

《材料科学基础》科目考试大纲

层次：硕士

科目代码：801

适用招生专业：材料物理与化学，材料学，先进材料制备技术，材料与化工

考试主要内容：

- 1. 原子键合** ①原子结构；②离子键；③共价键；④金属键；⑤分子键；⑥高分子链。
- 2. 固体结构** ①晶体学基础；②金属的晶体结构；③合金相结构；④离子晶体结构；⑤共价晶体结构；⑥聚合物晶体结构。
- 3. 晶体缺陷** ①点缺陷；②线缺陷；③表面及界面。
- 4. 扩散迁移** ①扩散定律；②扩散机制；③影响扩散的因素。
- 5. 变形与再结晶** ①弹性与塑性变形；②单晶体的塑性变形；③多晶体的塑性变形；④变形后的组织与性能；⑤合金的塑性变形；⑥回复和再结晶；⑦动态回复，动态再结晶和金属的热加工；⑧高聚物的塑性变形。
- 6. 相与相平衡** ①相、组元，系统；②自由度，相律；③相图及其表示和测定方法；④材料中的基本相及其特征；⑤相图热力学基础。
- 7. 单元相图及纯组元的凝固与结晶** ①单元系相图与相平衡；②纯金属的凝固与结晶；③铸锭结构及其影响因素；④高分子的结晶。
- 8. 二元相图及合金的凝固与结晶** ①合金相结构、合金的结晶过程（包括平衡结晶与不平衡结晶）及合金相图的建立；②二元合金相图的基本类型及相图分析；③合金性能与相图的关系；④二元合金的凝固理论；⑤纯铁的同素异构转变与铁碳相图；⑥高分子合金的凝固与结晶。
- 9. 三元相图** ①三元相图基础；②固态下不溶解的三元共晶相图。③固态互不溶解三元共晶相图的投影图、结晶过程、等温截面、变温截面。④三元相图分析、等温截面、变温截面。

建议参考书目：

- [1] 《材料科学基础》，胡赓祥、蔡珣主编，上海：上海交通大学出版社，2010年（第3版）。
- [2] 《材料科学基础》，石德珂主编，西安：西安交通大学出版社，2006年（第2版）。
- [3] 《材料科学基础辅导与习题》，蔡珣、戎咏华编著，上海：上海交通大学出版社，2008年（第3版）。

《金属学与热处理原理》科目考试大纲

层次：硕士

科目代码：821

适用招生专业：材料加工工程

考试主要内容：

1. 金属的结构与结晶 ①. 晶胞、晶系、晶面指数与晶向指数； ②. 三种典型金属晶体的原子排列方式、晶胞原子数、配位数、致密度、密排晶向与密排晶面； ③. 点缺陷、位错、界面的基本概念； ④. 纯金属结晶规律、结晶条件、结晶过程中的形核、长大过程与晶粒尺寸控制、金属铸锭的组织与缺陷。

2. 二元合金的结构与相图 ①. 合金中的相及其结构：固溶体、化合物； ②. 二元合金相图建立与杠杆定律，二元相图的分析和使用； ③. 二元合金凝固过程分析、组织形貌及平衡相、平衡组织计算；非平衡凝固过程及其组织分析。

3. 铁碳合金①. 铁-渗碳体相图的特征温度点、碳含量、转变线、各区域的组织与组成相、冷却过程的分析与相组成和组织组成含量计算。 ②. 钢中的主要杂质的作用；含碳量对碳钢组织和性能的影响；常用碳钢。

4. 三元合金相图

三元合金相图的表示方法和三相平衡的定量法则，简单三元相图及其合金结晶过程分析，三元相图的等温截面和变温截面；

5. 金属的塑性变形与再结晶①. 金属塑性变形的方式：滑移、孪生； ②. 晶体滑移的位错机制、滑移面、滑移方向、滑移系； ③. 塑性变形对金属组织与性能的影响。位错强化机制、细晶强化机制。 ④. 冷变形金属在加热过程中的组织与性能变化，回复与再结晶。

6. 固态金属中的扩散

扩散现象，机理和条件，扩散定律，影响扩散的因素。

7. 钢的热处理①、钢的奥氏体化过程、奥氏体晶粒度及控制； ②、钢在冷却时的转变、珠光体、贝氏体、马氏体的组织形貌及性能；TTT曲线与CCT曲线；魏氏组织。 ③、退火、正火、淬火、回火的目的、组织与应用；常用钢的热处理规范。

8. 工业用钢①. 钢的分类与牌号，合金元素在钢中的作用与影响； ②. 常用结构钢、合金工具钢、特殊性能钢的牌号、化学成分、热处理、组织、性能及用途。会合理选材。

9. 铸铁材料

灰口铸铁、可锻铸铁、球墨铸铁的牌号、热处理、组织与用途。

试题类型：名词解释题、填空题、简述题、绘图计算题、分析综合题。

具体要求：基本概念与基本原理清楚，并能够利用其计算与分析。注重基本概念与基本理论的联系，注重各章节的联系和综合。

建议参考书目：

《金属学与热处理原理》，崔忠圻、刘北兴著，哈尔滨：哈尔滨工业大学出版社，2007年（第3版）

《高分子化学与物理》科目考试大纲

层次: 硕士

科目代码: 823

适用招生专业: 先进高分子材料

考试主要内容:

高分子化学部分:

要求考生系统地掌握高分子化合物的基本概念, 高分子化合物的合成反应原理、反应动力学、热力学, 聚合物的合成方法、以及聚合物的化学反应。要求考生具有抽象思维能力和逻辑推理能力, 以及综合运用所学的知识分析问题和解决问题的能力。具体要求如下:

1. 掌握高分子化学的基本概念; 聚合物分类及命名、聚合反应分类及相互关系。
2. 掌握从单体结构等因素入手, 用热力学、动力学方法分析单体进行均聚合、共聚合反应的能力。
3. 掌握各种连锁聚合反应(自由基聚合、阳离子聚合、阴离子聚合、配位聚合、开环聚合、易位聚合)机理的特点、基元反应; 单体与引发剂的匹配、反应速率、相对分子质量和聚合物空间立构的控制等。
4. 掌握各种逐步聚合反应的机理、特点, 以及聚合物聚合度的控制等。
5. 掌握各种共聚合反应的原理和机理、共聚组成的控制等
6. 掌握聚合物化学反应的基本特点和主要的聚合物化学反应。
7. 掌握主要聚合物的合成机理、聚合方法、聚合工艺等。

高分子物理部分:

考试内容主要包括三个部分: 聚合物的结构、聚合物的分子运动、聚合物的各种物理性能。以聚合物结构与性能关系为主线、以分子运动为联系结构与性能的桥梁, 重点考核高分子的链结构(包括化学组成、形状、形态、分子量和分子量分布)、凝聚态结构(包括晶态、非晶态、液晶态、取向及织态结构)和各种物理性能(包括溶液性质、力学性质、流动性质、电学性质等)间的关系, 以及聚合物的结构、分子运动、分子量及其分布及各种物理力学性能的测试方法等。具体为:

- 1、掌握高分子链的基本结构, 构造、构型与构象的基本概念, 影响柔性的因素, 构象的统计分析与计算。
- 2、掌握聚合物的凝聚态结构(晶态、非晶态与液晶态)与取向结构的基本结构特点; 结晶度与取向度的定义、计算与测定方法。
- 3、掌握高分子溶液的溶解过程, 溶度参数、第二维利系数、哈金斯参数的物理意义, 高分子溶液与多组分聚合物的相分离机理
- 4、掌握各种平均分子量与分子量分布的定义、计算与测定方法。
- 5、掌握高分子的运动特点, 玻璃化转变理论, 玻璃化转变温度、结晶速度与熔点等基本概念、影响因素与测定方法。
- 6、橡胶弹性的特点、产生条件, 橡胶弹性热力学分析, 橡胶的统计状态方程, 网络的溶胀。
- 7、蠕变、应力松弛、滞后与内耗的基本概念、影响因素及表征方法, 线性粘弹性模型, 时-温等效原理, 动态力学谱与次级转变。
- 8、屈服、银纹、剪切带、脆韧转变温度与断裂的基本概念, 格里菲斯断裂理论, 增强与增韧的途径与机理。
- 9、牛顿流体与非牛顿流体, 聚合物的粘性流动曲线, 粘度的测定方法与影响因素, 聚合物流体的弹性响应。

试题类型：题型包括概念题、问答题、计算题。

具体要求：基本概念与基本原理清楚，并能够利用其计算与分析。注重基本概念与基本理论的联系，注重各章节的联系和综合。

建议参考书目：

潘祖仁，《高分子化学》，北京：化学工业出版社，2011，第五版。

金日光、华幼卿主编，《高分子物理》，北京：化学工业出版社，2013，第四版。

《冶金原理》科目考试大纲

层次：硕士

科目代码：864

适用招生专业：冶金物理化学，有色金属冶金，材料与化工

考试主要内容：

1. $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2\text{-CaO}$ 三元系相图

初晶液相面、共晶线包晶线及组成点冷却过程的分析

2. 化合物离解生成反应

离解压的计算、离解生成反应平衡图的分析、化合物相变与离解生成反应 $\Delta G^\ominus\text{-T}$ 关系式的斜率变化之间的关系

3. C 的燃烧热力学

C-O 系发生的反应、C 气化反应的热力学分析

4. CO 还原金属氧化物

还原反应热力学分析、用 CO 进行选择性还原金属氧化物时还原条件的计算

5. 固体 C 还原金属氧化物

还原温度在 1000°C 以下时还原反应的热力学分析、还原温度在 1000°C 以上时还原反应的热力学分析

6. 气固反应动力学

完整的气固反应机理模型、气固反应所经历的环节、反应处于扩散区动力学区混合区的含义、金属氧化过程动力学方程式的推导

7. 粗金属的精炼

区域精炼的原理分析、氧化精炼的原理分析

8. Cu-H₂O 系 $\varepsilon\text{-pH}$ 图

$\varepsilon\text{-pH}$ 图中物质稳定区、 Cu_2O 浸出反应条件的选择

9. 电解过程

阳极反应、阴极反应、极化、电极反应动力学、电解时实际电极电位的计算、阴极上离子析出的顺序

建议参考书目：

- [1] 《冶金原理》，李洪桂主编，科学出版社，2005
- [2] 《有色冶金原理》，傅崇说主编，冶金工业出版社，1997
- [3] 《钢铁冶金原理》，黄希祜主编，冶金工业出版社，2005

《材料热力学与动力学》科目考试大纲

层次：博士

科目代码：2715

适用招生专业：材料物理与化学，材料学，材料加工工程，先进材料及其制备技术，先进高分子材料

考试主要内容

1. 多组分系统热力学

化学势、活度、稀溶液的依数性

2. 化学平衡

等温方程，材料腐蚀的热力学分析，材料氧化的热力学分析

3. 热力学参数状态图

铁碳相图，三元相图，氧势图，优势区图

4. 统计热力学

玻尔兹曼分布，配分函数，热力学函数与配分函数的关系

5. 非平衡态热力学

非平衡态热力学，熵流，材料耗散结构

6. 多相反应动力学

扩散定律及其应用，材料氧化动力学分析

建议参考书

[1] 《材料热力学与动力学》，赵新兵 编著，浙江：浙江大学出版，2016.

[2] 《冶金与材料热力学》，李钊，李文超 编著，北京：冶金工业出版社，2012.

《金属物理》科目考试大纲

层次：博士

科目代码：2718

适用招生专业：材料物理与化学，材料学，材料加工工程，先进材料及其制备技术，先进高分子材料

考试主要内容

1. 点缺陷与位错理论

点缺陷平衡浓度计算；刃型、螺型位错的应力场与应变能计算；位错增殖机制；位错的点阵模型，位错一位错间的弹性交互作用，面心立方金属中的位错组态。

2. 固态金属中的扩散

FICK I 定律及 FICK II 定律；达根方程；扩散系数的微观表达式及扩散机制；无规行走与扩散距离，扩散的 Arrhenius 方程

3. 晶体结合与金属电子理论概略

能级与状态密度，电子排布与费米能，能带论及周期场效应，能隙与布里渊区。

建议参考书

(一) 冯 端 《金属物理学》 第一卷 科学出版社 1997 年

(二) 汪复兴 《金属物理》 机械工业出版社 1981 年

(三) 余宗森 《金属物理》 冶金工业出版社 1982 年

《材料研究方法》科目考试大纲

层次：博士

科目代码：3813

适用招生专业：材料物理与化学，材料学，材料加工工程，先进材料及其制备技术，先进高分子材料

考试主要内容：

1. **物理学基础** 粒子与波；原子分子与光谱；光与物质的相互作用；带电粒子与物质的相互作用；衍射与成像。

2. **晶体学基础** 晶体及其对称性；布拉菲点阵；米勒指数；晶面间距及其夹角；倒易点阵及其矢量；广义晶面与晶带；晶体投影；晶体衍射理论；极射赤面投影法。

3. **光学分析** 光学显微分析：反光显微镜，偏光显微镜；相衬显微镜，干涉显微镜，高温显微镜；近场光学显微镜；低倍观察与定量金相；显微摄影与图像分析。

4. **X射线分析** X射线及其性质；X射线衍射原理；X射线衍射方向和衍射强度；X射线衍射分析方法；X射线光谱分析；X射线荧光仪；电子探针X射线显微分析仪。

5. **电子分析** 透射电子显微分析；电子衍射原理及常见标准衍射花样；衍射花样标定；晶体薄膜衍射成像分析；高分辨透射电子显微术；扫描电子显微分析；电子探针显微分析。

6. **电子背散射衍射分析** 晶体学取向基础；硬件系统；技术原理及花样标定。

建议参考书目：

周玉.《材料分析方法》第3版,北京:机械工业出版社,2011.

《固体物理导论》科目考试大纲

层次：博士

科目代码：3807

适用招生专业：材料物理与化学，材料学，材料加工工程，先进材料及其制备技术

考试主要内容：

一、晶体结构

- 1、晶体的宏观特性
- 2、晶体的周期性和空间点阵
- 3、密堆积与配位数
- 4、几种常见的晶格
- 5、晶体的宏观对称性
- 6、晶体的微观对称性
- 7、Miller 指数
- 8、倒格子
- 9、布里渊区
- 10、晶体结构的实验确定

二、晶体结合

- 1、晶体的结合能
- 2、离子键与离子晶体
- 3、共价键与共价晶体
- 4、金属键与金属晶体
- 5、范德瓦尔斯键与分子晶体
- 6、氢键与氢键晶体

三、晶格振动与晶体热学性质

- 1、一维原子链的晶格振动
- 2、晶格振动的量子化和声子
- 3、晶格振动谱的实验方法
- 4、固体比热
- 5、非谐效应

四、晶体中的缺陷与运动

- 1、缺陷类型
- 2、缺陷数目的统计
- 3、缺陷的运动
- 4、晶体中原子的扩散
- 5、晶体中的位错

五、固体电子论

- 1、电子气的能量状态
- 2、电子气的费密能量
- 3、金属中的电子气热容量
- 4、功函数和接触势差
- 5、热导率

六、固体的能带理论

- 1、布洛赫定理
- 2、近自由电子近似
- 3、紧束缚近似
- 4、布洛赫电子的准经典运动
- 5、晶体中电子运动的速度和加速度
- 6、导体、半导体和绝缘体的能带论解释

七、半导体

- 1、半导体的能带结构
- 2、半导体的光吸收
- 3、电子和空穴的统计
- 4、半导体的电导率
- 5、载流子注入，复合和扩散；P-N 结概念

建议参考书目：

[1] 《固体物理导论》(原著第 8 版)，基泰尔 著，项金钟等译，北京：化学工业出版社，2005 年版。

[2] 《固体物理学》，朱建国等著，北京：科学出版社，2005 年（第 1 版）。

《聚合物结构与性能》科目考试大纲

层次:博士

科目代码: 3843

适用招生专业: 先进高分子材料

考试主要内容:

1. 高分子科学和高分子物理学的建立、发展和现状, 高分子物理的研究对象与内容、高分子结构的特点。

2. 高分子的结构单元的化学组成和键接方式、空间排列及支化、交联等问题, 高分子结构特点、各层次结构的主要内容, 链结构与性能的关系, 化学键内旋转、构象、构型、柔顺性和链段等基本概念及定量描述, 影响柔顺性的因素, 分子柔顺性的大小判断方法。

3. 聚合物的非晶态和晶态结构特征以及结晶度的测试方法, 高分子的结晶动力学、结晶热力学的基本知识和实验方法, 高分子液晶的种类、结构与应用, 高分子多相体系的种类。

4. 高分子的分子运动的时间、温度依赖性, 玻璃化转变现象、影响因素及测定方法, 高分子运动的特点, 线性非晶、结晶、交联高聚物的 $\epsilon - t$ 曲线及其力学状态及转变, 玻璃化转变的自由体积理论及 WLF 方程, T_g 的测量方法及其影响因素。

5. 高聚物的溶解特性, 溶度参数概念。高分子稀溶液、亚浓溶液及浓溶液的特性, 高分子在溶液中的形态和尺寸, 高分子溶液的热力学性质(混合热、混合熵和混合自由能等), 流体力学性质(扩散、粘度等), 高聚物溶解的特点, 溶剂的选择原则, θ 温度、Huggins 参数、第二维利系数 A_2 的概念及物理意义和应用, 交联高聚物的溶胀平衡公式的应用。

6. 高聚物粘性流动特点, 高聚物熔体的流动特征及其流动曲线和粘度的表征, 影响聚合物粘流温度和粘度的因素, 聚合物熔体的弹性表现(法向应力效应、挤出胀大效应、不稳定流动), 高聚物熔体弹性效应的机理、现象及影响因素, 牛顿流体、非牛顿流体、假塑性流体、胀塑性流体和表观粘度。

7. 分子量的统计意义, 端基分析法、沸点上升法、冰点降低法、蒸气压下降法、膜渗透压法、粘度法和凝胶渗透色谱法(GPC)测定聚合物分子量的原理和方法, 测量分子量分布的表示方法, 分布宽度系数、微分分布曲线。

8. 高弹态高聚物的特征和橡胶弹性理论, 高弹态的熵弹本质, 聚合物的粘弹性概念和力学松弛特征, 粘弹性的测试方法, 时温等效原理以及各类聚合物的应力-应变曲线及影响力学性能的因素。

9. 聚合物的电学性能、介电性及导电性的概念及其影响因素, 聚合物的静电现象, 静电

的防止和利用。

10. 高聚物的热稳定性，耐高温的高聚物材料，高聚物的热膨胀和热传导，热学性质和分子结构的关系。

建议参考书目：

1、马德柱，何平笙，徐仲德，周漪琴编著，2003，高聚物的结构与性能（第二版），科学出版社。

2. 陈平，唐传林，廖明义主编，2012，高聚物的结构与性能——研究生规划教材，化学工业出版社。