**《材料物理化学》实验课程教学大纲**

**字体、字号请参考范例**

**注意：**

**首字母大写**

**植物拉丁学名斜体**

**一、课程简介**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **课程中文名** | 材料物理化学 | | | | | | | | |
| **课程英文名** | **Physical Chemistry of Materials** | | | | | | **双语授课** | | □是 ■否 |
| **课程代码** | ×××× | **课程学分** | | 1 | **总学时数** | | | 24 | |
| **课程类别** | **□**专业基础课程  **□**专业核心课程  **□**专业选修课程  **□**其他 | **课程性质** | | ■必修  □选修  □其他 | **课程形态** | | | □线上  ■线下  □线上线下混合式  □社会实践  □虚拟仿真实验教学 | |
| **考核方式** | □闭卷 □开卷 □课程论文 □课程作品 □汇报展示 ■报告  ■课堂表现 □阶段性测试 □平时作业 □其他（可多选） | | | | | | | | |
| **开课学院** | 材料科学与工程 | | **开课**  **系(教研室)** | | | 材料科学 | | | |
| **面向专业** | 材料科学与工程 | | **开课学期** | | | 第4学期 | | | |
| **课程负责人** | 李蕾 | | **审核人** | | | ××× | | | |
| **先修课程** | 大学物理，无机化学，高等数学，材料科学与基础 | | | | | | | | |
| **后续课程** | 功能材料基础，新能源材料，光电功能材料 | | | | | | | | |
| **选用教材** | 邱金恒、孙尔康、吴强. 物理化学实验（第1版）. 南京：高等教育出版社，2013. | | | | | | | | |
| **参考书目** | 1. 复旦大学. 物理化学实验(第三版)[M]. 北京: 高等教育出版社, 2004.  2. 东北师范大学. 物理化学实验(第三版) [M]. . 北京: 高等教育出版社, 2014  3. 天津大学物理化学教研室. 物理化学实验[M]. 北京: 高等教育出版社, 2015.  4. 北京大学化学学院物理化学实验教学组. 物理化学实验(第四版)[M]. 北京: 北京大学出版社, 2012. | | | | | | | | |
| **课程资源** | https://www.icourse163.org/course/DUT-1457864177?from=searchPage&outVendor=zw\_mooc\_pcssjg\_ | | | | | | | | |
| **课程简介** | 材料物理化学实验是利用物理的原理、技术、仪器和方法并借助数学处理工具，研究化学反应系统中物理性质和化学性质变化规律的一门材料科学专业基础学科。通过课程学习使学生掌握化学热力学、化学动力学、电化学、界面和胶体化学以及物质物理性质测定的基本原理和实验方法。熟悉温度测量、热化学测量、压力测量、电学测量、光学测量等方法和技术以及常用实验仪器的使用方法。并灵活应用物理化学理论知识指导实验的能力；具有仔细观察分析判断实验现象的能力；具有逻辑推理、做出正确结论的能力；能正确地运用化学语言进行科学表达，独立撰写实验报告；具有解决实际化学问题的实验思维能力和动手能力。 | | | | | | | | |

**二、课程目标**

**表1 课程目标**

|  |  |
| --- | --- |
| **序号** | **具体课程目标** |
| **课程目标1** | 能阐明物理化学实验的一般知识、物理化学实验重要仪器的使用及其结构原理，习得物理化学实验的基本操作技能，能陈述最新的物理化学实验实施方法、实验技术和发展趋势。具备正确操作实验仪器、观察实验现象、准确记录实验数据、结合理论合理处理实验数据、撰写实验报告、精准分析实验误差来源、查阅化学化工手册等能力。具备运用物理化学实验知识、方法和操作技能独立分析、解决开放创新实验研究、实验技能竞赛、毕业设计、教学实践等实际问题的能力和一定的创新能力。 |
| **课程目标2** | 具备较强的分析、归纳和自主学习能力，具有终身学习的意识。在实验中，能不断反思，改进、规范实验操作，提高独立实验能力。能够选择合适的现代设计、制备和分析工具对特定功能复合材料的结构与性能进行正确测定和有效分析。 |
| **课程目标3** | 形成严谨认真、实事求是、积极进取、崇尚科学、探究科学、勇于创新的学习态度和科学精神。积极主动参加小组实验，具备较强的沟通交流能力与团队合作精神。 |

**表2-1 课程目标与毕业要求对应关系**

| **毕业要求** | **指标点** | **课程目标** |
| --- | --- | --- |
| **毕业要求2：**问题分析：能够运用数学、自然科学和工程科学的基本原理，通过文献研究分析智能材料、光电材料等功能复合材料的特点，形成有效的新材料设计思路；通过实验试验、工程推理、数学建模、工程经验等方法，识别功能复合材料领域复杂工程问题的关键环节和参数，并从数学模型和工程经验中分析获得有效结论【H】 | 2.4能运用自然科学及专业的基本原理，借助文献研究，并从可持续发展的角度分析新材料设计和制备-结构性能分析-新材料技术开发与应用方面过程关键环节和参数，并提出有效的结论。 | 课程目标1 |
| **毕业要求5：**使用现代工具：能够针对功能复合材料领域复杂工程问题，选择现有恰当的技术和资源、使用现代工程工具和信息技术工具对功能复合材料特定功能进行分析和预测，如果现有资源和工具不能满足某些特定要求,能够运用现有知识和自学相关知识开发满足特定需求的工具并能够理解其局限性。【M】 | 5.2：能够选择合适的现代设计、制备和分析工具对特定功能复合材料的结构与性能进行正确测定和有效分析。 | 课程目标2 |

**三、课程教学内容与方法**

**表3课程目标、教学内容和方法对应关系**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **项目名称** | **项目来源** | **教学目标（观测点、重难点）** | **学时数** | **项目类型** | **要求** | **每组人数** | **教学方法** | **课程目标** |
| 1 | 实验1：燃烧热的测定 | 实验教材 | 1.实验原理及仪器操作方法。 | 4 | 综合性 | 选做 | 2-3 | 课堂讲授、实验指导、案例教学、小组讨论 | 课程目标1、2、3 |
| 2.取约 0.8-1.0 g 苯甲酸（事先研磨），置于洁净的压片机中压片（重点） |
| 3.安装点火丝（重点）（难点） |
| 4.充氧气 |
| 5.点火并记录（重点） |
| 6.洁净和处理（难点） |
| 7.奈的燃烧热的测定（重点） |
| 8.蔗糖燃烧热的测量 |
| 9.数据处理、误差分析和撰写实验报告（课后） |
| 2 | 实验2：凝固点降低法测定摩尔质量 | 实验教材 | 1.实验原理及实验操作方法 | 4 | 综合性 | 选做 | 2-3 | 课堂讲授、实验指导、案例教学、小组讨论 | 课程目标1、2、3 |
| 2.安装好凝固点测定装置 |
| 2.调节寒剂的温度**（重点）** |
| 3.溶剂凝固点的测定**（重点、难点）** |
| 4.溶液凝固点的测定**（重点、难点）** |
| 5.实验完成后，洗净样品管，关闭电源，弃取冰水浴中的冷却水，擦干搅拌器，整理实验台 |
| 6.数据处理、误差分析和撰写实验报告（课后） |
| 3 | 实验3：纯液体饱和蒸气压的测量—静态法 | 实验教材 | 1.实验原理及实验操作方法 | 4 | 综合性 | 选做 | 2-3 | 课堂讲授、实验指导、案例教学、小组讨论 | 课程目标1、2、3 |
| 2．调节恒温槽恒温，设定目标温度如20℃ |
| 3．仪器检漏**（重点、难点）** |
| 4．装样：取下等压计，加入异丙醇，使两臂液面水平**（难点）** |
| 5．体系抽真空、测定饱和蒸汽压**（重点、难点）** |
| 6．同法测定25℃，30℃，35℃，40℃，45℃，50℃，55℃，60℃时异丙醇的蒸汽压**（重点、难点）** |
| 7．实验完后，缓缓打开放空阀至大气压止 |
| 8.数据处理、误差分析和撰写实验报告（课后） |
| 4 | 实验4：挥发性双液系的气一液平衡相图的绘制 | 实验教材 | 1.实验原理及实验操作方法 | 4 | 综合性 | 必做 | 2-3 | 课堂讲授、实验指导、案例教学、小组讨论 | 课程目标1、2、3 |
| 1.安装好仪器，配制含异丙醇约5%、10%、15%、25%、35%、50%、75%、85%、90%、95%质量分数的环己烷溶液 |
| 2.开启恒温水槽，接通阿贝折光仪的恒温水孔，开启循环水，使阿贝折光仪的温度控制在被测溶液的沸点处（难点） |
| 3.测定体系的沸点及气液两相的折射率（重点、难点） |
| 4.同法测定其它浓度的溶液。（重点、难点） |
| 5. 数据处理、误差分析和撰写实验报告（课后） |
| 5 | 实验5：二组分金属相图的绘制 | 实验教材 | 1.实验原理及实验操作方法 | 4 | 综合性 | 必做 | 2-3 | 课堂讲授、实验指导、案例教学、小组讨论 | 课程目标1、2、3 |
| 1.样品配制，配制不同质量分数的Cd和Bi混合物各100g。Cd为0%、15%、25%、40%、55%、75%、90%、100% |
| 2.绘制步冷曲线（重点、难点） |
| 3.找到拐点和平台的温度与组成（难点） |
| 4.根据步冷曲线绘制金属相图，得到最低共熔点及其最低共熔点的组成（重点、难点） |
| 5. 数据处理、误差分析和撰写实验报告（课后） |
| 6 | 实验6：分光光度法测甲基红离解平衡常数 | 实验教材 | 1.实验原理及实验操作方法 | 4 | 综合性 | 选做 | 2-3 | 课堂讲授、实验指导、案例教学、小组讨论 | 课程目标1、2、3 |
| 2.配制2%甲基红储备酒精溶液 |
| 3.甲基红标准溶液的配制**（重点）** |
| 4.A溶液(溶液pH大约为2，甲基红以酸式HMR形式存在。)和B溶液(溶液pH大约为8，甲基红以碱式MR-形式存在。)的配制，A溶液呈红色，B溶液呈黄色**（难点）** |
| 5.吸收曲线（吸收光谱图）的测定，得到A和B的最大吸收波长λ1和λ2；吸收常数**（重点、难点）** |
| 6.测定混合溶液的总吸光度及其pH值，用酸度计测定上述四种溶液的pH值，从而计算甲基红的Ka。**（重点、难点）** |
| 7.数据处理、误差分析和撰写实验报告（课后） |
| 7 | 实验7：电导法测定醋酸解离平衡常数 | 实验教材 | 1.实验原理及实验操作方法 | 4 | 综合性 | 必做 | 2-3 | 课堂讲授、实验指导、案例教学、小组讨论 | 课程目标1、2、3 |
| 2.调节恒温水槽的温度 |
| 3.洗净容量瓶，配制不同浓度的HAc溶液**（重点）** |
| 4.测定不同浓度HAc溶液的电导率**（难点）** |
| 5.先关闭各仪器的电源，用蒸馏水充分冲洗电导池和电极，并将电极浸入蒸馏水中备用 |
| 6.用作图法得到HAc的解离平衡常数 |
| 7. 数据处理、误差分析和撰写实验报告（课后） |
| 8 | 实验8：希托夫法测定离子迁移数 | 实验教材 | 1.实验原理及实验操作方法 | 4 | 综合性 | 选做 | 2-3 | 课堂讲授、实验指导、案例教学、小组讨论 | 课程目标1、2、3 |
| 2.洗净迁移管，检查旋塞不漏液，加入0.05 mol· L-1CuSO4溶液，把已处理好的两电极浸入迁移管 |
| 3.安装好库仑计并装入0.05 mol· L-1CuSO4溶液 |
| 4.将迁移管、库仑计、直流稳压电源连接，检查无误后接通电源，控制电流18 mA，通电90 min即刻停止**（重点、难点）** |
| 5.断电准确称取溶液的质量**（重点）** |
| 6.称取库仑计的阴极铜片量**（重点）** |
| 7.用Na2S2O3滴定分析各区溶液CuSO4含量**（重点、难点）** |
| 8.计算迁移数**（重点）** |
| 9. 数据处理、误差分析和撰写实验报告（课后） |
| 9 | 实验9：电导法测难溶盐的溶解度和溶度积 | 实验教材 | 1.实验原理及实验操作方法 | 4 | 综合性 | 选做 | 2-3 | 课堂讲授、实验指导、案例教学、小组讨论 | 课程目标1、2、3 |
| 2.取样配饱和溶液，取约1g PbSO4 (A.R.)(或BaSO4、CaF2)固体，加入约80mL电导水，煮沸3～5min，静置片刻后倾掉上层清液 |
| 3.恒温一定时间，分别测其电导率**（重点、难点）** |
| 4.测定电导水的电导率，操作与难溶盐水溶液类式。**（重点）** |
| 5.数据处理、误差分析和撰写实验报告（课后） |
| **10** | 实验10：**原电池电动势的测定** | 实验教材 | 1.实验原理及实验操作方法 | 4 | 综合性 | 选做 | 2-3 | 课堂讲授、实验指导、案例教学、小组讨论 | 课程目标1、2、3 |
| 2.本实验测定的电池组装，（难点） |
| 3.电极的制备与准备，（1）Ag-AgCl电极的制备，（2）甘汞电极的准备，（3）醌氢醌电极（重点） |
| 4.盐桥的制备（难点） |
| 5.四个电池电动势的测定，测定完一个电池，换另一个电池，直到把四个全部测完（重点、难点） |
| 6.数据处理、误差分析和撰写实验报告（课后） |
| 11 | 实验11：原电池电动势的测定 | 实验教材 | 1.实验原理的学习 | 4 | 综合性 | 选做 | 2-3 | 课堂讲授、实验指导、案例教学、小组讨论 | 课程目标1、2、3 |
| 2.电极的制备和准备，(1) Ag-AgCl电极的制备，(2) 甘汞电极的准备（难点） |
| 3.不同温度电池电动势的测定，15℃～50℃之间，每隔5℃左右测定一次电动势（重点、难点） |
| 4.数据处理、误差分析和撰写实验报告（课后） |
| **12** | 实验12：原电池电动势的测定 | 实验教材 | 1.实验原理的学习 | 4 | 综合性 | 选做 | 2-3 | 课堂讲授、实验指导、案例教学、小组讨论 | 课程目标1、2、3 |
| 2.开启恒温水浴，控制温度在25℃ |
| 3．配制溶液 |
| 4.按试验装置简图，将复合电极、甘汞电极、铂电极、温度计、氮气管分别插入夹套反应瓶盖子上孔里，浸于液面下。滴加2% NaOH溶液直至瓶中溶液pH达到8左右（重点） |
| 5.改变pH值，测定两极间的电动势，同时记录电极电势和pH值，直至溶液出现混浊，停止实验。（重点、难点） |
| 6.数据处理、误差分析和撰写实验报告（课后） |
| 13 | 实验13：一级反应-旋光法测定蔗糖水解反应的速率常数 | 实验教材 | 1.实验原理的学习 | 4 | 综合性 | 选做 | 2-3 | 课堂讲授、实验指导、案例教学、小组讨论 | 课程目标1、2、3 |
| 2.实验前，调节空调，使一间实验室温度恒定在288K；另一间实验室温度在298K（重点） |
| 3.用蒸馏水校正旋光仪仪器的零点（重点） |
| 4.蔗糖水解反应及反应过程旋光度的测定，反应开始的16 min之内，每隔2min测定一次，16 min后，由于反应物浓度降低反应速率变慢，可将每次测量时间间隔增至5min, 1h后可增至10min，直测定到旋光度为负值（重点、难点） |
| 5. 的测量（重点） |
| 6.数据处理、误差分析和撰写实验报告（课后） |
| 14 | 实验14：一级反应-旋光法测定蔗糖水解反应的速率常数 | 实验教材 | 1.实验原理的学习 | 4 | 综合性 | 选做 | 2-3 | 课堂讲授、实验指导、案例教学、小组讨论 | 课程目标1、2、3 |
| 2.反应测定装置使用（难点） |
| 3.298K时，к0的测定（重点） |
| 4. 的测定，将CH3COOC2H5溶液倾入NaOH溶液中，液体刚接触计时，在反应进行到6min时读取，以后每隔3min测定一次，30min以后可间隔5min测定一次，直到60 min停止（重点、难点） |
| 5.活化能Ea的测定，调温到308K，重复上述步骤测定其к0、к1 的测定（重点、难点） |
| 6.数据处理、误差分析和撰写实验报告（课后） |
| 15 | 实验15：一级反应-旋光法测定蔗糖水解反应的速率常数 | 实验教材 | 1.实验原理的学习 | 4 | 综合性 | 选做 | 2-3 | 课堂讲授、实验指导、案例教学、小组讨论 | 课程目标1、2、3 |
| 2.光光度计的调节与使用（难点） |
| 3.吸光系数ε的测定（重点、难点） |
| 4.丙酮碘化反应级数的测定，(1) 丙酮反应级数的测定，(2) H+反应级数的测定。（重点、难点） |
| 5.数据处理、误差分析和撰写实验报告（课后） |

## 四、课程考核

**（一）考核内容与考核方式**

**表4 课程目标、考核内容与考核方式对应关系**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **课程目标** | **考核内容** | **所属**  **学习项目** | **考核占比** | **考核方式** |
| 课程目标1 | 1. 物理化学实验一般知识的掌握情况 | 1~15 | 66% | 1.实验预习（回答问题、注意事项与成功关键）  2.实验操作（仪器规范、仪器正确操作、实验数据记录 等）  3.实验结果（数据是否准确）  4.实验报告（数据处理、结果分析、误差分析、思考题解答等） |
| 2. 物理化学实验的基本操作技能水平 | 1~15 |
| 3.物理化学各实验原理、方法与性质的掌握情况 | 1~15 |
| 4.物理化学实验仪器的操作技能水平 | 1~15 |
| 5.实验设备的连接、安装等动手能力 | 1~15 |
| 6.原始数据的记录 | 1~15 |
| 7.最新的物理化学实验实施方法、实验技术和发展趋势的了解情况 | 1~15 |
| 8.正确观察实验现象的能力水平 | 1~15 |
| 9.合理处理实验数据的能力水平 | 1~15 |
| 10.准确描绘仪器装置简图的能力水平 | 1~15 |
| 11.实验结果误差分析能力 | 1~15 |
| 12.每个实验后的思考题解答能力 | 1~15 |
| 13.查阅化学手册的能力水平 | 1~15 |
| 14. 撰写实验报告的能力水平 | 1~15 |
| 15.利用物理化学实验知识、方法和操作技能独立分析、解决实际问题的能力水平 | 1~15 |
| 16.创新意识与创新能力水平 | 1~15 |
| 课程目标2 | 1.分析、归纳和自主学习能力水平 | 1~15 | 17.5% | 1.实验预习  2.实验操作  3.实验报告 |
| 2.反思、改进实验操作的能力水平 | 1~15 |
| 3.独立实验能力水平 | 1~15 |
| 课程目标  3 | 1.是否具有良好的实验习惯 | 1~15 | 16.5% | 1.实验预习  2.实验操作  3.实验报告  4.实验态度 |
| 2.是否具有严谨认真、实事求是、积极进取、崇尚科学、探究科学的科学态度学习态度和科学精神。 | 1~15 |
| 3.是否具有团队合作精神 | 1~15 |

**表4-2 课程目标与考核方式矩阵关系**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 课程  目标 | 考核方式 | | | | 考核占比 |
| 实验预习成绩比例10% | 实验操作成绩比例40% | 试验态度成绩比例10% | 实验报告成绩比例40% |
| 课程目标1 | 70% | 70% | 30% | 70% | 66% |
| 课程目标2 | 15% | 15% | 40% | 15% | 17.5% |
| 课程目标3 | 15% | 15% | 30% | 15% | 16.5% |

1. **成绩评定**
2. **实验预习（10分）：**

通过学生的实验预习情况来评价学生的学习态度、实验原理与方法的理解情况、查阅资料的能力等。包括物质理化性质的查取、回答预习问题、是否明确实验注意事项、仪器构件、实验成功关键等。

1. **实验操作（40分）：**

通过学生实验时的表现来评价学生的操作技能与相关能力水平。包括实验操作包括仪器连接、仪器操作是否规范协调、实验习惯是否良好、实验现象、原始数据记录等

1. **实验态度（10分）：**

包括考勤、卫生、纪律。实验缺席（如事假、病假，可申请补做实验），该次实验成绩计为0分。实验无故缺勤3次者，取消本门课程的考核资格。迟到、早退一次记扣20%。

1. **实验报告（40分）：**

包括实验目的、原理、操作步骤、实验装置、注意事项、原始数据的整理、实验数据处理（关键）、实验结果误差分析（关键）、思考题解答等。

1. **总成绩评定**

单个实验平时成绩（100%）=实验预习（10%）+实验操作（35%）+实验态度（5%）+实验报告（40%）+学习表现（5%）+清洁卫生（5%）

总成绩（100%）=各实验项目平时成绩总和/项目数。

1. **评分标准**

**表5评分标准（非试卷考核项目）**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **考核项目** | **评分标准** | | | | |
| **优秀**  **(100>x≥90)** | **良好**  **(90> x≥80)** | **中等**  **(80> x≥70)** | **及格**  **(70> x≥60)** | **不及格**  **(x <60)** |
| 实验  操作 | 按照要求完成预习；按照实验安全操作规则进行实验，实验步骤与结果正确；实验仪器设备完好。 | 能够预习；按照实验安全操作规则进行实验，实验步骤与结果正确；实验仪器设备完好。 | 按照实验安全操作规则进行实验，实验步骤与结果基本正确；实验仪器设备完好。 | 基本按照实验安全操作规则进行实验，实验步骤与结果基本正确；实验仪器设备完好。 | 没有按照实验安全操作规则进行实验，或者步骤与结果不正确。 |
| 实验  报告 | 获得充分可靠的实验数据；能参考文献对实验数据进行深度分析，能说明实验结果的局限性；报告条理清楚，行文流畅，表述准确，撰写规范。 | 获得比较可靠的实验数据；能参考文献对实验数据进行一定深度的分析；报告条理清楚，表述准确，符合规范。 | 获得实验数据；能参考文献对实验数据进行比较有效地分析；报告条理基本清楚，比较符合规范。 | 获得实验数据。参考少量文献对数据进行简单分析；报告条理基本清楚，基本符合规范。 | 没有获得有效数据；或报告思路混乱，表达不清。 |

## 五、其他说明

本课程大纲依据2023版材料科学专业人才培养方案，由材料科学与工程院（部）材料科学教学系（教研室）讨论制定，材料科学与工程院（部）教学工作委员会审定，教务处审核批准，自××××级开始执行。

**字体、字号请参考范例**

**注意：**

**首字母大写**

**植物拉丁学名斜体**

**字体、字号请参考范例**

**注意：**

**首字母大写**

**植物拉丁学名斜体**

**字体、字号请参考范例**

**注意：**

**首字母大写**

**植物拉丁学名斜体**