

招收 2026 年硕士研究生初试考试大纲

材料综合（科目代码 801）

《材料综合》满分 150 分，考试内容包括《物理化学》、《材料现代研究方法》《材料科学基础》三门课程，其中《物理化学》占总分的 50%，《材料现代研究方法》占总分的 30%，《材料科学基础》占总分的 20%。

特别注意：《材料科学基础》分为四部分，考生可任选其中一部分作答，若多做，则按照得分最低的部分计入总分。

《物理化学》考试大纲

《物理化学》是化学、化工、材料及环境等专业的基础课。它既是专业知识结构中重要的一环，又是后续专业课程的基础。要求考生通过本课程的学习，掌握化学热力学及化学动力学的基本知识；培养学生对化学变化和相变化的平衡规律及变化速率规律等物理化学问题，具有明确的基本概念，熟练的计算能力，同时具有一般科学方法的训练和逻辑思维能力，体会并掌握怎样由实验结果出发进行归纳和演绎，或由假设和模型上升为理论，并能结合具体条件应用理论分析解决较为简单的化学热力学及动力学问题。

一、考试内容及要求

以下按化学热力学基础、相平衡、化学平衡、电化学、界面现象以及化学动力学六部分列出考试内容及要求。并按深入程度分为了解、理解（或明了）和掌握（或会用）三个层次进行要求。

（一）化学热力学基础

理解平衡状态、状态函数、可逆过程、热力学标准态等基本概念；理解热力学第一、第二、第三定律的表述及数学表达式涵义；明了热、功、内能、焓、熵和 Gibbs 函数，以及标准生成焓、标准燃烧焓、标准摩尔熵和标准摩尔 Gibbs 函数等概念。

熟练掌握在物质的 p 、 T 、 V 变化，相变化和化学变化过程中求算热、功以及各种热力学状态函数变化值的原理和方法；在将热力学公式应用于特定体系的时候，能应用状态方程（主要是理想气体状态方程）和物性数据（热容、相变热、蒸汽压等）进行计算。

掌握熵增原理和吉布斯函数减小原理判据及其应用；明了热力学公式的适用条件，理解热力学基本方程、对应系数方程。

（二）相平衡

理解并掌握 Clapeyron 公式和 Clausius-Clapeyron 方程，并能进行有关计算。

理解相律的意义；掌握单组分体系和二组分体系典型相图的特点和应用，能用杠杆规则进行相组成计算，会用相律分析相图。

（三）化学平衡

明了热力学标准平衡常数的定义，会用热力学数据计算标准平衡常数；

理解并掌握 Van't Hoff 等温方程及等压方程的含义及其应用，能够分析和计算各种因素对化学反应平衡组成的影响（如系统的温度、浓度、压力和惰性气体等）。

（四）电化学

理解电解质溶液离子平均活度、离子平均活度系数的概念及在可逆电池电动势计算中的应用。

掌握可逆电池（包括化学电池及浓差电池）电动势与热力学函数和热力学平衡常数的关系及相关计算；

掌握各种类型电极的特征、电极反应；掌握 Nernst 方程及其应用（如求平衡常数、pH 值、活度等）。

（五）界面现象

理解（比）表面 Gibbs 能和表面张力的概念；了解表面变化的热力学原理；

理解弯曲液面附加压力的概念，掌握 Laplace 公式及简单计算；

理解分散度对系统物理化学性质的影响（如蒸气压、凝固点等）；

理解润湿、接触角概念，掌握 Young 方程。

（六）化学动力学

理解化学反应速率、速率常数、基元反应及反应级数等概念；

掌握零级、一级和二级反应速率方程及特征，并会进行相关计算；

掌握由反应机理建立速率方程的近似方法（稳定态近似法、平衡态近似法）；

掌握 Arrhenius 方程及应用，明了活化能的物理意义。

《材料现代研究方法》考试大纲

《材料现代研究方法》是材料、物理、化学、化工等专业的专业基础课，是作为研究生必须掌握的一门专业知识。要求考生通过本课程的学习，掌握在材料测试方法中应用最广和最基础的 X 射线衍射分析技术、扫描电子显微镜分析技术和透射电子显微镜分析技术。

考试内容及要求

本年度的考试内容仅针对 X 射线衍射分析技术、扫描电子显微镜分析技术和透射电子显微镜分析技术。

X 射线衍射分析技术

要求考生对晶体学、X 射线的产生与基本性质、X 射线衍射的基本原理以及常见的粉末与单晶的衍射技术等具有明确的基本概念、熟练的计算能力以及对常见案例的分析能力。

扫描电子显微镜分析技术和透射电子显微镜分析技术

要求考生掌握扫描和透射电子显微镜的工作原理、成像原理和电子衍射等基本理论和概念，具有分析电子衍射图像常见案例的能力。

《材料科学基础》考试大纲

第一部分 《金属学原理》

《金属学原理》是金属材料学科的科学基础，是材料科学与工程专业重要的基础平台课之一。要求考生通过本课程学习，掌握金属材料的原子排列与结构（金属及合金相结构、晶体缺陷）、金属材料制备与成形方法的基本原理（合金相图与合金凝固、塑性变形与金属强化方法、固态相变原理）、金属材料组织结构控制基本原理及其与材料制备成形工艺之间关系。

考试内容及要求

以下按金属及合金的晶体结构、晶体缺陷、固态金属中的扩散、纯金属的凝固、二元合金相图及二元合金的凝固、三元合金相图、金属的塑性变形、金属的回复与再结晶、固态相

变九部分列出考试内容。考试要求：掌握基本概念与基本原理，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。

(一) 金属及合金的晶体结构

金属键与金属的特性

金属晶体结构 晶体学基础——晶体结构、空间点阵、晶格常数、晶向指数和晶面指数、晶面间距、三种典型金属晶体结构。

金属的同素异构转变及意义

合金相分类及影响合金相结构的主要因素、固溶体与固溶强化（置换式固溶体、间隙式固溶体、有序固溶体）、中间相及分类。

(二) 晶体缺陷

点缺陷：包括空位、间隙原子、杂质或溶质原子等。

位错：基本性质、基本类型、几何性质及其运动特点，面心立方晶体中的位错与位错反应（面心立方晶体中的全位错、分位错、层错与扩展位错、位错反应的驱动力及位错反应的条件、面心立方晶体中的典型位错反应），位错与金属的强化机制。

面缺陷：晶界（晶界的描述、晶界的结构与晶界能、金属材料的细晶强韧化机理、晶界的运动及强化高温结构材料的基本方法（驱动力及影响晶界运动的主要因素）），相界面的结构、晶界及相界的性质。

(三) 固体金属中的扩散

扩散现象及其意义，宏观规律，热力学，扩散的微观理论及微观机制，影响扩散的因素。

(四) 纯金属的凝固

液态金属与合金的结构与性质

金属晶体形核过程热力学分析（均匀形核、非均匀形核、形核率及影响形核率的因素、细化金属晶粒的基本方法）。

金属晶体的生长（固/液界面结构与晶体生长方式及生长速度、固/液平界面的稳定性与金属晶体凝固形态）。

金属铸锭典型组织及其形成机制。

(五) 二元合金相图及二元合金的凝固

二元匀晶相图及固溶体二元合金的凝固（平衡凝固过程分析、凝固过程的溶质元素再分配及固溶体的非平衡凝固过程分析，组成过冷及对固溶体晶体生长形态与凝固组织的影响）。

二元共晶相图及二元共晶合金的凝固（二元共晶相图分析及典型合金（亚共晶、共晶、过共晶）平衡凝固过程及组织分析、共晶凝固机制及动力学、离异共晶、非平衡共晶、伪共晶）。

二元包晶相图及凝固（二元包晶相图及合金的平衡凝固过程分析、包晶反应特点）。

Fe-C 合金相图及典型成分 Fe-C 合金凝固过程及凝固组织分析（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）。

(六) 三元合金相图

直线法则、杠杆定律、重心法则，三元匀晶相图及合金凝固过程分析，三元共晶相图及典型合金凝固过程分析与凝固组织，四相平衡转变及三元相图所遵循的一般规律（三元相图等温截面的特点、三元相图垂直截面的特点）。

(七) 金属的塑性变形

金属的塑性、塑性变形及其意义，单晶体塑性变形的的基本方式，多晶体的塑性变形（塑性变形特点、多晶体的屈服强度、多晶体的应力-应变曲线），塑性变形后金属和合金显微组织及性能变化。

(八) 金属的回复与再结晶

冷变形金属在加热过程中的组织结构及性能变化，回复、再结晶、晶粒长大。

(九) 固态相变

固态相变分类，扩散型固态相变的一般特点，马氏体相变的基本特征。

第二部分 《无机非金属材料学》

《无机非金属材料学》是无机非金属材料专业的基础理论课。要求考生掌握无机非金属材料晶体与非晶结构特点、表面与界面、化合物相图、扩散与固相反应、烧结等的基本知识；在此基础上了解无机非金属材料结构、性能以及制备过程内在联系的本质。

考试内容及要求

(一) 化合物晶体结构及其缺陷

了解化合物晶体典型结构类型，了解各类结构的代表性陶瓷及其特性与晶体结构的关系；

了解硅酸盐晶体结构特点；

了解化合物晶体的缺陷类型。掌握点缺陷的表示方法、点缺陷反应方程及其化学平衡；

了解固溶体的类型及其形成条件；了解非化学计量化合物。

(二) 熔体与玻璃体

了解硅酸盐熔体的结构和性质，玻璃的结构和玻璃的通性以及玻璃的形成及其条件；

理解桥氧离子、非桥氧离子、网络形成离子和网络变性离子的概念及其与性能的关系。

(三) 表面与界面

了解固体表面力、晶体的表面结构。

理解弯曲表面效应与陶瓷烧结过程传质的关系。

了解陶瓷粒子在水介质中的电动性质及其影响因素，了解陶瓷浆料的流变特性和稳定性。

(四) 相平衡与相变

掌握陶瓷相图阅读方法，了解相图在陶瓷研究中的作用；

掌握二元和三元相图的分析方法；

掌握相变热力学与动力学。

(五) 扩散与固相反应

掌握扩散动力学方程，了解扩散过程的推动力和微观机制，掌握影响固体材料中扩散的主要因素；

了解固相反应动力学，明了影响固相反应的因素。

(六) 烧结

掌握烧结的概念、驱动力和典型的烧结类型；

掌握固态烧结、液相烧结的主要传质方式、驱动力、特点及其影响因素。

掌握烧结过程中的晶粒生长及其与烧结的关系；

掌握影响烧结的主要因素，了解促进烧结的方法。

第三部分 《高分子化学及物理》

《高分子化学及物理》是高分子材料、复合材料等专业的基础课，它既是专业知识结构中重要的一环，又是后续专业课程的基础。要求学生掌握高分子的合成反应、制备方法、高分子的结构、分子运动与性能之间关系等方面的基本原理和基本知识，了解高聚物结构与性能的特征和研究手段，具备通过化学合成制备高聚物、高聚物的分子设计、控制高聚物产品的性质的方法等方面的初步能力，并能利用聚合物的结构性能关系分析解决实际高分子材料制造和工艺过程中的问题。

考试内容及要求

(一) 高分子化学

要求掌握：各类高分子材料的合成方法；逐步聚合、链式聚合及乳液聚合的反应原理、影响产物结构的因素及对单体的要求；共聚物的合成及共聚组成的控制；聚合物的反应。

(二) 高分子物理

掌握高分子链结构的长、柔和复杂的特点；掌握高分子分子量与分子量分布的表征，部分掌握高分子分子量与分子量分布的测定方法（以粘度法与凝胶渗透色谱法为主）；

理解高分子聚集态结构的多样性、复杂性与多缺陷特点；掌握高分子的结晶/融化与分子结构和外界条件的关系；了解并部分掌握高分子聚集态结构的研究/表征方法；

掌握高分子运动单元多重性及运动松弛时间分布宽的特点；

掌握相变与转变温度的物理意义；理解高聚物高弹性的特点、热力学本质与分子运动本质；理解平衡高弹统计理论的假设、推导思路、结论及理论的应用意义与局限性；

掌握高聚物粘弹性的概念、简单的模型（最多四元件）、数学表达式以及分别在线性和对数坐标中的曲线形式；理解影响粘弹性的各种内因与外因；理解高聚物粘弹性理论中的两个基本原理，了解并部分掌握粘弹性的测定方法；部分掌握利用高聚物的力学性能与温度、时间与频率的关系研究高分子运动的方法；

理解高聚物中冷拉、银纹等特殊现象的本质，掌握高聚物断裂韧性的概念与断裂行为的特点，了解影响高聚物应力-应变行为的结构因素与环境因素；理解高分子溶液的非理想性、高聚物熔体的非牛顿性与弹性表现；掌握稀溶液理论与流变学中基本物理量的物理意义；结合高分子材料的加工与应用，理解影响熔体粘度的各个因素并了解研究高聚物熔体流变行为的基本方法。

第四部分 《纳米材料科学》

《纳米材料科学》要求学生理解纳米材料的分类方式与依据、纳米材料的结构特点，掌握纳米材料的基本物理和化学概念、相关基本原理、特殊效应及其对材料物理和化学性质的影响机制；熟练掌握纳米材料的物理、化学制备技术，理解其背后的物理和化学原理；了解纳米材料的表征技术，并能够用所学的表征技术研究纳米材料结构特征及其物理化学性质；并能采用纳米材料的物理、化学知识解决纳米材料的基础应用问题。

考试内容及要求

1、要求掌握纳米材料、纳米科学和纳米技术的基本概念，并理解纳米材料的分类方式及依据，理解非晶态结构与纳米结构的联系和区别，掌握非晶结构和纳米结构的表征方法和测试技术。

2、要求掌握分子轨道理论和宏观块体材料的能带理论，理解电子态密度、电子密度、费米能级的概念，了解宏观块体材料中金属、半导体、绝缘体的区分方法。

3、要求掌握表面界面效应、量子尺寸效应、久保（Kubo）假设和理论、宏观量子隧道效应和库伦阻塞效应，充分理解纳米材料的小尺寸效应和重要物理特征尺寸，并理解各效应与材料微观结构的相关性及其对材料物理化学性能的影响机制。

4、要求掌握纳米材料的特殊物理、化学性质，如热力学性质、电化学性质、光化学和光电化学性质等，理解纳米材料尺寸、形貌、晶体结构、表面化学组成对其物理、化学性能的影响规律。

5、要求掌握纳米材料制备的整体策略与制备方法分类，理解各类物理、化学制备方法的基本原理，并充分了解各方法的优势及局限性。

6、要求掌握纳米材料形貌和微结构的各类表征方法，如扫描探针显微术、透射电子显微术、X射线衍射法、电化学表征法等等，并充分理解各方法在纳米材料粒子尺寸、形貌和微结构表征中的应用原理和局限性。

7、要求掌握纳米加工、纳米操纵的相关概念，并理解其应用场景与特点。