

全国重点名校系列

新版

全国硕士研究生招生考试 考研专业课精品资料

【电子书】2024年安徽建筑大学

912材料科学基础考研精品资料

策划：辅导资料编写组

真题汇编 直击考点
考研笔记 突破难点
核心题库 强化训练
模拟试题 查漏补缺

高分子长学姐推荐



【初试】2024 年安徽建筑大学 912 材料科学基础考研精品资料

说明：本套资料由高分研究生潜心整理编写，高清 PDF 电子版支持打印，考研首选资料。

一、重点名校考研真题汇编及考研大纲

1. 附赠重点名校：材料科学基础 2016-2022 年考研真题汇编（暂无答案）

说明：本科目没有收集到历年考研真题，赠送重点名校考研真题汇编，因不同院校真题相似性极高，甚至部分考题完全相同，建议考生备考过程中认真研究其他院校的考研真题。

2. 安徽建筑大学 912 材料科学基础考研大纲

①2018 年安徽建筑大学 912 材料科学基础考研大纲。

②2019 年安徽建筑大学 912 材料科学基础考研大纲。

说明：考研大纲给出了考试范围及考试内容，是考研出题的重要依据，同时也是分清重难点进行针对性复习的首选资料，本项为免费提供。

二、2023 年安徽建筑大学 912 材料科学基础考研资料

3. 《材料科学基础》考研相关资料

(1) 《材料科学基础》[笔记+课件+提纲]

①安徽建筑大学 912 材料科学基础之《材料科学基础》考研复习笔记。

说明：本书重点复习笔记，条理清晰，重难点突出，提高复习效率，基础强化阶段首选资料。

②安徽建筑大学 912 材料科学基础之《材料科学基础》本科生课件。

说明：参考书配套授课 PPT 课件，条理清晰，内容详尽，版权归属制作教师，本项免费赠送。

③安徽建筑大学 912 材料科学基础之《材料科学基础》复习提纲。

说明：该科目复习重难点提纲，提炼出重难点，有的放矢，提高复习针对性。

(2) 《材料科学基础》考研核心题库（含答案）

①安徽建筑大学 912 材料科学基础考研核心题库之简答题精编。

②安徽建筑大学 912 材料科学基础考研核心题库之计算题精编。

说明：本题库涵盖了该考研科目常考题型及重点题型，根据历年考研大纲要求，结合考研真题进行的分类汇编并给出了详细答案，针对性强，是考研复习首选资料。

(3) 《材料科学基础》考研模拟题[仿真+强化+冲刺]

①2023 年安徽建筑大学 912 材料科学基础考研专业课五套仿真模拟题。

说明：严格按照本科目最新专业课真题题型和难度出题，共五套全仿真模拟试题含答案解析。

②2023 年安徽建筑大学 912 材料科学基础考研强化五套模拟题及详细答案解析。

说明：专业课强化检测使用。共五套强化模拟题，均含有详细答案解析，考研强化复习首选。

③2023 年安徽建筑大学 912 材料科学基础考研冲刺五套模拟题及详细答案解析。

说明：专业课冲刺检测使用。共五套冲刺预测试题，均有详细答案解析，最后冲刺首选资料。

三、电子版资料全国统一零售价

4. 本套考研资料包含以上一、二部分（高清 PDF 电子版，不含教材），全国统一零售价：[¥]

特别说明:

- ①本套资料由本机构编写组按照考试大纲、真题、指定参考书等公开信息整理收集编写，仅供考研复习参考，与目标学校及研究生院官方无关，如有侵权、请联系我们将立即处理。
- ②资料中若有真题及课件为免费赠送，仅供参考，版权归属学校及制作老师，在此对版权所有者表示感谢，如有异议及不妥，请联系我们，我们将无条件立即处理！

四、2023 年研究生入学考试指定/推荐参考书目（资料不包括教材）**5. 安徽建筑大学 912 材料科学基础考研初试参考书**

《材料科学基础》，张联盟、黄学辉、宋晓岚编，武汉理工大学出版社，2008 年。

五、本套考研资料适用院系**6. 安徽建筑大学 912 材料科学基础考研招生专业目录**

材料与化学工程学院

版权声明

编写组依法对本书享有专有著作权，同时我们尊重知识产权，对本电子书部分内容参考和引用的市面上已出版或发行图书及来自互联网等资料的文字、图片、表格数据等资料，均要求注明作者和来源。但由于各种原因，如资料引用时未能联系上作者或者无法确认内容来源等，因而有部分未注明作者或来源，在此对原作者或权利人表示感谢。若使用过程中对本书有任何疑问请直接联系我们，我们会在第一时间与您沟通处理。

因编撰此电子书属于首次，加之作者水平和时间所限，书中错漏之处在所难免，恳切希望广大考生读者批评指正。

目录

封面.....	1
目录.....	4
2024 年安徽建筑大学 912 材料科学基础备考信息.....	8
安徽建筑大学 912 材料科学基础考研初试参考书目.....	8
安徽建筑大学 912 材料科学基础考研招生适用院系.....	8
安徽建筑大学 912 材料科学基础考研大纲.....	9
2018 年安徽建筑大学 912 材料科学基础考研大纲.....	9
2019 年安徽建筑大学 912 材料科学基础考研大纲.....	10
2024 年安徽建筑大学 912 材料科学基础考研核心笔记.....	11
《材料科学基础》考研核心笔记.....	11
2024 年安徽建筑大学 912 材料科学基础考研辅导课件.....	91
《材料科学基础》考研辅导课件.....	91
2024 年安徽建筑大学 912 材料科学基础考研复习提纲.....	234
《材料科学基础》考研复习提纲.....	234
2024 年安徽建筑大学 912 材料科学基础考研核心题库.....	239
《材料科学基础》考研核心题库之简答题精编.....	239
《材料科学基础》考研核心题库之计算题精编.....	288
2024 年安徽建筑大学 912 材料科学基础考研题库[仿真+强化+冲刺].....	316
安徽建筑大学 912 材料科学基础考研仿真五套模拟题.....	316
2024 年材料科学基础五套仿真模拟题及详细答案解析（一）.....	316
2024 年材料科学基础五套仿真模拟题及详细答案解析（二）.....	321
2024 年材料科学基础五套仿真模拟题及详细答案解析（三）.....	327
2024 年材料科学基础五套仿真模拟题及详细答案解析（四）.....	332
2024 年材料科学基础五套仿真模拟题及详细答案解析（五）.....	338
安徽建筑大学 912 材料科学基础考研强化五套模拟题.....	344
2024 年材料科学基础五套强化模拟题及详细答案解析（一）.....	344
2024 年材料科学基础五套强化模拟题及详细答案解析（二）.....	350
2024 年材料科学基础五套强化模拟题及详细答案解析（三）.....	356
2024 年材料科学基础五套强化模拟题及详细答案解析（四）.....	360
2024 年材料科学基础五套强化模拟题及详细答案解析（五）.....	367
安徽建筑大学 912 材料科学基础考研冲刺五套模拟题.....	373
2024 年材料科学基础五套冲刺模拟题及详细答案解析（一）.....	373
2024 年材料科学基础五套冲刺模拟题及详细答案解析（二）.....	379

2024 年材料科学基础五套冲刺模拟题及详细答案解析（三）	384
2024 年材料科学基础五套冲刺模拟题及详细答案解析（四）	390
2024 年材料科学基础五套冲刺模拟题及详细答案解析（五）	394
附赠重点名校：材料科学基础 2016-2022 年考研真题汇编	400
第一篇、2022 年材料科学基础考研真题汇编	400
2022 年四川轻化工大学 801 材料科学基础考研专业课真题	400
2022 年沈阳大学材料科学基础考研专业课真题	404
2022 年武汉工程大学 804 材料科学基础考研专业课真题	406
2022 年中国人民解放军陆军工程大学 805 材料科学基础考研专业课真题	410
2022 年常州大学 812 材料科学基础考研专业课真题	412
2022 年西安石油大学 822 材料科学基础考研专业课真题	413
2022 年西南科技大学 833 材料科学基础考研专业课真题	415
2022 年扬州大学 838 材料科学基础（机械）考研专业课真题	419
2022 年桂林理工大学 804 材料科学基础考研专业课真题	421
2022 年河北工程大学 812 材料科学基础考研专业课真题	423
第一篇、2021 年材料科学基础考研真题汇编	423
2021 年杭州电子科技大学材料科学基础考研专业课真题	424
2021 年常州大学 812 材料科学基础考研专业课真题	427
2021 年广东工业大学 835 材料科学基础考研专业课真题	428
2021 年桂林理工大学 856 材料科学基础 I 考研专业课真题	433
2021 年河北工程大学 812 材料科学基础考研专业课真题	435
2021 年昆明理工大学 864 材料科学基础考研专业课真题	436
2021 年宁波大学 883 材料科学基础考研专业课真题	439
2021 年沈阳工业大学 803 材料科学基础考研专业课真题	440
2021 年西南科技大学 833 材料科学基础考研专业课真题	441
2021 年扬州大学 827 材料科学基础考研专业课真题	445
2021 年扬州大学 838 材料科学基础（机械）考研专业课真题	448
2021 年浙江工业大学 806 材料科学基础考研专业课真题	450
2021 年中国海洋大学 925 材料科学基础考研专业课真题	453
2021 年中国计量大学 809 材料科学基础考研专业课真题	458
第二篇、2020 年材料科学基础考研真题汇编	461
2020 年沈阳工业大学 803 材料科学基础考研专业课真题	461
2020 年河北科技大学 803 材料科学基础考研专业课真题	463
2020 年浙江工业大学 806 材料科学基础考研专业课真题	464
2020 年中国计量大学 809 材料科学基础考研专业课真题	468
2020 年常州大学 812 材料科学基础考研专业课真题	471
2020 年扬州大学 827 材料科学基础考研专业课真题	472
2020 年广西民族大学 830 材料科学基础考研专业课真题	475
2020 年西安建筑科技大学 830 材料科学基础考研专业课真题	479

2020 年西南科技大学 833 材料科学基础考研专业课真题	481
2020 年广东工业大学 835 材料科学基础考研专业课真题	485
第三篇、2019 年材料科学基础考研真题汇编	491
2019 年常州大学 812 材料科学基础考研专业课真题	491
2019 年广东工业大学 835 材料科学基础考研专业课真题	492
2019 年河北工程大学 821 材料科学基础考研专业课真题	497
2019 年昆明理工大学 864 材料科学基础考研专业课真题	498
2019 年南昌航空大学 823 无机材料科学基础考研专业课真题	501
2019 年宁波大学 883 材料科学基础考研专业课真题	504
2019 年沈阳工业大学 803 材料科学基础考研专业课真题	506
2019 年四川理工学院 801 材料科学基础考研专业课真题	507
2019 年西安建筑科技大学 830 材料科学基础考研专业课真题	512
2019 年中国计量大学 809 材料科学基础考研专业课真题	514
第四篇、2018 年材料科学基础考研真题汇编	517
2018 年广西民族大学 830 材料科学基础考研专业课真题	517
2018 年宁波大学 883 材料科学基础考研专业课真题	521
2018 年武汉科技大学 810 金属材料科学基础考研专业课真题	523
2018 年西安工程大学 805 材料科学基础考研专业课真题	527
2018 年东华大学 822 材料科学基础考研专业课真题	531
2018 年华南理工大学 827 材料科学基础考研专业课真题	533
2018 年江苏大学 816 无机材料科学基础考研专业课真题	541
2018 年南京航空航天大学 818 材料科学基础考研专业课真题	544
2018 年山东大学 860 材料科学基础考研专业课真题	547
2018 年上海海事大学 833 材料科学基础考研专业课真题	551
2018 年太原科技大学 821 材料科学基础考研专业课真题	553
2018 年扬州大学 827 材料科学基础考研专业课真题	555
2018 年中国海洋大学 925 材料科学基础考研专业课真题	558
第五篇、2017 年材料科学基础考研真题汇编	563
2017 年杭州电子科技大学材料科学基础考研专业课真题	563
2017 年桂林电子科技大学 909 材料科学基础 (B) 考研专业课真题	568
2017 年河北工程大学 821 材料科学基础考研专业课真题	571
2017 年华南理工大学 827 材料科学基础考研专业课真题	574
2017 年江苏科技大学 832 材料科学基础考研专业课真题	576
2017 年昆明理工大学 864 材料科学基础 A 考研专业课真题	578
2017 年南京航空航天大学 818 材料科学基础考研专业课真题	580
2017 年宁波大学 883 材料科学基础考研专业课真题	584
2017 年山东大学 860 材料科学基础考研专业课真题	587
2017 年上海海事大学 833 材料科学基础考研专业课真题	592
2017 年沈阳工业大学 803 材料科学基础考研专业课真题	594
2017 年武汉纺织大学 631 材料科学基础考研专业课真题	596

2017 年西南科技大学 833 材料科学基础考研专业课真题	598
2017 年扬州大学 827 材料科学基础考研专业课真题	602
2017 年扬州大学 838 材料科学基础（机械）考研专业课真题	605
第六篇、2016 年材料科学基础考研真题汇编	607
2016 年安徽工业大学 815 材料科学基础考研专业课真题	607
2016 年广西民族大学 830 材料科学基础考研专业课真题	610
2016 年桂林电子科技大学 813 材料科学基础 A 考研专业课真题	614
2016 年桂林电子科技大学 813 材料科学基础 A 考研专业课真题	616
2016 年桂林电子科技大学 909 材料科学基础（B）考研专业课真题	618
2016 年华南理工大学 827 材料科学基础考研专业课真题	621
2016 年昆明理工大学 864 材料科学基础考研专业课真题	623
2016 年南京航空航天大学 818 材料科学基础考研专业课真题	627
2016 年宁波大学 883 材料科学基础（A）考研专业课真题	630
2016 年山东大学 903 材料科学基础（专）考研专业课真题	634
2016 年山东建筑大学 901 材料科学基础 A 考研专业课真题	639
2016 年山东建筑大学 902 材料科学基础 B 考研专业课真题	644
2016 年湘潭大学 852 材料科学基础二考研专业课真题	648
2016 年湘潭大学 854 材料科学基础三考研专业课真题	651
2016 年湘潭大学 862 材料科学基础四考研专业课真题	652
2016 年扬州大学 827 材料科学基础考研专业课真题	654
2016 年扬州大学 838 材料科学基础(机械)考研专业课真题	657
2016 年中国科学技术大学 802 材料科学基础考研专业课真题	659

2024 年安徽建筑大学 912 材料科学基础备考信息

安徽建筑大学 912 材料科学基础考研初试参考书目

《材料科学基础》，张联盟、黄学辉、宋晓岚编，武汉理工大学出版社，2008 年。

安徽建筑大学 912 材料科学基础考研招生适用院系

材料与化学工程学院

安徽建筑大学 912 材料科学基础考研大纲

2018 年安徽建筑大学 912 材料科学基础考研大纲

材料科学基础 912

考试内容范围：

晶体结构、晶体结构缺陷、非晶体结构与性质、表面结构与性质、相平衡和相图、基本动力学过程—扩散、材料中的相变、材料制备中的固态反应、烧结。

2019 年安徽建筑大学 912 材料科学基础考研大纲

材料科学基础 912

考试内容范围：

晶体结构、晶体结构缺陷、非晶体结构与性质、表面结构与性质、相平衡和相图、基本动力学过程—扩散、材料中的相变、材料制备中的固态反应、烧结。

2024 年安徽建筑大学 912 材料科学基础考研核心笔记

《材料科学基础》考研核心笔记

材料科学基础

专题辅导一 晶体学基础及晶体结构

1.1 要点扫描

1.1.1 空间点阵和晶胞

1. 空间点阵

代表晶体中原子、原子团或分子分布规律（周期性）的几何点的集合称为空间点阵。其中的几何点一般叫做结点（或阵点）。每个结点周围的环境都是相同的，即结点都是等同点。空间点阵利用这些周期性排列的结点描述了晶体中原子的排布规律。用假想的直线将这些结点连接起来，所构成的几何框架称为晶格。晶格的最小重复单元（平行六面体）称为晶胞（unit cell）。每个晶格的三条棱和三个夹角叫做晶格的晶格（点阵）常数，并以此刻画晶胞（从而也是晶格）的大小和形状特点，如图 1-1 所示。

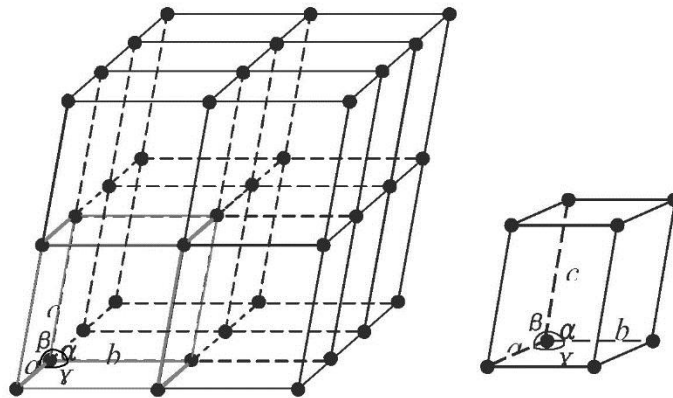


图 1-1 晶格常数

2. 晶系和点阵类型 (★)

根据晶体的晶格常数，可以将晶体分为 7 大晶系，如表 1-1 所示。

表 1-1 晶系与点阵常数的关系

晶系	点阵常数关系
三斜	$a \neq b \neq c$, $\alpha \neq \beta \neq \gamma \neq 90^\circ$
单斜	$a \neq b \neq c$, $\alpha = \beta = 90^\circ \neq \gamma$ $\alpha = \gamma = 90^\circ \neq \beta$
斜方	$a \neq b \neq c$, $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$
正方	$a = b \neq c$, $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$
立方	$a = b = c$, $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$
六方	$a = b \neq c$, $\alpha = \beta = 90^\circ$ $\gamma = 120^\circ$
菱方	$a = b = c$, $\alpha = \beta = \gamma \neq 90^\circ$

3. 布拉菲点阵

由等同点构成的点阵叫做布拉菲点阵。但布拉菲点阵的结点反映的是晶体中原子或原子集团的分布规律，结点本身并不一定代表原子，即点阵和晶体结构并不一定相同。

4. 晶胞和原胞

晶格中能反映该晶格特征的最小重复单元称为晶胞。

选择晶胞时应遵循以下条件：

- ① 完全反应点阵的对称性；
- ② 体积尽可能小（但不一定是最小）。

体积最小，仅含有一个结点的结构单元叫做原胞。由于原胞的选取只需遵循体积最小的原则，因此，通过原胞往往不易看出晶体的对称性。

1.1.2 常见纯金属（FCC、BCC、HCP）的晶体结构（★★★★★常考点）

1. 晶体结构

FCC（面心立方）： 贵金属、Cu、Al、Ni、 γ -Fe 等；

BCC（体心立方）： 碱金属、难熔金属（V、Nb、Cr、Mo、Ta、W 等）、 α -Fe 等；

HCP（密排六方）： Zn ($c/a=1.86$)、Mg (1.62)、Be (1.59)、Ti、Zr、Hf (1.59)、石墨(2.6) 等。重点记住 Zn 和 Mg。

2. 几何特性

- 每个晶胞中的原子数；
- 配位数 (C.N.)： 每一个原子周围最近邻的原子数；
- 堆积密度 (ξ)： $\xi = \frac{\text{晶胞中原子占据的体积}}{\text{一个晶胞的体积}}$ 。

如表 1-2 所示，为立方晶系中，各晶体的几何特性及点阵常数和原子半径之间的关系。

3. 间隙

若在晶胞的空隙中放入刚性球，则能放入的球的最大半径为间隙半径。

两种主要间隙——四面体间隙；八面体间隙。四面体间隙数为八面体间隙数的两倍。

表 1-2 各立方晶体的几何特性

结构	a_0 vs. r	原子数	配位数	堆积密度	Examples
SC	$a_0 = 2r$	1	6	0.52	α -Mn
BCC	$a_0 = \frac{4}{\sqrt{3}}r$	2	8	0.68	α -Fe, 碱金属
FCC	$a_0 = \frac{4}{\sqrt{2}}r$	4	12	0.74	γ -Fe, Cu, Ni
HCP	$a_0 = 2r$ $c_0 \approx 1.633a_0$	2	12	0.74	Ti, Mg, Zn, Be, Co, Zr, Cd

四面体间隙包括：

- BCC 中的四面体间隙，如图 1-2 所示。
- FCC 中的四面体间隙，如图 1-3 所示。

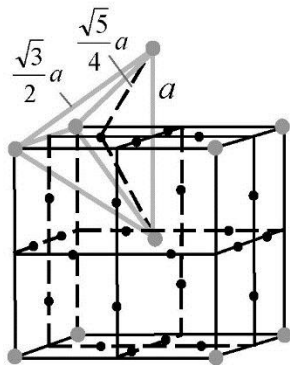


图 1-2 BCC 中的四面体间隙

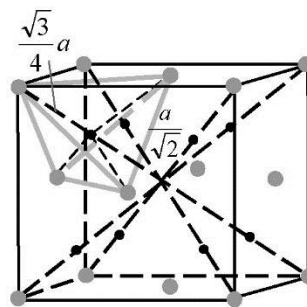


图 1-3 FCC 中的四面体间隙

- HCP 中的四面体间隙，如图 1-4 所示。

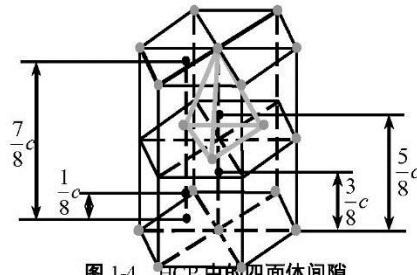


图 1-4 HCP 中的四面体间隙

八面体间隙包括：

- BCC 中的八面体间隙，如图 1-5 所示。
- FCC 中的八面体间隙，如图 1-6 所示。
- HCP 中的八面体间隙，如图 1-7 所示。

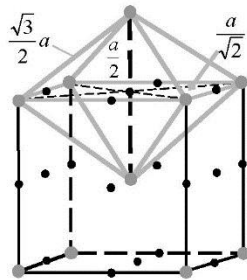


图 1-5 BCC 中的八面体间隙

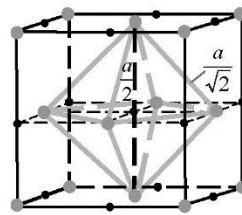


图 1-6 FCC 中的八面体间隙

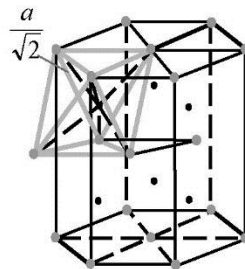


图 1-7 HCP 中的八面体间隙

立方晶系中堆垛密度和间隙数等属性见表 1-3。

2024 年安徽建筑大学 912 材料科学基础考研辅导课件

《材料科学基础》考研辅导课件

<p style="text-align: center;">绪论—材料引言</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 什么是材料? <ul style="list-style-type: none"> ┆ 材料与人类文明 ┆ 什么是材料科学? ■ 0.1 材料分类 ■ 0.2 组成-结构-性质-工艺过程之间的关系 	<p style="text-align: center;">什么是材料?</p> <p>世界万物，凡于我有用者，皆谓之材料。材料是具有一定性能，可以用来制作器件、构件、工具、装置等物品的物质。材料存在于我们的周围，与我们的生活、我们的生命息息相关。材料是人类文明、社会进步、科技发展的物质基础。</p>
<p style="text-align: center;">材料与人类文明</p> <p>材料是人类文明、社会进步、科学技术发展的物质基础和技术先导。在历史上，人们将石器、青铜器、铁器等当时的主导材料作为时代的标志，称其为石器时代、青铜器时代和铁器时代。在近代，材料的种类及其繁多，各种新材料不断涌现，很难用一种材料来代表当今时代的特征。</p>	<p>第一次产业革命的突破口是推广应用蒸汽机，但只有在开发了铁和铜等新材料以后，蒸汽机才得以使用并逐步推广。</p> <p>第二次产业革命一直延续到20世纪中叶，以石油开发和新能源广泛使用为突破口，大力发展飞机、汽车和其他工业，支持这个时期产业革命的仍然是新材料开发。如合金钢、铝合金以及各种非金属材料的发展。</p>
<ul style="list-style-type: none"> ■ 材料是当代文明的三大支柱之一 <p>材料、能源、信息是当代社会文明和国民经济的三大支柱，是人类社会进步和科学技术发展的物质基础和技术先导。</p> ■ 材料是全球新技术革命的四大标志之一（新材料技术、新能源技术、信息技术、生物技术）。 	<p style="text-align: center;">什么是材料科学?</p> <p>材料科学是一门以固体材料为研究对象，以固体物理、热力学、动力学、量子力学、冶金、化工为理论基础的交叉基础应用学科，它运用电子显微镜、X-射线衍射、热谱、电子离子探针等各种精密仪器和技术，探讨材料的组成、结构、制备工艺和加工使用过程与其机械、物理、化学性能之间的规律的一门基础应用学科，是研究材料共性的一门学科。</p>
<p style="text-align: center;">材料科学基础课程的教学内容</p> <p>材料科学基础课程是材料科学与工程专业的重要的学科基础课之一，主要介绍材料科学中的共性规律，即材料的组成-形成（工艺）条件-结构-性能-材料用途之间相互关系及制约规律。内容主要包括：材料种类、晶体结构、缺陷化学、非晶体结构、材料的表面与界面、相图、扩散、相变、固相反应、烧结和材料的环境效应等基础知识。</p>	<p>0.1 材料分类</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 0.1.1 材料按化学组成（或基本组成）分类 ■ 0.1.2 根据材料的性能分类 ■ 0.1.3 材料按服役的领域来分类 ■ 0.1.4 材料按结晶状态分类 ■ 0.1.5 材料按材料的尺寸分类

- 按物理性质可分为：导电材料、绝缘材料、半导体材料、磁性材料、透光材料、高强度材料、高温材料、超硬材料等。
- 按物理效应分为：压电材料、热电材料、铁电材料、非线性光学材料、磁光材料、电光材料、声光材料、激光材料等。
- 按用途分为：电子材料、电工材料、光学材料、感光材料、耐酸材料、研磨材料、耐火材料、建筑材料、结构材料、包装材料等。

0.1.1 按化学组成（或基本组成）分类：

1. 金属材料
2. 无机非金属材料
3. 高分子材料（聚合物）
4. 复合材料

1.金属材料

金属材料是由化学元素周期表中的金属元素组成的材料。可分为由一种金属元素构成的单质（纯金属）；由两种或两种以上的金属元素或金属与非金属元素构成的合金。合金又可分为固溶体和金属间化合物。



在103种元素中，除He、Ne、Ar等6种惰性元素和C、Si、N等16种非金属元素外，其余81种为金属元素。除Hg之外，单质金属在常温下呈现固体形态，外观不透明，具有特殊的金属光泽及良好的导电性和导热性。在力学性质方面，具有较高的强度、刚度、延展性及耐冲击性。

合金是由两种或两种以上的金属元素，或金属元素与非金属元素熔合在一起形成的具有金属特性的新物质。合金的性质与组成合金的各个相的性质有关，同时也与这些相在合金中的数量、形状及分布有关。

合金又分为固溶体和金属间化合物。

当金属的晶体结构保持溶剂组元的晶体结构时，这种合金称为一次固溶体或端际固溶体，简称为固溶体。

金属元素与其它金属元素或非金属元素之间形成合金时，除固溶体外，还可能形成金属间化合物。

合金中的固溶体：

根据溶质原子在溶剂晶体结构中的位置，固溶体可分为置换固溶体和间隙固溶体。

在置换固溶体中，溶质原子位于溶剂晶体结构的晶格格点上；在间隙固溶体中，溶质原子位于溶剂晶体结构的晶格间隙。溶质原子在固溶体中的分布可以是随机的，即呈统计分布；也可以是部分有序或完全有序，在完全有序固溶体中，异类原子趋于相邻，这种结构亦称为超点阵或超结构。

此外，合金中溶质原子还可能形成丛聚，即同类原子趋于相邻。丛聚可以呈随机弥散分布。事实上，实验中还没有见到溶质原子呈完全随机分布的固溶体。因此，只能在宏观尺度上认为处于热力学平衡态的固溶体是真正均匀的，而原子尺度上并不要求它也是均匀的。不同类型固溶体中原子排列情况示于图0.1。

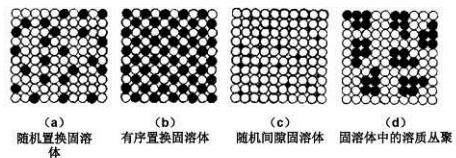


图0.1 不同类型固溶体中原子排列示意图

合金中的金属间化合物：

金属间化合物可分为三类，即由负电性决定的原子价化合物（简称价化合物）、由电子浓度决定的电子化合物（亦称为电子相）以及由原子尺寸决定的尺寸因素化合物。除了这三类由单一元素决定的典型金属间化合物外，还有许多金属间化合物，其结构由两个或多个因素决定，称之为复杂化合物。

2. 无机非金属材料

无机非金属材料是由硅酸盐、铝酸盐、硼酸盐、磷酸盐、锆酸盐等原料和（或）氧化物、氮化物、碳化物、硼化物、硫化物、硅化物、卤化物等原料经一定的工艺制备而成的材料。是除金属材料、高分子材料以外所有材料的总称。它与广义的陶瓷材料有等同的含义。无机非金属材料种类繁多，用途各异，目前还没有统一完善的分类方法。一般将其分为传统的（普通的）和新型的（先进的）无机非金属材料两大类。

传统的无机非金属材料主要是指由SiO₂及其硅酸盐化合物为主要成分制成的材料，包括陶瓷、玻璃、水泥和耐火材料等。此外，搪瓷、磨料、铸石（辉绿岩、玄武岩等）、碳素材料、非金属矿（石棉、云母、大理石等）也属于传统的无机非金属材料。



先进（或新型）无机非金属材料是用氧化物、氮化物、碳化物、硼化物、硫化物、硅化物以及各种无机非金属化合物经特殊的先进工艺制成的材料。主要包括先进陶瓷、非晶态材料、人工晶体、无机涂层、无机纤维等。

传统的无机非金属材料之一：陶瓷

陶瓷按其概念和用途不同，可分为两大类，即普通陶瓷和特种陶瓷。

根据陶瓷坯体结构及其基本物理性能的差异，陶瓷制品可分为陶器和瓷器。



- 普通陶瓷即传统陶瓷，是指以粘土为主要原料与其它天然矿物原料经过粉碎混练、成型、煅烧等过程而制成的各种制品。包括日用陶瓷、卫生陶瓷、建筑陶瓷、化工陶瓷、电瓷以及其它工业用陶瓷。

见表0-1。

表0-1 普通陶瓷的分类方法

类别	主要种类	用途
日用陶瓷	餐具	中餐具(盘、碗、碟、羹、盅、杯等) 西餐具(瓶、盘、碟、糖缸、奶盅、盅、杯等)
	茶具、咖啡具	茶壶、水果盘、点心盘、杯、壶、碟等
	酒具	酒壶、酒杯、醒酒器、托架
	文具	笔筒、笔架、水盂、印色盒、笔架
	陈设瓷(艺术瓷)	花瓶、灯具、雕塑瓶、薄胎瓶等
建筑卫生陶瓷	建筑陶瓷	碳化砖(青花或非青花)、彩釉砖、锦砖(马赛克)、内墙砖、外墙砖、琉璃砖、广场砖、劈裂砖、园林陶瓷等
	卫生瓷	洗面器、大便器、小便器、洗涤器、水碟、水嘴、喷头、肥皂盒、手纸盒、淋浴盆
电瓷	低压电瓷	用于1kV以下的电瓷
	高压电瓷	用于1kV以上的电瓷,如普通高压瓷、超高压绝缘瓷
	超高压电瓷	用于500kV以上的电瓷
化工瓷	耐酸瓷	耐酸砖、耐酸耐温砖
	耐酸设备	储酸缸、酸洗槽、电解槽、耐酸塔等
	耐酸机械(部件)	耐酸离心泵、风机、球磨机
	化学瓷	瓷坩埚、蒸发皿、研钵、漏斗、过滤器、磁棒等

- 特种陶瓷是用于各种现代工业及尖端科学技术领域的陶瓷制品。包括结构陶瓷和功能陶瓷。结构陶瓷主要用于耐磨损、高强度、耐高温、耐热冲击、硬质、高刚性、低膨胀、隔热等场所。功能陶瓷主要包括电磁功能、光学功能、生物功能、核功能及其它功能的陶瓷材料。

常见高温结构陶瓷包括：高熔点氧化物、碳化物、硼化物、氮化物、硅化物。

功能陶瓷包括：装置瓷（即电绝缘瓷）、电容器陶瓷、压电陶瓷、磁性陶瓷（又称为铁氧体）、导电陶瓷、超导陶瓷、半导体陶瓷（又称为敏感陶瓷）、热学功能陶瓷（热释电陶瓷、导热陶瓷、低膨胀陶瓷、红外辐射陶瓷等）、化学功能陶瓷（多孔陶瓷载体等）、生物功能陶瓷等。

根据陶瓷坯体结构及其基本物理性能的差异，陶瓷制品可分为陶器和瓷器，见表0-2。陶器包括粗陶器、普通陶器和细陶器。陶器的坯体结构较疏松，致密度较低，有一定吸水率，断口粗糙无光，没有半透明性，断面成面状或贝壳状。

表0-2 中国日用瓷分类标准

类别	性质及特征		特征
	吸水率 (%)		
陶器	粗陶器	>15	不时施釉，制作粗糙
	普通陶器	≤12	断面颗粒较粗，气孔较大，表面施釉，制作不够精细
	细陶器	≤15	断面颗粒较细，气孔较小，施釉或不施釉，制作不够精细
瓷器	炻瓷器	≤3	透光性差，通常胎体较厚，呈色，断口呈石状，制作精细
	普通瓷器	≤1	有一定透光性，断面呈石状或贝壳状，制作精细
	细瓷器	≤0.5	透光性好，断面细腻，呈贝壳状，制作精细

传统的无机非金属材料之二：玻璃

玻璃是由熔体过冷所制得的非晶态材料。根据其形成网络的组分不同可分为硅酸盐玻璃、硼酸盐玻璃、磷酸盐玻璃等，其网络形成剂分为SiO₂、B₂O₃和P₂O₅。习惯上玻璃态材料可分为普通玻璃和特种玻璃两大类。

普通玻璃是指采用天然原料，能够大规模生产的玻璃。普通玻璃包括日用玻璃、建筑玻璃、微晶玻璃、光学玻璃和玻璃纤维等。

特种玻璃（亦称为新型玻璃）是指采用精制、高纯或新型原料，通过新工艺在特殊条件下或严格控制形成过程制成的一些具有特殊功能或特殊用途的玻璃。

特种玻璃包括SiO₂含量在85%以上或55%以下的硅酸盐玻璃、非硅酸盐氧化物玻璃（硼酸盐、磷酸盐、锗酸盐、碲酸盐、铝酸盐及氧氮玻璃、氧碳玻璃等）、非氧化物玻璃（卤化物、氮化物、硫化物、硫卤化物、金属玻璃等）以及光学纤维等。

根据用途不同，特种玻璃分为防辐射玻璃、激光玻璃、生物玻璃、多孔玻璃、非线性光学玻璃和光纤玻璃等。

传统的无机非金属材料之三：水泥

水泥是指加入适量水后可成塑性浆体，既能在空气中硬化又能在水中硬化，并能够将砂、石等材料牢固地胶结在一起的细粉状水硬性材料。




水泥的种类很多，按其用途和性能可分为：通用水泥、专用水泥和特性水泥三大类；按其所含的主要水硬性矿物，水泥又可分为硅酸盐水泥、铝酸盐水泥、硫铝酸盐水泥、氟铝酸盐水泥以及以工业废渣和地方材料为主要组分的水泥。目前水泥品种已达一百多种。

- 通用水泥为大量土木工程所使用的一般用途的水泥，如硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥、矿渣硅酸盐水泥、火山灰质硅酸盐水泥、粉煤灰硅酸盐水泥和复合硅酸盐水泥等。
- 专用水泥指有专门用途的水泥，如油井水泥、砌筑水泥等。
- 特性水泥则是某种性能比较突出的一类水泥，如快硬硅酸盐水泥、抗硫酸盐硅酸盐水泥、中热硅酸盐水泥、膨胀硫铝酸盐水泥、自应力铝酸盐水泥等。

2024 年安徽建筑大学 912 材料科学基础考研复习提纲

《材料科学基础》考研复习提纲

《材料科学基础》本科生教学重点提纲

课程编号:

课程名称: 材料科学基础/ Foundations of Material Science

学时/学分:

先修课程: 高等数学, 工程数学, 大学物理, 基础化学, 物理化学

适用专业:

开课学院(部)、系(教研室):

一、课程的性质与任务

通过该课程的学习,

1. 使学生掌握材料引言、晶体结构、晶体结构缺陷、非晶态结构与性质、表面结构与性质、相平衡与相图、基本动力学过程——扩散、材料中的相变、材料制备中的固态反应、烧结、腐蚀与氧化、疲劳与断裂等方面的科学原理与工程方法。
2. 全面理解材料科学中的共性规律, 即材料的组成-形成(工艺)条件-结构-性能-材料用途之间相互关系及制约规律。
3. 在建立材料领域科学基础的同时, 通过科学思维方法的训练, 培养学生运用科学原理解决实际问题的工程能力, 为将来从事材料设计及研发奠定必要的基础。

二、课程的教学内容、基本要求及学时分配

(一) 教学内容

1. 绪论

金属材料、无机非金属材料、聚合物、复合材料; 材料结构层次、工程材料常见性质与性能、材料的加工工艺、材料性能的环境效应; 材料的选择

2. 晶体结构

空间点阵、结晶学指数、晶向与晶面的关系、晶带轴定理; 晶体中质点间的结合力、晶体的结合力与结合能; 最紧密堆积原理与方式、同质多晶与类质同晶及晶型转变; 金属晶体的结构、非金属元素单质的晶体结构; 无机化合物结构: AX 型结构、AX₂ 型结构、A₂X₃ 型结构、AX₃ 型和 A₂X₅ 型结构、ABO₃ 型结构、ABO₄ 型(白钨矿型)结构及声光效应、AB₂O₄ 型(尖晶石)结构、无机化合物结构与鲍林规则; 硅酸盐晶体结构: 硅酸盐晶体的组成表征、结构特点及分类、岛状结构、组群状结构、链状结构、层状结构、架状结构; 高分子材料结构: 高分子的链结构、高分子的聚集态结构;

3. 晶体结构缺陷

晶体结构缺陷的类型: 按缺陷的几何形态分类、按缺陷产生的原因分类; 点缺陷: 点缺陷的符号表征——Kroger-Vink 符号、缺陷反应表示法、热缺陷浓度的计算、热缺陷在外力作用下的运动、热缺陷与晶体的离子导电性; 线缺陷: 晶体的塑性和强度(选讲)、位错的类型、位错的伯格矢量及位错的性质、位错的应力场与应变能(选讲)、位错的运动、位错所受的力(选讲)、位错的反应、位错与点缺陷的交互作用(选讲); 面缺陷: 晶界(位错界面)、堆积层错、反映孪晶界面; 固溶体: 固溶体的分类、置换型固溶体、间隙型固溶体、形成固溶体后对晶体性质的影响、固溶体的研究方法; 非化学计量化合物: 由于负离子缺位, 使金属离子过剩、由于间隙正离子, 使金属离子过剩、由于间隙负离子, 使负离子过剩、由

于正离子缺位，使负离子过剩；

4. 非晶态结构与性质

熔体的结构：对熔体的一般认识、硅酸盐熔体结构——聚物理理论；熔体的性质：粘度、表面张力；玻璃的形成：玻璃的通性、玻璃的转变、玻璃的形成；玻璃的结构：晶子学说、无规则网络学说、两大学说的比较与发展；

5. 表面结构与性质

固体的表面及其结构：固体的表面、固体的表面结构；固体的界面及其结构：固体的界面、陶瓷晶界结构（选讲）；润湿与粘附：润湿的类型、接触角和 Young 方程、非理想固体表面上的接触角（选讲）、粘附及其化学条件；测定固体表面成分和结构的方法（选讲）：低能电子衍射（LEED）、俄歇电子能谱（AES）、扫描隧道显微镜（STM）、原子间力显微镜（AFM）；

6. 相平衡和相图

相平衡及其研究方法（选讲）：相平衡的基本概念、相律、相平衡的研究方法、应用相图时需注意的几个问题；单元系统：具有多晶转变的单元系统相图、专业单元系统相图举例；二元系统：二元系统相图的基本类型、专业二元系统相图举例；三元系统：三元系统组成表示法、浓度三角形的性质、三元系统相图的基本类型、专业三元系统相图举例；交互三元系统（选讲）：组成表示方法、交互三元系统相图的基本类型；四元系统（选讲）：四元系统组成的表示方法、浓度四面体的性质、具有一个低共熔点的四元系统相图、生成化合物的四元系统相图、专业四元系统相图举例；

7. 基本动力学过程——扩散

扩散动力学方程——Fick 定律：菲克第一定律、菲克第二定律；Fick 定律的应用：稳态扩散及其应用、非稳态扩散及其应用（选讲）；固体扩散机构与扩散系数：原子随机行走与扩散、扩散的微观机制、扩散机构和扩散系数的关系、扩散系数的测定；扩散系数与浓度的关系——伊野方法（选讲）：问题引出、数学处理；多元系统中的扩散（选讲）：能斯特-爱因斯坦（Nernst-Einstein）公式、克肯达尔（Kirkendall）效应、达肯（Darken）方程；影响扩散的因素：外在因素、内在因素；

8. 材料中的相变

相变概述：相变分类、相变条件；液相-固相的转变——成核-生长相变：晶核生成速率、晶体生长速率、总的结晶速率、影响结晶速率的因素；液相-液相的转变——调幅分解（选讲）：液相的不混溶现象、调幅分解的动力学、分相的结晶化学观点；马氏体相变（选讲）：马氏体相变概念与特征、马氏体转变热力学、马氏体转变动力学、不同材料中的马氏体转变、马氏体的特殊性能及应用；有序-无序转变（选讲）：概念和定义、有序合金类型、有序-无序转变的热力学分析、有序-无序转变的动力学分析；相变与弥散强化：相变的强化效应、弥散强化、有序强化；

9. 材料制备中的固态反应

固态反应概论：固态反应分类、固态反应特征；固态反应机理：相界面上化学反应机理、相界面上反应和离子扩散的关系、中间产物和连续反应、不同反应类型和机理；固态反应动力学：一般动力学关系、化学动力学范围、扩散动力学范围、通过流体相传输的反应和动力学表达式（选讲）、过渡范围；材料制备中的插层反应：插层反应对晶体结构的要求、插层复合法制备有机-无机纳米复合材料（选讲）；影响固态反应的因素：反应物化学组成的影响、反应物颗粒及均匀性的影响、反应温度的影响、压力和气氛的影响、反应物活性的影响；

10. 烧结

烧结概述：烧结理论研究的历史、烧结的基本类型；烧结过程及机理：烧结过程、烧结推动力、烧结机理；固相烧结：烧结初期、烧结中期、烧结末期；再结晶和晶粒长大：初次再结晶、晶粒长大、二次再结晶；液相烧结（选讲）：带有液相烧结的特点、颗粒重排、溶

解-沉淀、粘性或塑性流动烧结的动力学关系；非常规烧结（选讲）：热压烧结、热等静压烧结、电火花烧结、无包套热等静压烧结、反应烧结；影响烧结的因素：物料活性的影响、添加物的影响、气氛的影响、压力的影响；

11. 腐蚀与氧化

腐蚀：材料腐蚀的基本概念、应力腐蚀、晶间（晶界）腐蚀；氧化（选讲）：金属氧化及其理论、金属氧化的界面行为、界面与稀土活性元素效应、内氧化合金中的金属 / 氧化物界面；辐射损伤；

12. 疲劳与断裂

疲劳：疲劳概念、疲劳裂纹扩展的物理模型（选讲）、疲劳裂纹扩展的力学行为与特征（选讲）；低温断裂与疲劳：韧-脆转化理论、低温疲劳；高温蠕变与疲劳：高温蠕变、高温疲劳；环境断裂——氢脆：氢脆、氢致开裂机理；材料的疲劳与断裂；

（二）基本要求

1. 掌握材料科学基础教材中各个章节的基本概念及重要术语；

2. 掌握材料的组成-结构-性质-性能之间的定性关系及制约规律，为按预定性能设计材料奠定基础；

对于材料的组成、结构、性质关系模块，熟悉化学键、晶格能、结合能、晶体微观结构等与材料的宏观性质——熔点、硬度、导电性、力学、物理、结晶学等相关性质或性能之间的关系；能够实行晶胞立体图和投影图之间的相互转换，并从中得出相关结构信息；

建立晶体结构缺陷与材料性质、材料的动力学过程之间的定性过定量关系；了解固溶体、非化学计量化合物的形成条件及其与材料性质之间的相互关系，具备运用相关知识对材料实施改性的初步基础；

熟悉晶态-非晶态结构、性质的差异及相互转换，非晶态的形成方法及结构模型；

熟悉表面、界面相与体相在结构及性质上的差异、界面行为等，能够运用界面知识理解材料的环境行为；

3. 对于多相系统静态（热力学近平衡状态下）条件下相平衡模块，重点掌握三原系统基本类型、原理及分析相图的各种方法，能够运用基本原理熟悉地分析各种专业相图；理解材料生产中的静、动态之间的联系与差异，并能在一定层次上研制开发新材料。

4. 对于材料动态条件下的结构形成（高温动力学）模块，掌握各种动力学过程的描述方法及动力学方程建立、求解、应用的基本条件；通过动力学过程中各种宏观、微观、内在、外在影响因素的改变与控制实现对显微结构和性质的调控；

5. 对于材料的环境行为效应模块，了解腐蚀、氧化、疲劳与断裂等基本环境行为效应，了解材料服役中性能变化规律，积累运用科学原理解决实际问题的工程能力；

（三）学时分配

本课程的教学时数为 80 学时，课内外学时分配如下表：

课程内容	教学环节			
	学时	讲 课	习题课	小 计
材料引言		2		2
晶体结构		16		16
晶体结构缺陷		10		10
非晶态结构与性质		6		6
表面结构与性质		6		6
相平衡与相图		10	2	12
基本动力学过程-扩散		6		6
材料中的相变		6		6

材料制备中固相反应	4		4
材料制备中的烧结与显微结构的控制	6		6
腐蚀与磨损、疲劳与断裂	4		4
复习		2	2
合计	76	4	80

(四) 课程内容的重点、难点

1. 材料引言

重点：材料种类、结构-性质-工艺过程之间的关系

难点：材料的选择

2. 晶体结构

重点：晶体结构基础知识、质点间键合与晶体结构、晶体结构与性质

难点：硅酸盐晶体结构与性质

3. 晶体结构缺陷

重点：缺陷种类、点缺陷与材料的光电性质、组成缺陷与固溶体、面缺陷与材料韧性

难点：线缺陷与材料的力学性质、非化学计量化合物与半导体

4. 非晶态结构与性质

重点：熔体结构、玻璃形成、玻璃结构

重点：熔体性质

5. 表面结构与性质

重点：固体表面结构、单晶表面结构、吸附与粘附、摩擦

难点：非单晶表面结构

6. 相平衡与相图

重点：单元系统、二元系统、三元系统

难点：三原系统专业相图、三元交互系统

7. 基本动力学过程-扩散

重点：扩散动力学方程—Fick 定律、固体扩散机构与扩散系数、影响扩散的因素

难点：Fick 定律应用的数学描述、扩散系数与浓度的关系—佷野方法

8. 材料中的相变

重点：相变热力学、成核-生长相变、马氏体相变、有序-无序转变、相变与弥散强化

难点：旋节分解动力学描述

9. 材料制备中固相反应

重点：固相反应概论、固相反应机理、固相反应动力学、影响固相反应的因素

难点：动力学方程建立与求解

10. 材料制备中的烧结与显微结构的控制

重点：烧结概论、烧结机理、固相烧结、液相烧结、再结晶与晶粒长大、影响烧结的因

素

难点：动力学方程建立与求解

11. 腐蚀与磨损

重点：腐蚀、氧化、辐射损伤、疲劳、断裂起源与评价

难点：环境行为的物理模型与数学描述

(五) 考核方式

闭卷占 80%，平时成绩占 20%。

三、课程改革与特色

2024 年安徽建筑大学 912 材料科学基础考研核心题库

《材料科学基础》考研核心题库之简答题精编

1. 简述影响扩散系数的主要因素。

【答案】影响扩散的因素：①温度的影响。温度越高，扩散越快。②晶体结构的影响。结构不同，扩散系数不同。③固溶体类型对扩散的影响。不同的固溶体，原子的扩散和机制不同。④固溶体浓度对扩散的影响。浓度越大，扩散越容易。⑤晶体缺陷的影响。晶界、位错、空位都会对扩散产生影响。⑥化学成分对扩散的影响。加入化学元素对扩散会产生阻碍。

2. 一种合金能够产生析出硬化的必要条件是什么?有人说：“一种析出硬化型合金可通过用适当温度水淬的方法予以软化。”这种说法对否,解释之。

【答案】①能够产生析出硬化的条件是合金在加热、冷却过程中有固溶度变化，即高温时为单一固溶体，室温时为两相组织，如铝铜合金。②析出硬化型合金不可以通过用适当温度的水淬冷方法予以软化，原因是将其加热到高温后为单一固溶体组织，快冷后获得单一固溶体，此时硬度虽不高，但随后将产生析出硬化。因此析出硬化型合金只能通过时效方法来软化。

3. 为什么合金钢比碳钢的力学性能好?热处理变形小?合金工具钢的耐磨性、热硬性比碳钢高?

【答案】(1)合金元素加入后并经适当热处理，可使钢的力学性能提高或得以改善。(2)合金元素(除Co外)加入后使钢的淬透性增加，因此获得同样组织时合金钢可选择较缓的冷却介质，故热处理变形小。(3)合金工具钢由于含有一些合金元素，与钢中的碳形成合金碳化物，而这些合金碳化物的硬度高、熔点高，所以合金工具钢的耐磨性、热硬性比碳钢高。

4. 向镍中加入尺寸为 10~50nm 的氧化钽颗粒，经过 40%轧制，该材料表现出很高的高温强度，试说明其原因。

【答案】由两相合金的再结晶理论，如果第二相颗粒很细(小于 $0.3\ \mu\text{m}$)，间距又很小(小于 $1\ \mu\text{m}$)，第二相粒子将抑制再结晶晶核的形成。本题所加第二相粒子尺寸小于 $0.3\ \mu\text{m}$ ，故加入一定体积分数氧化钽，可以提高高温性能。这是因为再结晶晶核形成之前，亚晶核长大的过程中就遇到了第二相颗粒的阻碍，抑制了再结晶晶核的形成，阻碍了再结晶的发生，使之熔化之前也不发生再结晶。故高温工作时，位错密度较高，变形抗力高。此外，氧化钽粒子阻碍位错的运动，增加了塑变阻力，故增高了高温性能。

5. 分析碳和合金元素在高速钢中的作用及高速钢热处理工艺的特点。

【答案】化学成分:高碳的目的是为了和碳化物形成元素 Cr、W、Mo、V 等形成碳化物，并保证得到强硬的马氏体基体以提高钢的硬度和耐磨性。W、Mo、V 主要是提高钢的红硬性，因为这些元素形成的碳化物硬度高，产生“二次硬化”效应，因而显著提高钢的红硬性、硬度和耐磨性。Cr 主要是提高钢的淬透性。其工艺突出的特点是淬火加热温度非常高，回火温度高、次数多，淬火加热时采用预热。

6. 何为传统上的“陶瓷”?何为特种陶瓷?两者在成分上有何异同。

【答案】普通陶瓷是以天然的硅酸盐矿物为原料(如粘土、长石、石英)经过原料加工——成型——烧结而得到的无机多晶固体材料。因此，这类陶瓷又叫硅酸盐陶瓷。为了改善普通陶瓷的性能，人们发现天然原料中带来的杂质颇为不利，因此采用了纯度较高的人工合成原料，并沿用普通陶瓷的成型、烧结工艺而制得新的陶瓷品种。这类陶瓷称为特种陶瓷，例如氧化物陶瓷、压电陶瓷等。成分异同:(1)传统陶瓷以粘土、长石、石英为原料。(2)特种陶瓷:采用人工合成原料(无杂质或杂质较少的各种化合物，例如氧化物、氮化物、碳化物)经传统工艺成型及烧结而成，其成分特点是比传统陶瓷杂质少，由于采用人工合成的粉粒，故成分可以调整。

7. 试绘出体心立方晶胞示意图, 在晶胞中画出体心立方晶体的一个滑移系, 标出指数; 说明体心立方结构的单相固溶体合金在冷塑性变形中的特点。

【答案】体心立方晶胞示意于图 1, 晶胞中的一个滑移系为 $(111)[\bar{1}11]$ 。

体心立方结构的单相固溶体合金在冷塑性变形表现出的特点为加工硬化、屈服现象和应变时效。

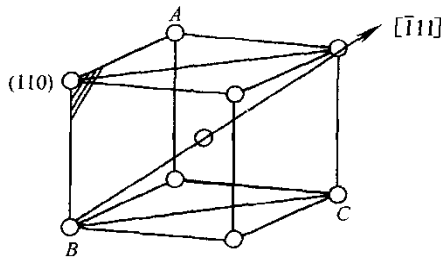


图 1

8. 为什么铸铁生产中, 具有三低(碳、硅、锰含量低)一高(硫含量高)化学成分的铸铁易形成白口? 为什么同一铸件中往往表层和薄壁处易形成白口?

【答案】成分: (a) HT150: $w_C = (2.5 \sim 4)\%$ 、 $w_{Si} = (1 \sim 2.5)\%$ 、 $w_{Mn} = (0.5 \sim 1.3)\%$ 、 $w_P \leq 0.3\%$ 、 $w_S \leq 0.15\%$ 。b)。(b) 20 钢: $w_C = (0.17 \sim 0.24)\%$ 、 $w_{Mn} = (0.35 \sim 0.65)\%$ 、 $w_{Si} = (0.17 \sim 0.37)\%$ 、 $w_P \leq 0.035\%$ 、 $w_S \leq 0.035\%$ 。

成分差别: 铸铁 C、Si、P、S 的质量分数较高。

组织: (a) HT150: F+P+G(石墨); (b) 20 钢: F+P。

性能比较: 抗拉强度和硬度两者相差不大, 但抗拉强度 20 钢远远高于 HT150, HT150 的塑、韧性远低于 20 钢。HT150 减磨性、铸造性能、切削加工性能好于 20 钢。而 20 钢的焊接性能、锻造性能好于 HT150 (HT150 不能锻造)。

9. 为什么多元合金凝固时会出现成分过冷? 成分过冷对合金的凝固组织有什么影响?

【答案】多元合金凝固过程中熔点高的元素先凝固, 如果合金搅拌不够充分, 将会使低熔点的元素富集在凝固界面前沿, 降低凝固界面前沿液相的实际凝固温度, 这时即使是正的温度梯度, 凝固界面前沿也可能出现过冷度随离开界面距离增加而增大的现象, 这种现象称为成分过冷现象。成分过冷现象的出现将使多元合金即使在正的温度梯度下也可能出现胞状组织或枝晶组织。

10. 结合不锈钢所用合金元素的作用, 试分析各类不锈钢的主要特性? 主要不足是什么? 如何防止或克服?

【答案】不锈钢根据钢的组织特点可以分为马氏体不锈钢、铁素体不锈钢、奥氏体不锈钢三种。马氏体不锈钢属铬不锈钢, 随含碳量的增加, 钢的强度、硬度、耐磨性提高, 但耐蚀性下降, 因碳与铬形成碳化铬, 使其电位不能跃升, 为了提高耐蚀性及机械性能, 通常要进行淬火与回火。铁素体不锈钢也属于铬不锈钢, 从室温加热到高温 ($960 \sim 1100\text{ }^\circ\text{C}$) 组织无变化, 抗大气与耐酸能力强, 但在加热过程中若晶粒粗化后就不能用热处理方法来细化, 只能用塑性变形与再结晶来改善。奥氏体不锈钢属于镍铬钢, 此钢具有很好的耐蚀性与耐热性, 但是在 $450 \sim 850\text{ }^\circ\text{C}$ 下, 会出现晶间腐蚀, 通常通过降低碳的质量分数, 加入能形成稳定碳化物的元素 (例如 Ti) 及适当热处理来防止晶间腐蚀。

11. 奥氏体在什么条件下可以转变为片状珠光体? 在什么条件下将转变为粒状珠光体?

【答案】奥氏体化温度较高, 保温时间较长, 奥氏体成分均匀, 冷却速度较快时易形成片状珠光体。

奥氏体化温度较低, 保温时间较短, 加热转变未充分进行, 奥氏体成分不均匀, 随后冷却时珠光体转变等温温度较高, 等温时间足够长或冷却速度极慢易形成粒状珠光体。

12. 简要说明孪生与滑移的不同, 比较它们在塑变过程中的作用。

【答案】孪生使一部分晶体发生了均匀切变, 滑移只集中在滑移面上进行; 孪生使一部分晶体位向发

生了改变, 滑移不改变晶体位向; 孪生要素与滑移系通常不同; 孪生的临界切应力比滑移大得多, 孪生的应力-应变曲线呈锯齿状, 而滑移的应力-应变曲线呈光滑状; 孪生变形速率远高于滑移。孪生对塑变的直接贡献不如滑移大, 但由于孪生改变了晶体位向, 可使处于硬位向的滑移系转到软位向而参与滑移, 这对滑移系少的密排六方金属显得尤为重要。

13. 试用塑性变形位错理论说明金属材料的晶粒越细小其强度越高的原因。

【答案】金属多晶体材料塑性变形时, 粗大晶粒的晶界处塞积的位错数目多, 形成较大的应力场, 能够使相邻晶粒内的位错源启动, 使变形继续; 相反, 细小晶粒的晶界处塞积的位错数目少, 要使变形继续, 必须施加更大的外加作用力以激活相邻晶粒内位错源, 因此, 细晶材料要发生塑性变形需要更大外部作用力, 即晶粒越细小晶体强度越高。

14. 如果以 20Cr、20CrMnTi 及 20Cr2Ni4W 作为渗碳用钢, 它们在力学性能、工艺性能及工艺特点上有什么差异? 为什么?

【答案】20Cr 属于低淬透性渗碳钢, 适于制造受力不大的小型耐磨零件, 渗碳温度为 900~920℃, 淬火温度为 860~890℃(水淬或油淬), 回火温度为 180℃。20CrMnTi 属于中淬透性渗碳钢, 用于制造尺寸较大、承受中等载荷的零件, 渗碳温度为 930~950℃, 淬火温度为 870~890℃(油淬), 回火温度为 190℃, 20Cr2Ni4W 属于高淬透性渗碳钢, 用于制造重载荷、大截面、要求高耐磨性及良好韧性的零件, 渗碳温度为 900~950℃, 淬火温度为 880℃, 且在 780℃时进行二次淬火, 回火温度为 190℃。之所以有差异, 主要是受合金元素的种类及含量的影响。

15. 面心立方金属单晶体沿[001]拉伸可有几个等效滑移系同时启动? 沿[111]拉伸可有几个等效滑移系同时启动? 并具体写出各滑移系的指数。

【答案】根据“映象规则”, 利用立方晶体的 001 标准投影, 可知当 FCC 结构的晶体沿[001]轴拉伸时, 其等效滑移系共有 8 个, 分别是:

(111)[0 $\bar{1}$ 1]、(111)[$\bar{1}$ 01]、($\bar{1}$ 11)[0 $\bar{1}$ 1]、($\bar{1}$ 11)[101]、($\bar{1}$ 1 $\bar{1}$)[101]、($\bar{1}$ 1 $\bar{1}$)[011]、($\bar{1}$ 1 $\bar{1}$)[$\bar{1}$ 01]、($\bar{1}$ 1 $\bar{1}$)[011]。当 FCC 结构的晶体沿[111]方向拉伸时, 其等效滑移系有 6 个, 分别是:
(11 $\bar{1}$)[011]、(11 $\bar{1}$)[110]、(11 $\bar{1}$)[011]、(11 $\bar{1}$)[101]、($\bar{1}$ 11)[101]、($\bar{1}$ 11)[110]。

16. 说明合金强化的主要机制。

【答案】(1) 细晶强化: 通过增加晶粒数目, 提高晶界对移动位错的阻碍作用, 从而达到强化的效果。

(2) 固溶强化: 即将溶质原子溶入基体金属中, 使基体金属产生点阵畸变, 从而抑制位错源的活动以提高基体金属的强度。

(3) 形变强化: 即当晶体经过形变之后, 使晶体内部的位错发生塞积或缠结, 难以运动, 从而达到强化基体的目的。

(4) 第二相强化: 即通过第二相粒子均匀弥散分布在基体上, 阻止位错的运动或增加位错运动的阻力, 提高合金的强度。

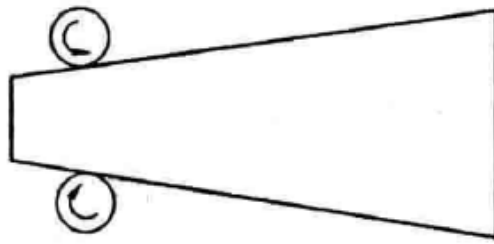
17. 已知 727℃时, 碳在奥氏体中的溶解度为 $w_c = 0.77\%$, 而在铁素体中的极限溶解度仅为 $w_c = 0.0218\%$ 。请解释二者差别如此明显的原因。

【答案】奥氏体为面心立方结构, 碳原子位于其八面体间隙中; 铁素体为体心立方结构, 碳原子位于其扁八面体间隙中。面心立方的八面体间隙半径与铁原子半径之比(0.414)大于体心立方的八面体间隙半径与铁原子半径之比(0.155), 而碳原子半径大于间隙半径, 一个碳原子固溶于奥氏体中所引起的晶体能量增高远小于固溶于铁素体中所引起的晶体能量增高

18. 将一个楔形铜片, 置于间距恒定的两个轧辊之间轧制, 如下图所示。

(1) 画出此铜片完全再结晶之后, 晶粒的大小沿着片长方向变化的示意图。

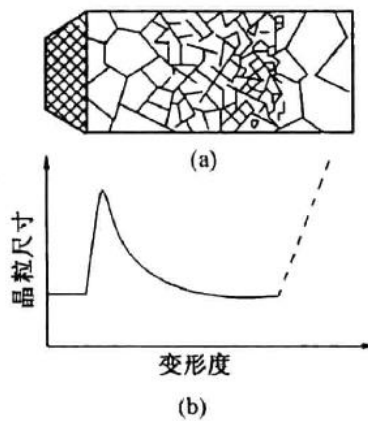
(2) 如果在较低的温度退火, 何处先发生再结晶, 为什么?



图

【答案】(1) 完全再结晶之后, 晶粒沿着片长方向变化如图 1 所示。最窄处无形变或者是变形度极小, 不能发生再结晶, 退火时晶粒尺寸不变。在较窄处处于临界变形度, 变形量约为 2%~10%, 储存能少, 可以发生再结晶, 但是生核率很低, 故再结晶后晶粒特别粗大; 超过临界变形度, 随着变形度增加, 再结晶驱动力逐渐增大, 故再结晶形核率增大, 使晶粒变细。当变形量很大时, 要产生再结晶织构, 如果再结晶温度较高时, 会产生晶粒异常长大, 退火后形成异常大的晶粒。

(2) 变形量越大, 储存能越高, 再结晶驱动力越大, 再结晶温度越低。故在较宽处变形度最大, 可以首先发生再结晶。



图

19. 同素异晶转变、马氏体相变、脱溶转变有何主要区别?

【答案】同素异晶转变主要是纯组元固态下出现的相变, 没有成分变化, 短程扩散过程控制; 马氏体相变是无扩散、切变型相变, 在纯金属及合金中都会出现, 是界面过程控制的。脱溶出现在合金中, 有成分变化, 主要是长程扩散控制的。

20. 未来材料科学研究具有什么样的特点? 材料科学的发展方向是什么?

【答案】目前, 由于对新材料的需求日益增长, 人们希望在材料研制中尽可能地增加理论预见性、减少盲目性。客观上由于现代化物理化学等基础科学的深入发展, 提供了许多新的原理与概念, 更重要的是计算机信息处理技术的发展, 以及各种材料制备及表征评价技术的进展, 使材料研制及设计出现一些新的特点。

①在材料的微观结构设计方面, 将从显微构造层次($\sim 1\mu\text{m}$)向分子、原子层次(1~10nm)及电子层次(0.1~1nm)发展(研制微米、纳米材料)。

②将有机、无机和金属三大类型材料在原子、分子水平上混合而构成所谓“杂化”(Hybrid)材料的构思设想, 探索合成材料新途径。

③在新材料研制中, 在数据库和知识库存的基础上, 利用计算机进行新材料的性能预报, 利用计算机模拟揭示新材料微观结构与性能的关系。

2024 年安徽建筑大学 912 材料科学基础考研题库[仿真+强化+冲刺]

安徽建筑大学 912 材料科学基础考研仿真五套模拟题

2024 年材料科学基础五套仿真模拟题及详细答案解析（一）

一、简答题

1. 试分析铁碳双重相图产生的原因。

【答案】从热力学上分析得知，石墨的自由能总量低于 Fe_3C 。因此，石墨是更稳定的相，而 Fe_3C 是介稳定相，故通常将 $\text{Fe-Fe}_3\text{C}$ 称为介稳定系，而将 Fe-C 系称为稳定系。

从动力学上分析，由于 Fe_3C 含碳 6.69%，而石墨含碳 100%，而常用钢铁材料的含碳量小于 5%。这样，形成石墨相所需的成分起伏比形成 Fe_3C 大得多，也就是说形成石墨核心比形成 Fe_3C 核心要难得多。

因此，热力学的稳定性和动力学上进行的难易决定了在不同条件下，铁碳合金两个二元系都可能发生。

2. 未来材料科学研究具有什么样的特点？材料科学的发展方向是什么？

【答案】目前，由于对新材料的需求日益增长，人们希望在材料研制中尽可能地增加理论预见性、减少盲目性。客观上由于现代化物理化学等基础科学的深入发展，提供了许多新的原理与概念，更重要的是计算机信息处理技术的发展，以及各种材料制备及表征评价技术的进展，使材料研制及设计出现一些新的特点。

①在材料的微观结构设计方面，将从显微构造层次（ $\sim 1\mu\text{m}$ ）向分子、原子层次（ $1\sim 10\text{nm}$ ）及电子层次（ $0.1\sim 1\text{nm}$ ）发展（研制微米、纳米材料）。

②将有机、无机和金属三大类型材料在原子、分子水平上混合而构成所谓“杂化”（Hybrid）材料的构思设想，探索合成材料新途径。

③在新材料研制中，在数据库和知识库存的基础上，利用计算机进行新材料的性能预报，利用计算机模拟揭示新材料微观结构与性能的关系。

④深入研究各种条件下材料的生产过程，运用新思维，采用新技术，来开发新材料，进行半导体超晶格材料的设计，即所谓“能带工程”或“原子工程”就是一例。它通过调控材料中的电子结构，按新思维获取由组成不同的半导体超薄层交替生长的多层异质周期结构材料，从而极大地推动了半导体激光器的研制。

⑤选定重点目标，组织多学科力量联合设计某种新材料，如按航天耐热材料的要求而提出的“功能梯度”材料（FGM）的设想和实践。

21 世纪的材料科学必将在科学技术迅猛发展的基础上，朝着高功能化、超高性能化、复杂化（复合化和复杂化）、精细化、生态环境化和智能化的方向发展，从而为人类社会的物质文明作出更大的贡献。

3. 说说你对材料的成分、组织、工艺与性能之间关系的理解。

【答案】材料的成分、组织、工艺与性能之间的关系非常紧密，互相影响。材料的性能与它们的化学成分和组织结构密切相关，材料的力学性能往往对结构十分敏感，结构的任何微小变化，都会使性能发生明显变化。材料工作者的最终目标是根据最终需求，设计出合理成分，制订最佳生产流程，而后生产出符合要求的材料。

如钢中存在的碳原子对钢的性能起着关键作用，许多金属材料中一些极微量的合金元素也足以严重影响其性能。然而由同一元素碳构成的不同材料如石墨和金刚石，也有着不同的性能，有些高分子的化学成分完全相同而性能却大不一样，其原因是它们有着不同的内部结构。

材料的内部结构可分为不同层次，包括原子结构、原子的排列方式，以及显微组织和结构缺陷。如果同样的晶体材料，它的晶粒或是“相”的形态和分布改变，就可以大大地改善它的性能。无论是金属、陶瓷、半导体、高分子还是复合材料，它们的发展无一不与成分和结构密切相关。只有理解和控制材料的结

构，才能得到人们所要求的材料性能。

而材料的制备/合成和加工不仅赋予材料一定的尺寸和形状，而且是控制材料成分和结构的必要手段。如钢材可以通过退火、淬火、回火等热处理来改变它们内部的结构而达到预期的性能，冷轧硅钢片经过复杂的加工工序能使晶粒按一定取向排列而大大减少铁损。飞机发动机的叶片可以通过铸造的凝固控制做成单晶体叶片，使之没有晶粒边界，大大提高它的使用温度和性能，光纤不仅要拉成微米级的细丝，而且要控制光纤从内到外的折射率的分布，等等。有时候可以说没有一种合成加工上的新的突破，就没有某一种新材料。如有了快速冷却的加工方法，才有了非晶态的金属合金。

4. 铸锭的一般组织可分为哪几个区域？写出其名称。并简述影响铸锭结晶组织的因素。

【答案】分为三晶区：激冷区、柱状晶区、中心等轴晶区。

影响铸锭结晶组织的因素：①液体过热度，越小越好；②凝固温度范围，越大越好，有利于枝晶的破碎；③温度梯度，越小越有利于等轴晶；④合金熔点低，温度梯度小；⑤搅拌或加孕育剂。

5. 奥氏体在什么条件下可以转变为片状珠光体？在什么条件下将转变为粒状珠光体？

【答案】奥氏体化温度较高，保温时间较长，奥氏体成分均匀，冷却速度较快时易形成片状珠光体。

奥氏体化温度较低，保温时间较短，加热转变未充分进行，奥氏体成分不均匀，随后冷却时珠光体转变等温温度较高，等温时间足够长或冷却速度极慢易形成粒状珠光体。

6. 何谓加工硬化？列出加工硬化的各种可能机制，说明加工硬化在工业上的应用。

【答案】金属在冷加工过程中流变应力随应变的增加而增加的现象称为加工硬化。

加工硬化的机制主要是位错之间的相互作用，如割阶的形成，位错交截、缠结，位错运动中与林位错的作用，面角位错的形成，以及溶质原子与位错的作用形成溶质原子气团等。

加工硬化在工业上的应用：金属在加工过程中塑性变形抗力不断增加，使金属变脆，需要进行多次中间退火，使金属的冷加工需要消耗更多的功率；加工硬化使金属基体具有一定的抗偶然过载的能力；加工硬化和塑性变形适当配合可使金属进行均匀塑性变形，有些加工方法要求金属必须有一定的加工硬化；加工硬化也是强化金属的重要手段之一，对某些纯金属加工硬化是提高强度的重要办法；有些零部件在工作条件下表面会不断硬化，达到表面耐冲击、耐磨损的要求；经过加工硬化后材料塑性降低，可以改善材料如低碳钢的切削加工性能；可以通过冷加工控制产品的最后性能。

7. 说明存在于面心立方晶格金属中(111)面的位错 $b_1 = a/2[10\bar{1}]$ 及 $(11\bar{1})$ 面的位错 $b_2 = a/2[011]$ 能发生位错反应的原因；生成位错的柏氏矢量及位错属性是什么？该位错反应发生对于金属的塑性变形将产生何种影响？

【答案】(1) 发生位错反应 $a/2[10\bar{1}] + a/2[011] \rightarrow a/2[110]$

能发生反应原因：①满足结构条件 $\vec{b}_1 + \vec{b}_2 = \vec{b}_3$ 。

②满足能量条件： $a^2/2 + a^2/2 > a^2/2$ 。

(2) 生成位错柏氏矢量 \vec{b}_3 为 $a/2[110]$ ，为纯刃型位错，可滑移面(001)面不是面心立方结构滑移面，所以为固定位错。

(3) 位错反应生成固定位错 $a/2[110]$ 将阻碍(111)， $(11\bar{1})$ 面上位错运动，宏观产生显著形变强化。

8. 说明相图中各水平线的相变过程，相变产物及反应条件。

【答案】包晶转变线 HJB (1495°C): $L_B + \delta_H \rightarrow \gamma_J$ ，即B点成分的L相与H点成分的 δ 相，在 1495°C 反应生成J点成分的 γ 相。

共晶转变线 ECF (1148°C): $L_C \rightarrow \gamma_E + \text{Fe}_3\text{C}$ ，即C点成分的液相在 1148°C 反应生成了由E点成分的 γ 相和 Fe_3C 组成的莱氏体。

共析转变线 PSK (727°C): $\gamma_S \rightarrow \alpha_P + \text{Fe}_3\text{C}$ ，即S点成分的 γ 相在 727°C 反应生成了由P点成分的 α 相和 Fe_3C 组成的珠光体。

二、计算题

9. 设碳原子均处于 γ -Fe中的八面体间隙, 试计算 γ -Fe中的八面体间隙被碳原子占据的最大比例。(铁的原子量为 55.85, 阿伏伽德罗(Avogadro)常数为 0.602×10^{24})

【答案】在 γ -Fe相中, C 浓度 $C_{\max} = 2.11\%$, 已知 γ -Fe为 FCC 结构, $n=4$, 每 100 个单胞中有 400 个 Fe 原子, 其质量分数为:

$$w_{\text{Fe}} = 1 - 2.11\% = 97.89\%$$

$$\text{总质量为: } M = \frac{400 \times 55.85}{0.9789} = 22821.5$$

$$\text{碳原子个数为: } n_c = \frac{MC_{\max}}{M_c} = \frac{22821.5 \times 0.0211}{12} = 40$$

可知, 每 100 个晶胞中有 40 个碳原子。

10. 同一滑移面上的两根正刃型位错, 其柏氏矢量为 b , 相距 L , 当 L 远大于柏氏矢量模 b 时, 其总能量为多少? 若它们无限靠近时, 总能量又为多少? 如果是异号位错结果又如何?

【答案】当两根刃型位错相距很远时, 总能量等于两者各自能量之和, 无论是同号位错还是异号位错, 均有

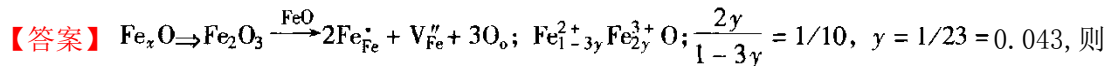
$$W = W_1 + W_2 = 2\alpha Gb^2$$

当两根正刃型位错无限靠近时, 相当于柏氏矢量为 $2b$ 的一个大位错的能量

$$W = \alpha \cdot G(2b)^2 = 4\alpha Gb^2$$

当两根异号刃型位错无限靠近时, 相遇相消, 其总能量为零。

11. 非化学计量化合物 Fe_xO 中, $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+} = 0.1$, 求 Fe_xO 中的 x 值和空位缺陷的浓度。

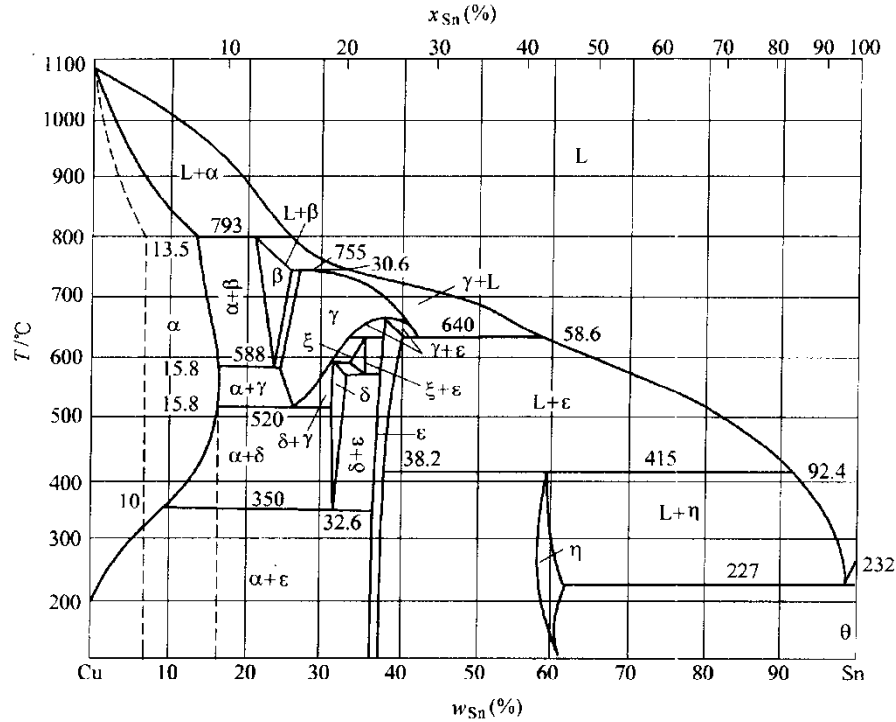


$x=1-y=0.957$, 空位浓度为 $0.043/(1+0.957)=2.2\%$

12. 下图为锡青铜(铜-锡二元合金)的平衡状态图。

(1) 结合此图所示, 识别其中有几个包晶转变、几个共晶转变、几个共析转变? 几种类型的固溶体? 并举例说明各是何种类型的固溶体?

(2) 分析含锡为 20%(Wt.) 的锡青铜的平衡结晶及其在随后的冷却至室温的过程中各经历了哪种相的转变? 其室温下的平衡组织是什么? 并绘制其组织示意图(标示出其中的基本组成物的名称)、计算组织中的基本组成相的含量各是多少?(图中虚线所示为不同快冷条件下的非平衡转变示意图曲线, 与本题要求无关。)



图

【答案】(1) 包晶转变： $\alpha + L \xrightarrow{793^\circ\text{C}} \beta$ ； $\beta + L \xrightarrow{755^\circ\text{C}} \gamma$ ； $\epsilon + L \xrightarrow{415^\circ\text{C}} \eta$

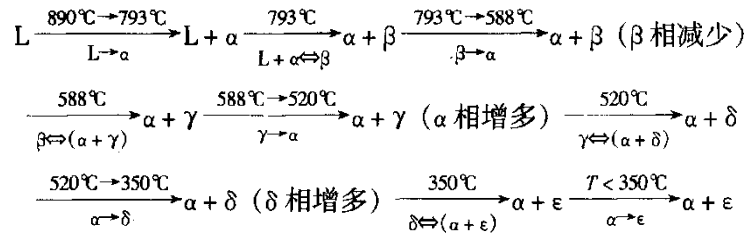
共晶转变： $L \xrightarrow{227^\circ\text{C}} \theta + \eta$

共析转变： $\beta \xrightarrow{588^\circ\text{C}} \alpha + \gamma$ ； $\zeta \xrightarrow{582^\circ\text{C}} \delta + \epsilon$

$\gamma \xrightarrow{520^\circ\text{C}} \alpha + \delta$ ； $\delta \xrightarrow{350^\circ\text{C}} \alpha + \epsilon$

相图中有两大类型的固溶体，其中有以纯金属为基的第一类固溶体，例如： α 、 θ 等，还有以化合物为基的第二类固溶体，例如： $\gamma(\text{Cu}_3\text{Sn})$ 、 $\delta(\text{Cu}_{31}\text{Sn}_8)$ 等。

(2) 成分为 20% (Wt.) 的锡青铜在平衡结晶过程中先后发生匀晶反应、包晶反应以及不同温度下的共析反应等，具体平衡结晶过程如下所示：



所以，最终组织为 $(\alpha + \epsilon)$ 。其中，相组成物相对含量：

$$\alpha\% = \frac{38.2 - 20}{38.2} \times 100\% = 47.64\% \quad \epsilon\% = 1 - \alpha\% = 52.36\%$$

13. 某金属单晶冷压 80%后，在 20 °C 停留 7 天后，性能恢复到一定程度。若在 100 °C 的时候，恢复到相同的程度则需要保温 50min，求该金属的回复激活能。

【答案】冷变型金属在不同温度下，恢复到相同程度所需要的时间 t 与回复温度 T 的关系为

$$\ln t = C + \frac{Q_R}{R} \cdot \frac{1}{T} \quad (1)$$

其中 C 为常数， Q_R 回复激活能， R 为气体常数。则

$$\ln t_1 - \ln t_2 = \frac{Q_R}{R} \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right)$$

附赠重点名校：材料科学基础 2016-2022 年考研真题汇编

第一篇、2022 年材料科学基础考研真题汇编

2022 年四川轻化工大学 801 材料科学基础考研专业课真题

四川轻化工大学 2022 年研究生招生考试业务课试卷

(满分：150 分，所有答案一律写在答题纸上)

适用专业：0817Z3 腐蚀与防护、0817Z5 材料化学工程、085601 材料工程

考试科目：801 材料科学基础 A 卷

考试时间：3 小时

一、选择题 (每小题 3 分，共 30 分)

1. 晶体中由于间隙原子、置换原子以及空位等点缺陷的存在，会引起晶体晶格畸变，从而使晶体的强度和硬度 ()。

(A) 提高； (B) 下降； (C) 不变； (D) 先升后降。

2. 1848 年布拉菲依据“每个阵点的周围环境相同”的要求，用数学分析法证明晶体中的空间点阵只有 () 种。

(A) 7； (B) 9；
(C) 10； (D) 14。

3. 铬、钼、钒、铁金属单晶体具有体心立方 (BCC) 晶体结构，该类晶体的滑移系是 ()。

(A) $\{110\}\langle 110\rangle$ ； (B) $\{110\}\langle 111\rangle$ ；
(C) $\{111\}\langle 110\rangle$ ； (D) $\{111\}\langle 111\rangle$ 。

4 晶体缺陷中的面缺陷是指 ()。

(A) 刃型位错； (B) 螺型位错；
(C) 晶界； (D) 弗兰克尔缺陷。

5. 经过大塑性冷变形的金属，在加热过程中会发生再结晶，发生再结晶后，性能指标增加的是 ()。

(A) 强度； (B) 塑性； (C) 硬度； (D) 残余内应力。

6. 常温下，面心立方金属单晶体塑性变形的主要方式是 ()。

(A) 刃型位错； (B) 螺型位错； (C) 滑移； (D) 扭折。

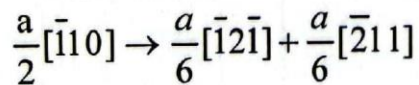
- 7.既能极大提高材料强度，又同时极大降低材料塑性的强化方式是（ ）。
- (A) 弥散强化；(B) 细晶强化；(C) 形变强化；(D) 固溶强化。
8. 受外力作用螺型位错将在晶体中发生滑动，滑动过程中螺型位错的位错线与柏氏矢量相互呈（ ）。
- (A) 60°；(B) 垂直；(C) 120°；(D) 平行。
- 9.间隙固溶体晶内扩散的主要机制是（ ）。
- (A) 短路扩散；(B) 间隙扩散；(C) 空位扩散；(D) 晶界扩散。
- 10 下列反应式属于包晶反应的是（ ）。(注：L 表示液相， α 、 β 、 γ 表示固相)
- (A) $L+\gamma\rightarrow\beta$ ；(B) $\gamma\rightarrow\alpha+\beta$ ；
(C) $L\rightarrow\alpha+\beta$ ；(D) $\alpha+\beta\rightarrow L$ 。

二、名词解释（每小题 5 分，共 15 分）

- 1.上坡扩散； 2.共价键； 3.过冷度

三、简答题（每小题 6 分，共 30 分）

- 1.具有面心立方结构的单晶铝棒，在沿棒轴 $[123]$ 方向加 147Mpa 的拉应力时，即开始沿滑移系滑动，求沿 $(\bar{1}11)$ 面 $[\bar{1}01]$ 方向滑移时的临界分切应力。(注：保留小数点后 1 位数)
- 2.什么是细晶强化？简要说明为什么细晶强化既能提高材料强度、又能同时提高材料塑性。
- 3.请给出细化铸锭晶粒的一种方法并进行说明。
- 4.判断下列位错反应能否自发进行：

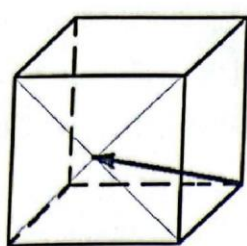


- 5.由铁碳相图（见五、综合题第 2 小题），确定下列三种钢在给定温度下的显微组织。

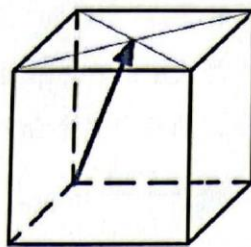
含碳量 W_c (%)	温度 ℃	显微组织	温度 ℃	显微组织
0.30	710		840	
0.77	720		780	
1.2	680		740	

四、作图题 (共 30 分)

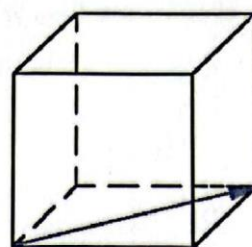
1. (15 分) 写出下列立方晶系晶胞中的晶向指数。



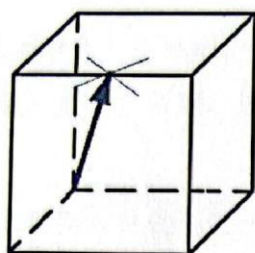
(1)



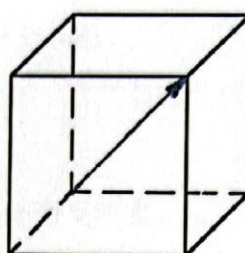
(2)



(3)

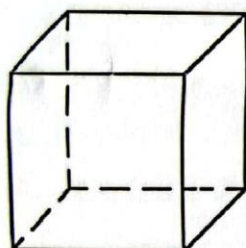


(4)

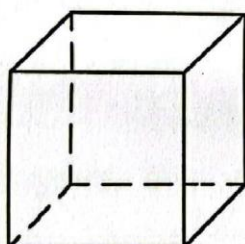


(5)

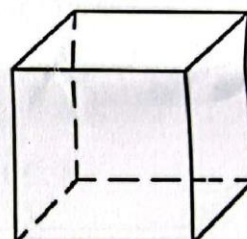
2. (15 分) 在立方晶系晶胞内，画出下列晶面指数的晶面。



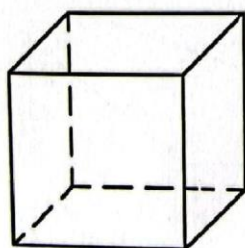
(1) 晶面 (110)



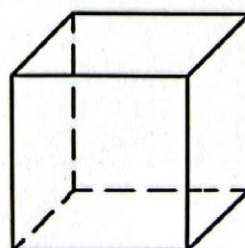
(2) 晶面 (211)



(3) 晶面 (120)



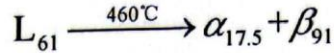
(4) 晶面 (121)



(5) 晶面 $(\bar{1}12)$

五、综合题（共 45 分）

1. (15 分) 已知二元合金中 A 熔点 575°C、B 熔点 730°C，在液态时 AB 二组元无限互溶。固态时 B 在 A 中的最大固溶度(质量分数)为 $W_B=17.5\%$ ，室温时为 $W_B=5\%$ ；而固态时 A 在 B 中的最大固溶度(质量分数)为 $W_A=9\%$ ，室温时为 $W_A=0\%$ 。在 460°C 时，含 $W_B=61\%$ 的液态合金发生共晶反应，转变式是：



试绘出 A-B 合金相图，并标注出各区域的相。

2. (30 分) 根据铁碳合金平衡相图，回答下列问题。

1) 写出工业纯铁、共析钢、过共析钢、亚共晶白口铸铁、共晶白口铸铁的室温显微组织。

2) 写出共析转变和共晶转变的三相平衡反应式。

3) 画出含碳量为 0.65% 的铁碳合金的结晶过程示意图。

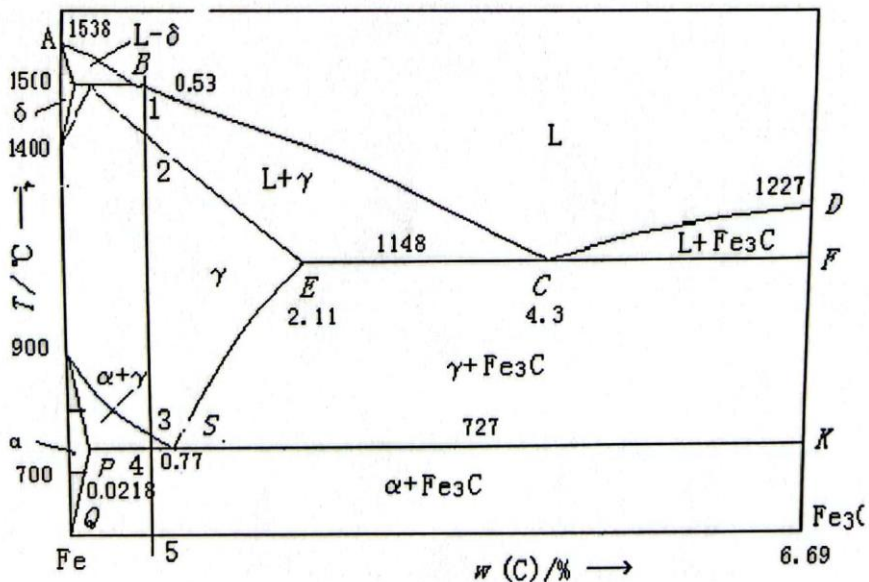
4) 计算：

① 室温下 0.65% C 的铁碳合金中，组织组成物的相对质量百分数；

(注：忽略 $\text{Fe}_3\text{C}_{\text{III}}$ ，保留小数点后 1 位数)

② 室温下 0.65% C 的铁碳合金中，相组成物的相对质量百分数。

(注：忽略室温下碳在铁中的溶解度，保留小数点后 1 位数)



Fe-C 合金相图

以上为本书摘选部分页面仅供预览，如需购买全文请联系卖家。

全国统一零售价： **¥ 268.00元**

卖家联系方式： 客服电话： 17165966596（同微信）

微信扫码加卖家好友：

微信客服

购买资料 | 咨询问题 | 加我好友



长按二维码加官方微信客服
实时客服在线一对一回复

考研内部群

笔记文档 | 资源更新 | 免费加入



长按二维码加入考研云内部群
群内每天发笔记及重点更新目录