谱

第二节 二次离子质谱

第三节 红外光谱

第四节 椭圆偏振光测量技术

第五节 扫描电子显微镜

第六节 原子力显微镜

**第七章 生物材料表界面**

第一节 生物材料概述

一、生物材料的定义

二、生物材料的分类

三、生物材料的生物相容性

四、生物材料表界面研究的重要性

第二节 蛋白质的结构与功能

第三节 蛋白质吸附

第四节 蛋白质吸附的检测方法

第五节 表面改性调控蛋白质吸附

**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 | 功能材料概论 | 2 |
| 第二章 | 材料表界面基础 | 8 |
| 第三章 | 表面活性剂 | 4 |
| 第四章 | 高分子材料表界面 | 4 |
| 第五章 | 表面改性方法 | 6 |
| 第六章 | 表面表征方法 | 4 |
| 第七章 | 生物材料表界面 | 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 |
| 1 | 第一章 功能材料概论 | 掌握功能材料的基本概念、功能材料的分类，了解功能材料的发展历史 | 2 | 思考题：  列举一种功能材料，并简单描述其功能与应用 |
| 2-5 | 第二章 材料表界面基础 | 掌握表界面的定义、表面张力和表面自由能的概念、固体表面的润湿，了解 表界面研究的重要性、表界面科学发展简史、 气体在固体表面的吸附和固体在溶液中的吸附 | 8 | 思考题：   1. 20℃时汞的表面张力为4.85×10-1 Jm-2，求在此温度及101.325 kPa 的压力下，将半径1mm的汞滴分散成半径10-5 mm的微小汞滴，至少需要消耗多少功？ 2. 分别解释σ的力学物理意义和热力学物理意义，说明两者的异同 3. 请指出聚乙烯、洁净的玻璃以及聚（甲基丙烯酸-2-羟乙酯）在空气和水中都分别是高表/界面能表面还是低表/界面能表面，并说明原因。 4. 课后自学：液体表面张力的测试方法 5. 什么是水接触角，列举两种水接触角的测量方法。 6. 什么是接触角滞后？引起接触角滞后的原因是什么？ 7. 试阐述物理吸附和化学吸附的区别 8. 阐述Langmuir方程的四个假设 |
| 6-7 | 第三章 表面活性剂 | 掌握表面活性剂概念、 表面活性剂的分类、 表面活性剂的亲疏平衡值、临界胶束浓度，了解相转型温度、表面活性剂的溶解度、胶束的结构、形状及大小和表面活性剂的功能与应用 | 4 | 思考题：  1. 表面活性剂的定义及结构特征？  2. 论述表面活性剂的浓度对溶液表面张力的影响  3. 什么是HLB值？其物理意义是什么？  4. 求 的HLB值  5. 什么是临界胶束浓度？  6. 什么是非离子型表面活性剂的浊点？  7. 试描述聚氧乙烯型非离子型胶束的结构特征。 |
| 8-9 | 第四章 高分子材料表界面 | 掌握 高分子材料的表面张力、了解聚合物与聚合物的相容性 | 4 | 课后习题 |
| 10-12 | 第五章 表面改性方法 | 掌握表面非共价化学改性的基本方法（一、浸涂和旋涂  二、热喷涂  三、电镀  四、Langmuir-Blodgett膜  五、多层聚电解质吸附  六、共混法）  和表面共价化学改性的常见方法（一、等离子体改性  二、离子束注入  三、自组装单分子层  四、硅烷化  五、氢化硅烷化  六、表面聚合物刷） | 6 | 思考题：  1. 设计一种金表面的修饰方法，制备一系列修饰的表面，使该系列表面具有可调节的不同的亲疏水性。  2. 设计一种硅表面共价修饰亲水性聚合物的方法，使聚合物修饰层的厚度可控。（需说明修饰哪种聚合物、通过什么方法将聚合物修饰在硅表面、如何实现聚合物层厚度的调控）  3. 简述grafting from和grafting to两种方法在制备表面聚合物刷方面的优缺点。 |
| 13-14 | 第六章 表面表征方法 | 掌握常见的功能材料表界面表征方法：化学分析电子能谱、二次离子质谱、红外光谱、椭圆偏振光测量技术、扫描电子显微镜、原子力显微镜 | 4 | 思考题：  通过活性可控聚合的方法在材料表面接枝聚合物刷，请分别列举一种方法用于测定该表面化学组分、接枝层厚度、表面微观形貌。 |
| 15-18 | 第七章 生物材料表界面 | 掌握生物材料的定义、生物材料的分类、生物材料的生物相容性，了解生物材料表界面研究的重要性；了解蛋白质的结构与功能，掌握蛋白质吸附及蛋白质吸附的检测方法、掌握 表面改性调控蛋白质吸附的主要策略 | 8 | 1. 什么是蛋白质的一级结构、二级结构、三级结构和四级结构？  2. 下列哪种氨基酸在蛋白质形成三维空间结构过程中会贡献疏水相互作用？哪种贡献二硫桥的形成？Asn Phe Cys Leu  3. 简述蛋白质吸附过程  4. 蛋白质在中性表面的吸附中，pH和离子强度是如何影响蛋白质吸附密度的？  5. 什么是Vroman效应？  6. QCM测得的蛋白质吸附量与其它方法在同等条件下测得的吸附量的区别是什么，为什么？  7. 蛋白质吸附检测方法中，ELISA法的中文全称是什么？简述如何通过ELISA间接法测试材料表面蛋白质的吸附  8. （1）设计一种接枝聚合物刷的金表面，使该表面具有抗蛋白吸附的性能，且聚合物刷的接枝厚度可调（需指出聚合物种类及接枝方法）（2）如何在制备过程中调控上述聚合物刷的厚度，通过什么测试方法测试厚度？（3）若想表征上述表面接枝聚合物后表面的化学组成变化，可采用什么测试方法？  9. 细胞膜主要由哪三类化学物质组成？  10. 列举三种ECM中或血浆中存在的细胞黏附性蛋白质  11. 设计一种材料表面化学修饰方法，使材料表面同时具有抗蛋白质吸附以及促进细胞黏附的性能。 |

**六、教材及参考书目**

参考书目：

1. 赵亚溥，《表面与界面物理力学》，科学出版社，2012年

2. 杨彪，《聚合物材料的表面与界面》，中国标准出版社，2013年

3. 刘洪国，孙德军，《新编胶体与界面化学》，化学工业出版社，2016年

4. 赵振国，《应用胶体与界面化学》，化学工业出版社，2008年

5. 李常青，张宇民，张云龙，胡明，《功能材料》，哈尔滨工业大学出版社，2014年

**七、教学方法**

授课方式：课堂讲解，视频课，案例分析，师生互动，小组讨论等。课堂上通过讲授重、难点，用案例分析、小组讨论等方式帮助学生理解知识点。课后通过习题的练习，巩固和加深对知识重点和难点的理解，做到融会贯通。

基本要求：

1. 讲授法：采用ppt讲授相关概念及理论框架；

2. 视频法：结合课程相关短视频介绍功能材料表界面的基本理论及应用实例；

3. 小组讨论：学生课后围绕所讲知识点，进行相关文献检索并制作ppt，在下次课堂上与同学老师分享讨论。

**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 | 填空题、选择题、简答题 |
| 课程目标2 | 知识储备 | 填空题、选择题、简答题 |
| 课程目标3 | 知识储备 | 填空题、选择题、简答题 |
| 课程目标3 | 能力达成 | 论述题、小组讨论 |

**（二）评定方法**

**1．评定方法**

本课程为考试课，考核成绩构成为：平时成绩30% + 期中考试成绩30% + 期末考试成绩30%。

（1）平时成绩由到课情况、随堂作业、课后作业、小组讨论等组成。

（2） 期中考试和期末考试以闭卷形式进行。试卷考核围绕课程目标考察学生专业基础知识、问题分析、解决问题的能力。

**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**  **(40%)** | **期中**  **(30%)** | **期末**  **(40%)** | **总评达成度** |
| 课程目标1 | 5% | 3% | 3% | {0.05ｘ平时目标1成绩+0.03ｘ期中目标1成绩+0.03ｘ期末目标1成绩}/11。 |
| 课程目标2 | 10% | 10% | 20% | {0.1ｘ平时目标1成绩+0.1ｘ期中目标1成绩+0.2ｘ期末目标1成绩}/40。 |
| 课程目标3 | 20% | 7% | 7% | {0.2ｘ平时目标1成绩+0.07ｘ期中目标1成绩+0.07ｘ期末目标1成绩}/34。 |
| 课程目标4 | 5% | 5% | 5% | {0.05ｘ平时目标1成绩+0.05ｘ期中目标1成绩+0.05ｘ期末目标1成绩}/15。 |

**（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** | 熟练掌握功能材料表界面的基本物理性质，包括表面张力、表面能、吸附和浸润等性质，熟练掌握表面活性剂的概念及分类，能够运用公式解释功能材料表界面的物理现象。 | 较好地掌握功能材料表界面的基本物理性质，包括表面张力、表面能、吸附和浸润等性质，较好地掌握表面活性剂的概念及分类，能够简单地运用公式解释功能材料表界面的物理现象。 | 基本掌握功能材料表界面的部分物理性质，基本掌握表面活性剂的概念及分类，能够简单地运用公式解释功能材料表界面的物理现象。 | 掌握功能材料表界面的基本物理性质，包括表面张力、表面能、吸附和浸润等性质，掌握表面活性剂的概念及分类，能够简单地运用公式解释功能材料表界面 | 难以掌握功能材料表界面的基本物理性质，包括表面张力、表面能、吸附和浸润等性质，不能掌握表面活性剂的概念及分类，不能够简单地运用公式解释功能材料表界面 |
| **课程**  **目标2** | 熟练掌握典型的材料表界面性能及理论，如高分子材料表界面的基本理论和知识。 | 较好地掌握典型的材料表界面性能及理论，如高分子材料表界面的基本理论和知识。 | 掌握典型的材料表界面性能及理论，如高分子材料表界面的基本理论和知识。 | 基本掌握典型的材料表界面性能及理论，如高分子材料表界面的基本理论和知识。 | 难以掌握典型的材料表界面性能及理论。 |
| **课程**  **目标3** | 熟练掌握功能材料表面的常见修饰方法及表面性能的主要表征方法，能够比较和区分不同修饰方法的差异和优缺点，能够运用所学的表面表征方法研究功能材料表面的重要性质，包括浸润性、表面物理结构、表面化学性质等。 | 较好地掌握功能材料表面的常见修饰方法及表面性能的主要表征方法，能够比较和区分不同修饰方法的差异和优缺点，能够运用所学的表面表征方法研究功能材料表面的重要性质，包括浸润性、表面物理结构、表面化学性质等。 | 掌握功能材料表面的常见修饰方法及表面性能的主要表征方法，能比较和区分不同修饰方法的差异和优缺点，能够运用所学的表面表征方法研究功能材料表面的重要性质。 | 基本掌握功能材料表面的常见修饰方法及表面性能的主要表征方法，能够比较和区分部分修饰方法的差异和优缺点，能够运用所学的表面表征方法研究功能材料表面的部分性质。 | 难以掌握功能材料表面的常见修饰方法及表面性能的主要表征方法，不能够比较和区分部分修饰方法的差异和优缺点，b不能够运用所学的表面表征方法研究功能材料表面的主要性质。 |
| **课程**  **目标4** | 能综合运用本课程和相关课程知识，设计具有特殊功能的材料表界面，并能借助文献调研，提供合理可行的合成路线和方案。 | 能综合运用本课程和相关课程知识，设计具有特殊功能的材料表界面，并能借助文献调研，提供较为合理可行的合成路线和方案。 | 能综合运用本课程和相关课程知识，设计具有特殊功能的材料表界面，并能借助文献调研，提供合适的合成路线和方案。 | 能综合运用本课程和相关课程知识，设计具有特殊功能的材料表界面，并能借助文献调研，提供一定的合成路线和方案。 | 不能够综合运用本课程和相关课程知识，设计具有特殊功能的材料表界面，不能提供合理可行的合成路线和方案。 |