

830	材料加工基础
-----	--------

### 一、考试的总体要求

要求考生比较系统的掌握本课程的基本理论和学习方法,较系统的理解金属与合金的化学成分、结构、组织、热处理工艺与性能之间的内在联系,以及在各种材料热加工条件下的合金的组织、性能变化规律,要求考生应具有综合运用所学知识分析和解决实际工程问题的能力。

### 二、考试的内容及比例:(重点部分)

- 1、金属和合金的结晶、晶体结构和相结构理论
- 2、铁-碳合金相图及相结构
- 3、金属及合金的塑性变形与断裂
- 4、金属与合金的回复与再结晶
- 5、扩散
- 6、钢的热处理原理
- 7、钢的热处理工艺
- 8、工业用钢
- 9、焊接热影响区的组织与性能

试卷中金属学基础知识和理论占 30~45%, 热处理及工业用钢占 40~50%, 焊接热影响区占 5~10%。

### 三、试卷题型及比例

概念、填空、选择或判断 占 30~40%

简要问答题 占 20~30%。

综合分析、灵活运用题 占 30~45%

### 四、考试形式及时间

考试时间为三小时(满分 150 分)。

### 五、主要参考教材(参考书目)

1. 崔忠圻、覃耀春 主编,《金属学与热处理》(第二版),北京:机械工业出版社,2007.5.
2. 张文钺 主编,《焊接冶金学》(基本原理),北京:机械工业出版社,1999.

### 一、考试的总体要求

1. 对本门课程中重要的基本概念与基本原理掌握其含义及适用范围；
2. 掌握物理化学公式的应用及其适用范围。计算题要求思路正确，步骤简明；
3. 掌握物理化学实验中常用物理量的测量(包括原理、计算式、如何测量)。能正确使用常用的物理化学仪器(原理、测量精度、使用范围、注意事项)

### 二、考试内容及比例(重点部分)

#### 1. 气体、热力学第一定律、热力学第二定律(~22 %)

理想气体状态方程、范德华方程、压缩因子定义。

热力学第一、第二定律及其数学表达式； $pVT$  变化、相变化与化学反应过程中  $W$ 、 $Q$ 、 $\Delta U$ 、 $\Delta H$ 、 $\Delta S$ 、 $\Delta A$  与  $\Delta G$  的计算；熵增原理；三个平衡判据。

了解热力学基本方程和麦克斯韦关系式的简单应用、克拉贝龙方程及克-克方程的应用。

#### 2. 多组分热力学及相平衡(~18 %)

偏摩尔量、化学势的概念；理想气体、理想液态混合物、理想稀溶液各组分的化学势表达式；逸度、活度的定义、活度及活度因子的计算。

拉乌尔定律和亨利定律；稀溶液依数性的概念及简单应用。

相律的应用；单组分系统相图；二组分气-液平衡相图；凝聚系统相图。

#### 3. 化学平衡(~10 %)

理想气体等温方程；标准摩尔反应吉布斯函数、标准平衡常数与平衡组成的计算；温度、压力和惰性组分对理想气体化学平衡的影响。

#### 4. 电化学(~10 %)

电解质溶液中电导率、摩尔电导率、活度与活度因子的计算；电导测定的应用。

原电池热力学，能斯特方程；电池电动势测定的应用；电极的极化与超电势的概念。

#### 5. 统计热力学(~6 %)

玻耳兹曼分布；粒子的配分函数；双原子平动、转动、振动配分函数的计算；独立子系统热力学能、熵与配分函数的关系，玻耳兹曼熵定理。

#### 6. 化学动力学(~15 %)

反应速率、基元反应、反应分子数、反应级数的概念。

零、一、二级反应的动力学特征及速率方程积分式的应用；阿伦尼乌斯方程；对行、平行反应（一级）速率方程积分式的应用；复合反应的近似处理法（稳态近似法、平衡态近似法）。

催化剂的基本特征；光化学反应的特征及光化学第一、第二定律。

#### 7. 界面现象与胶体化学 (~10 %)

弯曲液面的附加压力与拉普拉斯方程；开尔文公式；四种亚稳态；润湿与铺展现象及杨氏方程；化学吸附与物理吸附；朗缪尔吸附等温式。

了解胶体的光学性质、动力学性质、电学性质；掌握胶团结构的表示、电解质对溶胶的聚沉作用；了解乳状液的稳定与破坏。

#### 8. 实验部分 (~10 %)

1) 恒温槽的调节及粘度测定；2) 液体饱和蒸气压的测定；3) 反应焓的测定（ $ZnO$  与  $HCl$  水溶液反应）；4) 平衡常数的测定（氨基甲酸铵分解）；5) 凝固点降低法测定摩尔质量（萘-环己烷系统）；6) 二组分完全互溶液体蒸馏曲线（乙醇-正丙醇系统，阿贝折射仪）；7) 二组分凝聚系统相图（ $Pb-Sn$  系统）；8) 原电池热力学（电位差计的应用）；9) 过氧化氢催化分解（ $KI$  催化剂）；10) 乙酸乙酯皂化反应（电导率仪的应用）；11) 液体表面张力的测定（最大气泡压力法），以上实验的原理及物理量的测量方法

### 三、试卷题型及比例

计算题 60%，概念题 30%，实验题 10%。

### 四、考试形式及时间

考试形式均为笔试。考试时间为 3 小时。

### 四、主要参考教材

刘俊吉，周亚平等编，物理化学(第 5 版，上下册)，高等教育出版社，2009 年或

刘俊吉，周亚平等编，物理化学(第 6 版，上下册)，高等教育出版社，2017 年

唐向阳，余莉萍等编，《基础有机化学实验教程》(第四版)，科学出版社，2015 年

冯霞，朱莉娜，朱荣娇编，《物理化学实验》，高等教育出版社，2015 年

### 一、考试的总体要求

该课程是材料学专业（金属材料方向）的一门重要专业基础课，要求考生全面、系统地掌握金属学的基本知识和基本理论；了解与金属材料性能密切相关的物质结构特征及与形成过程相关的材料行为规律；具备综合运用所学知识进行分析和解决实际问题的能力。

### 二、考试的内容

#### 第1部分 金属的晶体结构

- ① 空间点阵和晶胞；
- ② 晶系和布拉菲点阵；
- ③ 晶向指数和晶面指数；
- ④ 典型金属的晶体结构：原子堆垛方式、点阵常数、配位数和致密度；间隙；
- ⑤ 多晶型转变。

#### 第2部分 晶体缺陷

- ① 点缺陷：点缺陷的类型、点缺陷的产生；
- ② 位错的基本概念：位错的基本类型、柏氏矢量、位错的运动、位错密度、位错的观察。
- ③ 位错的能量及交互作用：位错的应变能、位错的线张力、位错的应力场、位错的分解与合成；
- ④ 晶体中的界面：晶界的结构与晶界能。

#### 第3部分 相结构及相图

- ① 材料的相结构：固溶体、中间相；
- ② 二元相图及其类型：相图的基本知识、杠杆定律、二元系相图、相图与性能的关系；
- ③ 复杂相图分析：分析方法、铁-碳合金相图；
- ④ 相图热力学基础：吉布斯自由能与成分的关系、相平衡条件、吉布斯自由能曲线与相图；
- ⑤ 三元系相图及其类型：三元相图的表示方法、相区接触法则、垂直截面及水平截面、三元匀晶相图、具有两相共晶反应的三元系相图、具有共晶型四相平衡反应的三元系相图。

#### 第4部分 金属的凝固

- ① 晶体材料熔融凝固的基本规律：液态的结构、凝固的热力学条件、过冷现象、结晶的一般过程；
- ② 晶核的形成：均匀形核、形核率、非均匀形核；
- ③ 晶核的生长：液-固界面的微观结构、熔体中晶体的生长形态、晶体长大的线速度；
- ④ 固溶体的凝固：固溶体的平衡凝固、稳态凝固、成分过冷；
- ⑤ 共晶合金的凝固：共晶体的形成、共晶体的形态；
- ⑥ 凝固组织及其控制：晶粒尺寸的控制、铸锭组织及其控制、铸锭的缺陷；

#### 第5部分 材料中的原子扩散

- ① 扩散现象及扩散方程：扩散现象、菲克第一定律、菲克第二定律、扩散方程的应用、柯肯达尔效应；
- ② 扩散的微观机制：空位机制、间隙机制、自间隙机制、扩散系数、扩散激活能；
- ③ 扩散驱动力；
- ④ 反应扩散；
- ⑤ 影响扩散的因素。

#### 第6部分 金属的塑性变形

- ① 滑移与孪晶变形：滑移机制、滑移面和滑移方向、孪晶变形；

- ② 单晶体的塑性变形：施密特定律、单滑移、多滑移、交滑移；
- ③ 多晶体的塑性变形；
- ④ 纯金属的变形强化：位错的交割、位错的反应、位错的增殖；
- ⑤ 合金的变形与强化：单相合金的变形与强化、低碳钢的屈服和应变时效、第二相对合金变形的影响；
- ⑥ 冷变形金属的组织与性能：冷变形金属的力学性能、冷变形金属的组织、形变织构、残余应力；

#### 第7部分 回复与再结晶

- ① 冷变形金属的回复：回复阶段性能与组织的变化、回复动力学、回复机制；
- ② 冷变形金属的再结晶：再结晶的形核、再结晶动力学、影响再结晶的因素、再结晶后的晶粒长大；
- ③ 金属的热变形对组织与性能的影响。

#### 三、试卷题型及比例

- 1. 名词解释
- 2. 是非判断
- 3. 选择填空
- 4. 问答题
- 5. 计算题
- 6. 作图题

第1、2、3种类型占25%~35%；第4、5、6种类型约占65%~75%。

#### 四、考试形式及时间

考试形式均为笔试。考试时间为三小时(满分150)。

### 一、考试的总体要求

要求考生掌握高分子化学的基本知识,熟悉不同类型聚合反应的特征,了解聚合物合成及改性的主要机理和方法;掌握高分子各层结构内容、分子运动特点、力学性能和溶液性质几方面的基本概念,了解高分子各层结构和性能间的相互联系。考生应具有一定综合运用高分子化学与物理知识分析和解释问题的能力。

### 二、考试的内容及比例

#### 1、高分子化学部分(50%)

##### (1)高分子化学的基本概念

熟练掌握高分子化学有关的基本概念,例如,聚合物、单体、聚合物的重复单元、结构单元、聚合度、高分子的链结构,热塑性聚合物、热固性聚合物,聚合物的各种相对分子质量及其表示方法,聚合物的分类和命名。

##### (2)逐步聚合反应

线型缩聚与成环倾向,线型缩聚反应机理及动力学,影响线型缩聚物聚合度的因素和控制方法;线型逐步聚合原理和方法的应用及重要线型逐步聚合物;体型缩聚与单体官能度,无规预聚物和结构预聚物的制备,凝胶化作用和凝胶点的预测。

##### (3)自由基聚合和自由基共聚合

自由基聚合的单体和引发剂;自由基聚合反应的机理及特征;自由基聚合反应微观动力学;温度对聚合速率的影响;聚合物动力学链长和聚合度的调整;阻聚剂和阻聚作用;自由基聚合热力学及其单体结构的影响。共聚物的类型和命名;二元共聚物组成方程、组成曲线;竞聚率及其影响因素;竞聚率的测定;共聚物组成的控制方法及与转化率的定性关系;单体和自由基的活性; $Q-e$  概念及其应用。

##### (4)离子型聚合、配位聚合与开环聚合

离子型聚合的单体与引发剂;离子型聚合的机理与动力学;离子型聚合的影响因素;离子型聚合的分子量控制;活性离子聚合及其应用。配位聚合的定义和特点;配位聚合反应机理与基元反应;聚合物的立构规整度;Ziegler-Natta 引发剂的组成及各组份的作用。开环聚合反应机理;环状单体的聚合活性;工业上重要的开环聚合。

##### (5)高分子反应

聚合物的化学反应聚合物的反应活性、特征及其影响因素;聚合物的相似转变;聚合度增大的化学方法;聚合物的降解与老化;功能高分子材料化学。

#### 2、高分子物理部分(50%)

##### (1)高分子的链结构

范围---结构特点、各级结构包含的具体内容、大分子链的构象统计。

掌握内容:该部分内容所涉及到的基本术语,各级链结构对聚集态结构和性能的影响,各级链结构与链柔顺性的关系。

##### (2)高分子的聚集态结构

范围---分子间作用力、结晶形态、聚集态结构模型、结晶过程和结晶热力学、取向态结构、液晶态结构。

掌握内容:分子间作用力的类别,大分子晶体的形态特点和制备方法,两大类聚集态结构模型的特点和实验依据,分子结构对结晶能力和熔点的影响,熔融过程的本质,结晶度的测定,结晶和性能的对对应关系。

##### (3)分子运动

范围---分子热运动特点、力学状态、玻璃化转变。

掌握内容：基本术语，热运动的三大特点，三大类聚合物的温度—形变曲线（温度—模量），玻璃化转变的实质和转变温度的测定，影响玻璃化转变温度的因素。

#### (4)力学性质

范围--玻璃态和结晶态聚合物的力学性质、高弹性、粘弹性。

掌握内容：聚合物的拉伸行为、屈服、断裂和强度，高弹性的特点，橡胶弹性的热力学分析和统计理论，力学松弛现象，粘弹性的力学模型，时温等效和 Boltzmann 叠加原理，拉伸行为的试验方法。

#### (5)溶液性质

范围--溶解、高分子溶液的热力学性质、分子量及分布。

掌握内容：溶解能力的判断，Flory—Huggins 高分子溶液理论， $\theta$  温度，Flory—Huggins 高分子稀溶液理论，平均分子量与分布函数，分子量及分子量分布的测定方法。

### 三、试卷题型及比例

1. 基本术语解释（10—15%）
2. 简答题（20—25%）
3. 图形题（10—15%）
4. 计算题（15—25%）
5. 论述题（25—35%）

### 四、考试形式及时间

考试形式为笔试。考试时间为三小时。

### 一、考试的总体要求

要求考生从材料学学科领域的范畴,较系统地掌握各部分章节的基础理论和基本知识,了解与无机固体材料性能密切相关的物质结构特征,与过程相关的材料行为规律。从微观、宏观、物质内部及表面、静态、动态等不同角度,认识无机非金属材料的基本特性。具备综合运用所学知识进行分析和解决实际问题的能力。为从事材料的设计与制造,新材料的研究与开发,以及继续进行专业学习奠定基础。

### 二、考试的内容及比例

#### 第 1 章 结晶学基础 (20~25 分)

- ① 等同点及空间格子、布拉维法则和面角守恒定律;
- ② 晶体的宏观对称、宏观对称要素的组合、对称型(点群)、晶族、晶系及晶体常数特征;
- ③ 晶体定向、结晶符号及其相互联系;
- ④ 十四种空间格子、晶体的微观对称要素;
- ⑤ 点群、空间群及其国际符号;
- ⑥ 球体紧密堆积原理;
- ⑦ 晶体化学基本原理:配位数和配位多面体、离子极化、电负性、鲍林规则及应用。

#### 第 2 章 晶体结构与晶体中的缺陷 (20~30 分)

- ① 无机非金属材料组成与晶体结构类型:金刚石结构、NaCl 结构、闪锌矿结构、萤石结构、钙钛矿结构;
- ② 缺陷化学反应表示法、热缺陷浓度计算;
- ③ 固溶体特点、分类,置换型固溶体的生成条件以及“组分缺陷”,正离子缺位和负离子缺位两种非化学计量化合物的缺陷反应、缺陷浓度与导电机理。

#### 第 3 章 熔体和玻璃 (10~15 分)

- ① 无机熔体的结构理论和熔体性质;
- ② 玻璃的通性;
- ③ 玻璃形成的基本条件;
- ④ 玻璃的结构及结构参数。

#### 第 4 章 表面与界面 (10~15 分)

- ① 表面能和表面张力;



- ② 表面的弛豫、重构及双电层、固体的表面能；
- ③ 弯曲表面效应；表面润湿，粘附、吸附和表面改性；
- ④ 界面特性：晶界偏析、晶界迁移、晶界应力、晶界电荷与静电势；

#### 第 5 章 相平衡与相图（30~40 分）

- ① 相与相平衡的基本概念；
- ② 单元和二元系统相图各种基本类型的阅读分析；
- ③ 三元相图中的基本类型，运用相图的基本规则来确定相图中的点和线的性质以及相平衡和非平衡条件下的析晶路程。
- ④ 典型专业相图的分析计算。

#### 第 6 章 扩散与固相反应（10~20 分）

- ① 固体中质点扩散的特点和扩散动力学方程，扩散系数的含义，影响扩散的因素；
- ② 固相反应及其特征，固相反应中两个扩散动力学方程的分析和比较，影响固相反应的因素。

#### 第 7 章 相变（10~20 分）

- ① 相变的简介与分类；
- ② 液-固相变过程的热力学和动力学特点，熔体析晶过程成核与生长过程动力学分析；
- ③ 液-液相变中的玻璃分相，亚稳区和不稳区的热力学和动力学特点。

#### 第 8 章 烧结（15~25 分）

- ① 烧结的概念及推动力；
- ② 固态烧结和液态烧结的传质机理与特点；
- ③ 晶粒生长和二次再结晶的概念和分析；
- ④ 晶界在烧结中的作用；
- ⑤ 影响烧结的因素。

### 三、试卷类型及比例

1、填空判断：10~20%；2、简答题：20~30%；3、计算题：10~25%；4、分析讨论题：30~40%。

### 四、考试形式及时间

考试形式为笔试，考试时间为三小时。

### 一、考试的总体要求

“基础有机化学”入学考试是为招收高分子材料科学与工程类硕士生而实施的选拔性考试。其指导思想是有利于选拔具有扎实的有机高分子材料化学基础理论知识的高素质人才。要求考生能够系统地掌握基础有机化学的基本知识以及具备运用所学的知识分析问题和解决问题的能力。

### 二、考试的内容及比例

- 1、有机化合物的命名，包括顺反异构体与对映异构体的命名、个别重要化合物的俗名和英文缩写。
- 2、有机化合物的结构、共振杂化体与芳香性，同分异构与构象，分子轨道理论与周环反应。
- 3、诱导效应、共轭效应、超共轭效应、空间效应、小环张力效应、邻基效应、氢键的概念及上述效应对化合物物理与化学性质的影响。
- 4、常见有机化合物的红外光谱与核磁共振波谱。
- 5、主要官能团(烯键、炔键、卤素、硝基、氨基、羟基、醚键、醛基、酮羰基、羧基、酯基、卤甲酰基、氨基甲酰基、氰基等)的化学性质及他们之间的相互转化规律。
- 6、烷烃、脂环烃、烯烃、炔烃、共轭烯烃、卤代烃、醇、酚、醚、醛、酮、不饱和羰基化合物、羧酸及其衍生物、丙二酸酯、 $\beta$ -丙酮酸酯、氨基酸、硝基化合物、胺、腈、偶氮化合物、磺酸、简单杂环化合物等的制备、分离、鉴定、化学性质及在合成上的应用。
- 7、饱和碳原子上的自由基取代与亲核取代反应，芳环上的亲电与亲核取代反应，碳碳重键的亲电、自由基与亲核加成反应，饱和碳原子与非饱和碳原子上的消除反应，氧化反应(烷烃、烯烃、炔烃、醇、醛、芳烃侧链的氧化、烯炔的臭氧化、芳醛的 Cannizzaro 反应)，还原反应(不饱和烃、芳烃、醛、酮、羧酸、羧酸衍生物、硝基化合物、腈的氢化还原及选择性还原反应)，缩合反应(羟醛缩合、Claisen 缩合、Caisen-Schmidt 缩合、Perkin 缩合)，降级反应(Hofmann 降解，脱羧)，重氮化与偶合反应，重排反应(频那醇重排、Beckmann 重排、Hofmann 重排)的历程及在有机合成中的应用。
- 8、碳正离子、碳负离子、自由基、苯炔的生成与稳定性及其有关的反应规律。能够从中间体稳定性来判断产物结构，能够从反应产物推测反应机理。

### 三、考试的题型及比例

- 1、有机化合物命名或根据名称写出结构式 6~10%。
- 2、完成反应式(由相互间的逻辑关系写出反应物、反应条件或反应产物) 25-30%。
- 3、选择题(涉及中间体的稳定性、芳香性、反应定位规则、电子效应与空间效应、构象与构象分析、化合物反应活性、官能团鉴定等) 10~12%。
- 4、有机反应机理(典型反应的历程) 6~10%。
- 5、简答题(对反应现象和反应规律的合理解释等) 6~10%。
- 6、有机化合物分离与鉴别 4~5%。
- 7、根据化学反应(现象)、化学与物理性质、红外光谱与核磁共振波谱数据等条件推断化合物的分子结构 8~10%。
- 8、有机合成题 20~25%。

### 四、考试形式及时间

“基础有机化学”考试形式为笔试，考试时间为 3 小时。