

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年中原工学院

814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

高分学长学姐推荐



【初试】2024 年中原工学院 814 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

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。

二、2024 年中原工学院 814 材料科学基础考研资料

2. 《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中原工学院 814 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中原工学院 814 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中原工学院 814 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中原工学院 814 材料科学基础考研核心题库之简答题精编。

②中原工学院 814 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]

①2024 年中原工学院 814 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。

②2024 年中原工学院 814 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。

③2024 年中原工学院 814 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

3. 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、2024 年研究生入学考试指定/推荐参考书目（资料不包括教材）

4. 中原工学院 814 材料科学基础考研初试参考书

《材料科学基础》第二版，石德珂主编，机械工业出版社

五、本套考研资料适用学院和专业

材料与化工学院

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异议请直接联系我们，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 年中原工学院 814 材料科学基础备考信息.....	9
中原工学院 814 材料科学基础考研初试参考书目.....	9
中原工学院 814 材料科学基础考研招生适用院系.....	9
2024 年中原工学院 814 材料科学基础考研核心笔记	10
《材料科学基础》考研核心笔记.....	10
第 1 章 材料结构的基本知识.....	10
考研提纲及考试要求	10
考研核心笔记.....	10
第 2 章 材料中的晶体结构.....	15
考研提纲及考试要求	15
考研核心笔记.....	15
第 3 章 高分子材料的结构.....	36
考研提纲及考试要求	36
考研核心笔记.....	36
第 4 章 晶体缺陷.....	58
考研提纲及考试要求	58
考研核心笔记.....	58
第 5 章 材料的相结构及相图.....	79
考研提纲及考试要求	79
考研核心笔记.....	79
第 6 章 材料的凝固与气相沉积.....	113
考研提纲及考试要求	113
考研核心笔记.....	113
第 7 章 扩散与固态相变.....	130
考研提纲及考试要求	130
考研核心笔记.....	130
第 8 章 材料的变形与断裂.....	148
考研提纲及考试要求	148
考研核心笔记.....	148
第 9 章 固体材料的电子结构与物理性能.....	187
考研提纲及考试要求	187
考研核心笔记.....	187
第 10 章 材料概论.....	214
考研提纲及考试要求	214

考研核心笔记.....	214
2024 年中原工学院 814 材料科学基础考研辅导课件	217
《材料科学基础》考研辅导课件	217
2024 年中原工学院 814 材料科学基础考研复习提纲	246
《材料科学基础》考研复习提纲	246
2024 年中原工学院 814 材料科学基础考研核心题库	265
《材料科学基础》考研核心题库之简答题精编	265
《材料科学基础》考研核心题库之计算题精编	283
2024 年中原工学院 814 材料科学基础考研题库[仿真+强化+冲刺]	329
中原工学院 814 材料科学基础考研仿真五套模拟题.....	329
2024 年材料科学基础五套仿真模拟题及详细答案解析（一）	329
2024 年材料科学基础五套仿真模拟题及详细答案解析（二）	334
2024 年材料科学基础五套仿真模拟题及详细答案解析（三）	340
2024 年材料科学基础五套仿真模拟题及详细答案解析（四）	345
2024 年材料科学基础五套仿真模拟题及详细答案解析（五）	351
中原工学院 814 材料科学基础考研强化五套模拟题.....	357
2024 年材料科学基础五套强化模拟题及详细答案解析（一）	357
2024 年材料科学基础五套强化模拟题及详细答案解析（二）	363
2024 年材料科学基础五套强化模拟题及详细答案解析（三）	369
2024 年材料科学基础五套强化模拟题及详细答案解析（四）	373
2024 年材料科学基础五套强化模拟题及详细答案解析（五）	380
中原工学院 814 材料科学基础考研冲刺五套模拟题.....	386
2024 年材料科学基础五套冲刺模拟题及详细答案解析（一）	386
2024 年材料科学基础五套冲刺模拟题及详细答案解析（二）	392
2024 年材料科学基础五套冲刺模拟题及详细答案解析（三）	397
2024 年材料科学基础五套冲刺模拟题及详细答案解析（四）	403
2024 年材料科学基础五套冲刺模拟题及详细答案解析（五）	407
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）	413
第一篇、2022 年材料科学基础考研真题汇编.....	413
2022 年四川轻化工大学 801 材料科学基础考研专业课真题	413
2022 年沈阳大学材料科学基础考研专业课真题	417
2022 年武汉工程大学 804 材料科学基础考研专业课真题.....	419
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	423
2022 年常州大学 812 材料科学基础考研专业课真题	425
2022 年西安石油大学 822 材料科学基础考研专业课真题.....	426
2022 年西南科技大学 833 材料科学基础考研专业课真题.....	428

2022 年扬州大学 838 材料科学基础（机械）考研专业课真题	432
2022 年桂林理工大学 804 材料科学基础考研专业课真题	434
2022 年河北工程大学 812 材料科学基础考研专业课真题	436
第二篇、2021 年材料科学基础考研真题汇编	437
2021 年西安石油大学 822 材料科学基础考研专业课真题	437
2021 年杭州电子科技大学材料科学基础考研专业课真题	439
2021 年常州大学 812 材料科学基础考研专业课真题	442
2021 年广东工业大学 835 材料科学基础考研专业课真题	443
2021 年桂林理工大学 856 材料科学基础 I 考研专业课真题	450
2021 年河北工程大学 812 材料科学基础考研专业课真题	452
2021 年昆明理工大学 864 材料科学基础考研专业课真题	454
2021 年宁波大学 883 材料科学基础考研专业课真题	457
2021 年沈阳工业大学 803 材料科学基础考研专业课真题	458
2021 年西南科技大学 833 材料科学基础考研专业课真题	459
2021 年扬州大学 827 材料科学基础考研专业课真题	463
2021 年扬州大学 838 材料科学基础（机械）考研专业课真题	466
2021 年浙江工业大学 806 材料科学基础考研专业课真题	468
2021 年中国海洋大学 925 材料科学基础考研专业课真题	472
2021 年中国计量大学 809 材料科学基础考研专业课真题	477
第三篇、2020 年材料科学基础考研真题汇编	480
2020 年沈阳工业大学 803 材料科学基础考研专业课真题	480
2020 年河北科技大学 803 材料科学基础考研专业课真题	482
2020 年浙江工业大学 806 材料科学基础考研专业课真题	484
2020 年中国计量大学 809 材料科学基础考研专业课真题	490
2020 年常州大学 812 材料科学基础考研专业课真题	493
2020 年扬州大学 827 材料科学基础考研专业课真题	494
2020 年广西民族大学 830 材料科学基础考研专业课真题	498
2020 年西安建筑科技大学 830 材料科学基础考研专业课真题	502
2020 年西南科技大学 833 材料科学基础考研专业课真题	504
2020 年广东工业大学 835 材料科学基础考研专业课真题	508
第四篇、2019 年材料科学基础考研真题汇编	515
2019 年常州大学 812 材料科学基础考研专业课真题	515
2019 年广东工业大学 835 材料科学基础考研专业课真题	516
2019 年河北工程大学 821 材料科学基础考研专业课真题	521
2019 年昆明理工大学 864 材料科学基础考研专业课真题	522
2019 年南昌航空大学 823 无机材料科学基础考研专业课真题	525
2019 年宁波大学 883 材料科学基础考研专业课真题	528
2019 年沈阳工业大学 803 材料科学基础考研专业课真题	530
2019 年四川理工学院 801 材料科学基础考研专业课真题	531
2019 年西安建筑科技大学 830 材料科学基础考研专业课真题	536

2019 年中国计量大学 809 材料科学基础考研专业课真题.....	538
第五篇、2018 年材料科学基础考研真题汇编.....	541
2018 年广西民族大学 830 材料科学基础考研专业课真题.....	541
2018 年宁波大学 883 材料科学基础考研专业课真题.....	545
2018 年武汉科技大学 810 金属材料科学基础考研专业课真题.....	547
2018 年西安工程大学 805 材料科学基础考研专业课真题.....	551
2018 年东华大学 822 材料科学基础考研专业课真题.....	555
2018 年华南理工大学 827 材料科学基础考研专业课真题.....	557
2018 年江苏大学 816 无机材料科学基础考研专业课真题.....	565
2018 年南京航空航天大学 818 材料科学基础考研专业课真题.....	568
2018 年山东大学 860 材料科学基础考研专业课真题.....	571
2018 年上海海事大学 833 材料科学基础考研专业课真题.....	575
2018 年太原科技大学 821 材料科学基础考研专业课真题.....	577
2018 年扬州大学 827 材料科学基础考研专业课真题.....	579
2018 年中国海洋大学 925 材料科学基础考研专业课真题.....	582
第六篇、2017 年材料科学基础考研真题汇编.....	587
2017 年杭州电子科技大学材料科学基础考研专业课真题.....	587
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.....	592
2017 年河北工程大学 821 材料科学基础考研专业课真题.....	595
2017 年华南理工大学 827 材料科学基础考研专业课真题.....	598
2017 年江苏科技大学 832 材料科学基础考研专业课真题.....	600
2017 年昆明理工大学 864 材料科学基础 A 考研专业课真题.....	602
2017 年南京航空航天大学 818 材料科学基础考研专业课真题.....	604
2017 年宁波大学 883 材料科学基础考研专业课真题.....	608
2017 年山东大学 860 材料科学基础考研专业课真题.....	611
2017 年上海海事大学 833 材料科学基础考研专业课真题.....	616
2017 年沈阳工业大学 803 材料科学基础考研专业课真题.....	618
2017 年武汉纺织大学 631 材料科学基础考研专业课真题.....	620
2017 年西南科技大学 833 材料科学基础考研专业课真题.....	622
2017 年扬州大学 827 材料科学基础考研专业课真题.....	626
2017 年扬州大学 838 材料科学基础 (机械) 考研专业课真题.....	629
第七篇、2016 年材料科学基础考研真题汇编.....	631
2016 年安徽工业大学 815 材料科学基础考研专业课真题.....	631
2016 年广西民族大学 830 材料科学基础考研专业课真题.....	634
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.....	638
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.....	640
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.....	642
2016 年华南理工大学 827 材料科学基础考研专业课真题.....	645
2016 年昆明理工大学 864 材料科学基础考研专业课真题.....	647
2016 年南京航空航天大学 818 材料科学基础考研专业课真题.....	651

2024 年中原工学院 814 材料科学基础备考信息

中原工学院 814 材料科学基础考研初试参考书目

《材料科学基础》第二版，石德珂主编，机械工业出版社

中原工学院 814 材料科学基础考研招生适用院系

材料与化工学院

2024 年中原工学院 814 材料科学基础考研核心笔记

《材料科学基础》考研核心笔记

第 1 章 材料结构的基本知识

考研提纲及考试要求

- 考点：原子的电子排列
- 考点：周期表及性能的周期性变化
- 考点：一次键
- 考点：二次键
- 考点：多相组织

考研核心笔记

不同的材料具有不同的性能，同一材料经过加工也会有不同的性能，这些都归结与内部的结构不同。结构大致可分为四个层次：原子结构、原子结合键、材料中原子的排列以及晶体材料的显微组织。

【核心笔记】原子结构

1.原子的电子排列

- (1) 原子——可看成是原子核及分布在核周围的电子组成。
- (2) 原子核——中子和质子组成，核的体积很小，集中了原子的绝大部分质量。
- (3) 电子——绕着原子核在一定的轨道上旋转质量虽可忽略，但电子的分部却是原子结构中最重要的问题，它不仅决定单个原子的行为，也对工程材料内部原子的结合及某些性能起着决定性作用。
- (4) 电子运动的轨道
由四个量子数决定，分别是主量子数、次量子数、磁量子数及自旋量子数。
主量子数——决定电子离核远近和能量高低的主要参数。
次量子数——量子轨道并不一定总是球形的，次量子数反映了轨道的形状，各轨道在原子核周围的角度分布不同。它也影响轨道的能级，按 s、p、d、f 依次升高。
磁量子数——确定了轨道的空间取向，以 m 表示。没有外磁场时，处于同一亚壳层而空间取向不同的电子具有相同的能量，但在外加磁场下，不同空间取向轨道的能量会略有所差别。
自旋量子数—— $m_s = +1/2, -1/2$ ，表示在每个状态下可以存在自旋方向相反的两个电子。

主量子数壳层序号	次量子数亚壳层状态	磁量子数规定的状态数目	考虑自旋量子数后的状态数目	各壳层总电子数
1	1s	1	2	2 (=2×1 ²)
2	2s	1	2	8 (=2×2 ²)
	2p	3	6	
3	3s	1	2	18 (=2×3 ²)
	3p	3	6	
	3d	5	10	
4	4s	1	2	32 (=2×4 ²)
	4p	3	6	
	4d	5	10	
	4f	7	14	

原子核外电子的分部与四个量子数有关，且服从下述两个基本原理。

- ①泡利不相容原理:一个原子中不可能存在有四个量子数完全相同的两个电子。
- ②最低能量原理:电子总是优先占据能量低的轨道，使系统处于最低的能量状态。

2.周期表及性能的周期性变化

原子周期律——早在 1869 年，俄国化学家已发现了元素性质是按原子相对质量的增加而呈周期性的变化。这正是由于原子核外电子的排列是随原子序数的增加呈周期性变化。

族——周期表上竖的各列。同一族元素具有相同的外壳层电子数，同一族元素具有非常相似的化学性能。

各个元素所表现的行为或性质一定会呈现同样的周期性变化，因为原子结构从根本上决定了原子间的结合键，从而影响元素的性质。

【核心笔记】原子结合键

键的形成——在凝聚状态下，原子间距离十分接近，便产生了原子间的作用力，使原子结合在一起，就形成了键。

键分为一次键和二次键

一次键——结合力较强，包括离子键、共价键和金属键。

二次键——结合力较弱，包括范德瓦耳斯键和氢键。

1.一次键

(1) 离子键——当两类原子结合时，金属原子的外层电子很可能转移到非金属原子外壳层上，使两者都得到稳定的电子结构，从而降低体系的能量，此时金属原子和非金属原子分别形成正离子和负离子，正负离子间相互吸引，使原子结合在一起，这就是离子键。（如 NaCl）

(2) 共价键——价电子数为 4 或 5 个的 IVA、VA 族元素，离子化比较困难，在这种情况下，相邻原子间可以共同组成一个新的电子轨道，由两个原子中各有一个电子共用，利用共享电子对来达到稳定的电子结构。这就是共价键。

(3) 金属键——金属原子很容易失去外壳层电子而具有稳定的电子壳层，形成带正电的阳离子，由正离子和自由电子之间的相互吸引而结合起来的称金属键。

2.二次键

(1) 范德瓦耳斯键

当原子和分子相互靠近时，一个原子的偶极矩将会影响另一个原子的电子分布，电子密度在靠近第一个原子的正电荷处更高些，这样使两个原子相互静电吸引，体系就处于较低的能量状态。

(2) 氢键

氢键的本质与范德瓦耳斯键一样，只是氢原子起了关键作用。氢原子只有一个电子，当氢原子与一个电负性很强的原子 X 结合成分子时，氢原子的一个电子转移至该原子壳层上；分子的氢原子侧实质上是一个裸露的质子，对另一个电负性较大的原子 Y 表现出较强的吸引力，这样，氢原子便在两个电负性很强的原子之间形成一个桥梁，把两者结合起来，形成氢键。所以氢键可表达为：X—H——Y

(3) 混合键

实际材料中单一结合键并不多，大部分材料的内部原子结合键往往是各种键的混合。

3.结合键的本质与原子间距

固体原子中存在两种力：吸引力和排斥力。它们随原子间距的增大而减小。当距离很远时，排斥力很小，只有当原子间接近至电子轨道互相重叠时斥力才明显增大，并超过了吸引力。在某一距离下引力和斥力相等，这一距离 r_0 相当于原子的平衡距离，称原子间距。

力 (F) 核能量 (E) 之间的转换关系:

$$F = -\frac{dE}{d\chi}$$

$$E = -\int_0^{\infty} F d\chi$$

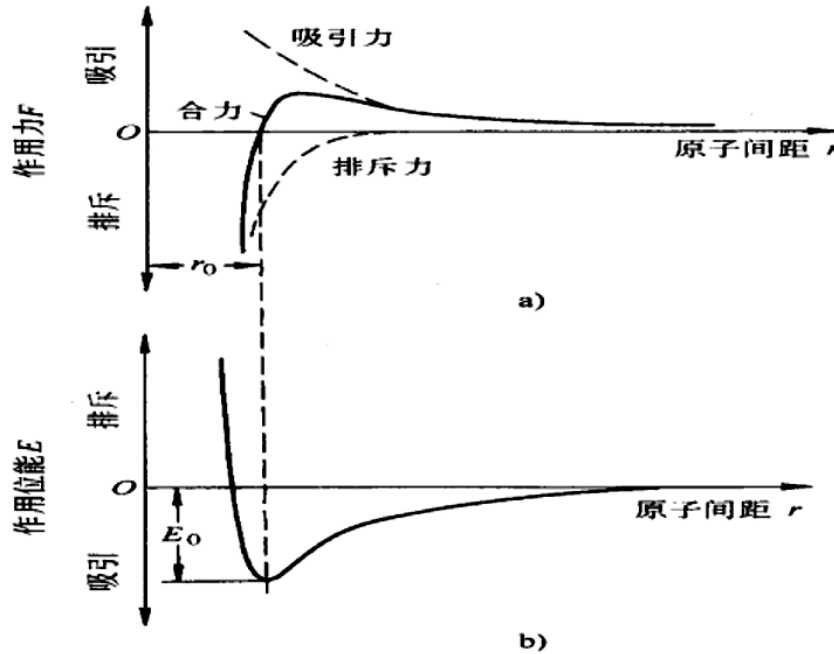


图 1-8 原子间结合力

a)原子间吸引力、排斥力、合力 b)原子间作用位能与原子间距的关系

4.结合键与性能

(1) 物理性能

①熔点的高低代表了材料稳定性的程度。共价键、离子键化合物的熔点很高这是陶瓷材料比金属材料具有更高热稳定性的根本原因。二次键结合的材料熔点一定偏低，如聚合物等。

②材料的密度与结合键类型有关。金属有高的密度，陶瓷材料的密度很低。

聚合物由于其是二次键结合密度最低。

③金属键使金属材料具有良好的导电性和导热性，而非金属键结合色陶瓷、聚合物均在固态下不导电。

(2) 力学性能

结合键是影响弹性模量的主要因素。结合键能越大，弹性模量越大，材料的强度越大。

【核心笔记】原子排列方式

1.晶体与非晶体

晶体中原子的排列是有序的，即原子按某种特定方式在三维空间内呈周期性规则重复排列。而非晶体内部原子的排列是无序的。这种排列上的差异造成性能上的不同：

各向异性——晶体由于其空间不同方向上的原子排列不同，沿着不同方向上所测得的性能数据亦不同这种性质称晶体的各向异性。

各向同性——非晶体在各个方向上的原子排列可视为相同，沿任何方向测得的性能是一致的，表现为各向同性。

从液态到非晶态固体是一个渐变过程，既无确定的熔点，又无体积的突变。这说明非晶态转变只不过是液态的简单冷却过程，随温度的下降，液态的粘度越来越高，当其流动性完全消失时则称固相。

液体向晶体的转变还具有结构转变，这一原子重排过程是通过在液体中不断形成有序排列的小晶核及

晶核的逐渐生长实现的。

【核心笔记】晶体材料的组织

材料的组织——指各种晶粒的组合特征，即各种晶粒的相对量、尺寸大小、形状及分布等特征。

1.组织的显示与观察

宏观组织——粗大的组织用肉眼即能观察到。

显微组织——用金相显微镜或电子显微镜观察到的组织。

2.单相组织

单相组织——具有单一相的组织，即所有晶粒的组成相同，晶粒结构也相同。

固溶体——溶液中各处的成分与结构相同，是单一的相，在固体状态时称为固溶体。

描述单相组织特征的主要有晶粒尺寸与形状。

(1) 晶粒尺寸对材料性能有重要影响，细化晶粒可提高材料的强度，还改善材料的塑性和韧性。

(2) 晶粒的形状取决于各个核心的生长条件。

等轴晶：若每个核心在各个方向上的生长条件接近，最终得到的晶粒在空间三维方向上尺度相当。

柱状晶：若在特定的条件下，空间某一方向的生长条件明显优于其它二维方向，最终得到拉长的晶粒形状。

3.多相组织

是两相合金的一种典型组织，两个相的晶粒尺度相当，两种晶粒各自成为等轴状，两者均匀的交替分布，此时合金的力学性能取决于两个相或两种组织组成物的相对量及各自的性能。以强度为例，材料的强度 σ 应等于： $\sigma = \sigma_1\varphi_1 + \sigma_2\varphi_2$

σ_1 、 σ_2 为两个相的强度值；

φ_1 、 φ_2 为两个相的体积分数。

弥散强化——组织中两个相的晶粒尺度相差甚远，尺寸较细的相以球状、点状、片状或针状等形态弥散地分布于另一相的基体内。大幅度地提高材料的强度。

第二相在基体相的晶界上分布是一种常见的组织特征

【核心笔记】材料的稳态结构与亚稳态结构

稳态结构——同一材料在不同条件下可以得到不同的结构，其中能量最低的结构称稳态结构。

亚稳态结构——能量相对较高的结构则称亚稳态结构

结构转变的热力学条件：结构形成时必须沿着能量降低的方向进行。

热力学第二定律对这种自发过程的叙述为：只有那些使体系自由能 A 减小的过程才能自发进行，可表示为。

等温等容 $\Delta A_{T, V} < 0$ 自发过程

等温等压 $\Delta G_{T, P} < 0$ 自发过程

两种自由能的表达式为 $A=U - TS$ $G=H - TS$

U——内能

H——焓

S——熵

2024 年中原工学院 814 材料科学基础考研辅导课件

《材料科学基础》考研辅导课件

<h1 style="text-align: center;">材料科学基础</h1>	<h2 style="text-align: center;">目录</h2> <ul style="list-style-type: none"> • 材料结构的基本知识 • 材料中的晶体结构 • 高分子材料的结构 • 晶体缺陷 • 材料的相结构及相图 • 材料的凝固与气相沉积 • 扩散与固态相变 • 材料的变形与断裂 • 固体材料的电子结构与物理性能 • 材料概论
<h2 style="text-align: center;">导论</h2> <p>一. 材料使用时间划分：石器时代→青铜器时代→铁器时代→水泥时代→钢时代→硅时代→新材料时代</p> <p>二. 工程材料划分：金属材料（钢铁材料和有色金属）、陶瓷材料（粘土、石英和长石）、高分子材料（塑料、合成纤维和橡胶）、复合材料。</p> <p>三. 其它材料</p> <p>电子材料：在电子学和微电子学使用的材料，包括半导体材料、介电功能材料和磁性材料</p> <p>光电子材料：具有光子和电子的产生、转换和传输功能的材料。</p>	<p>超导材料：具有一定的低温条件下呈现出电阻等于零以及排斥磁力线的性质的材料。</p> <p>四. 材料性能</p> <p>金属材料：导电性，高的塑性和韧性，可作导体</p> <p>陶瓷材料：高硬度，较脆，可作绝缘体</p> <p>高分子材料：弹性模量，强度，塑性都很低，多数不导电</p> <p>五. 内部结构划分层次：原子结构、结合键、原子的排列方式和显微组织</p> <p>六. 内部结构决定性能</p> <p>举例：金属键材料内部有大量移动电子，使金属具有良好导电性。变形时金属键不会破坏，使金</p>
<p>属具有良好塑性。金属键结合的原子排列紧密，晶体结构简单，金属密度高。共价键结合的材料，电子受束缚不能自由运动，通常不导电。共价键结合力很强，变形时要破坏局部键的结合，故材料硬而脆。原子排列不紧密，晶体结构复杂，故共价键晶体陶瓷密度低。</p> <p>七. 材料科学定义：研究各种材料的结构、制备加工工艺与性能之间关系的学科。</p>	<div style="text-align: center;"> </div> <p>八. 材料科学研究的内容：材料结构的基础知识、晶体结构、晶体缺陷、材料的相结构及相图、材料的凝固、材料中的原子扩散、热处理、工程材料概论等主要内容。</p>
<h2 style="text-align: center;">第一章 材料结构的基本知识</h2> <ul style="list-style-type: none"> • 原子结构 • 原子结合键 • 原子排列方式 • 晶体材料的组织 • 材料的稳态结构与亚稳态结构 	<h2 style="text-align: center;">第一节 原子结构</h2> <p>一、原子的电子排列</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 原子组成：原子核（质子和中子）和核外电子。 2. 电子排列：原子核外电子的分布，它不仅决定了单个原子的行为，也对工程材料内部原子的结合以及材料的某些性能起着决定性作用。 3. 电子排列参数：主量子数、次量子数、磁量子数以及自旋量子数

- (1) 主量子数 n ：决定原子中电子能量以及与核的平均距离，即电子所处的量子壳层。（ $n=1, 2, 3, 4, \dots$ ）
- (2) 次量子数 l ：也称为轨道角量子数，给出电子在同一量子壳层内所处的能级（电子亚壳层）。 $l=0, 1, 2, 3, \dots$ ，这些亚壳层习惯上以 s, p, d, f 表示。
- (3) 磁量子数 m ：给出每个轨道角动量量子数的能级数或轨道数。它基本上确定了轨道的空间取向。 $m=0, \pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots$ 。
- (4) 自旋量子数（全名为自旋角动量量子数）
 m_s ：反映电子不同的自旋方向， $m_s = +1/2, -1/2$ 。

主量子数 壳层序号	次量子数 亚壳层状 态	磁量子数 规第的状态 数目	考虑自旋 量子数后 的状态数目	各壳层 总电子数
1	1s	1	2	2 ($=2 \times 1^2$)
2	2s 2p	1 3	2 6	8 ($=2 \times 2^3$)
3	3s 3p 3d	1 3 5	2 6 10	18 ($=2 \times 3^2$)
4	4s 4p 4d 4f	1 3 5 7	2 6 10 14	32 ($=2 \times 4^2$)

5. 电子分布服从原理：

- (1) 最低能量原理：原子总是优先占据能量低的轨道，使系统处于最低的能量状态。
- (2) 泡利不相容原理：一个原子中不可能存在有四个量子数完全相同的两个电子。
- (3) Hund规则：在同一亚层中的各个能级中，电子的排布尽可能分占不同的能级，而且自旋的方向相同。当电子排布为全充满、半充满或全空时，是比较稳定的，整个原子的能量最低。

二. 元素周期表

1. 具有相同核电荷数的同一类原子为一种元素。
2. 元素周期表是元素周期律的具体表现形式，它反映了元素之间相互联系的规律，元素在周期表中的位置反映了那个元素的原子结构和一定的性质。

元素周期表

IA	IIA	IIIB	IVB	VB	VIB	VII B	VIII	IB	IIB	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	0		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Li	Be	B	C	N	O	F	Ne	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar	K	Ca
19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108
109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126

注：1. 相对原子质量
2. 相对原子质量加括号的放射性元素的半衰期最长的同位素的质量数。

三. 结论

1. 原子核周围的电子按照四个量子数的规定从低能到高能依次排列在不同的量子状态下，同一原子中电子的四个量子数不可能完全相同。
2. 根据排列次序建立了元素周期表，各个周期中的元素的性质呈现相同的周期变化规律，元素在周期表上的位置不仅决定了单个原子的行为，也决定了材料中原子的结合方式以及材料的化学性能和物理性能。

第二节 原子结合键

一. 原子结合键

1. 存在状态：凝聚态（液态和固态）
分类
2. 一次键：结合力较强，包括离子键、共价键和金属键。
3. 二次键：结合力较弱，包括范德瓦耳斯键和氢键。

二. 一次键

1. 离子键

- (1) 通过电子转移形成稳定结构，存在于大多数盐类、碱类和金属氧化物，如 NaCl 、 MgO 、 CuO 、 Mg_2Si 、 CrO_2 。
- (2) 基本特点是以离子为基本结合单位。
- (3) 一般离子晶体中正负离子静电引力较强，结合牢固。因此，其熔点和硬度均较高。另外，在离子晶体中很难产生自由运动的电子，因此，它们都是良好的电绝缘体。但当处在

高温熔融状态时，正负离子在外电场作用下可以自由运动，即呈现离子导电性。

2. 共价键

- (1) 通过共用电子对形成稳定结构
- (2) 共价键键合的基本特点是核外电子云达到最大的重叠，形成“共用电子对”，有确定的方位，且配位数较小。
- (3) 共价键在亚金属（碳、硅、锡、锗等）、聚合物和无机非金属材料中均占有重要地位。共价键晶体中各个键之间都有确定的方位，配位数比较小。共价键的结合极为

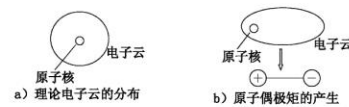
牢固，故共价晶体具有结构稳定、熔点高、质硬脆等特点。共价形成的材料一般是绝缘体，其导电性能差。

3. 金属键

- (1) 金属中的自由电子和金属正离子相互作用所构成键合称为金属键，例如Na、Mg、Al等。
- (2) 金属键的基本特点是电子的共有化。
- (3) 金属键既无饱和性又无方向性，因而每个原子有可能同更多的原子相结合，并趋于形成低能量的密堆结构。当金属受力变形而改变原子之间的相互位置时，不至于使金属键破坏，这就使金属具有良好延展性，并且，由于自由电子的存在，金属一般都具有良好的导电和导热性能。

三. 二次键

1. 二次键：借原子之间的偶极吸引力结合，例如CH₄、CO₂、H₂、H₂O。
2. 范德瓦耳斯键：属物理键，系一种次价键，没有方向性和饱和性。比化学键的键能少1~2个数量级，这主要是因为偶极吸引力的作用
3. 范德瓦耳斯键的键能低，但它仍然是材料结合键的重要组成部分，依靠它大部分气体才能聚合为液态甚至固态，当然它们的稳定性极差。



4. 氢键

氢键是一种特殊的分子间作用力，本质上与范德瓦耳斯键一样，它是由氢原子同时与两个电负性很大而原子半径较小的原子（O，F，N等）相结合而产生的具有比一般次价键大的键力。也是靠原子（或分子、原子团）的偶极吸引力结合起来的，只是氢键中氢原子起了关键作用。

质上是一个裸露的质子，对另一个电负性值较大的原子Y表现出较强的吸引力，这样，氢原子便在两个电负性很强的原子（或原子团）之间形成一个桥梁，把二者结合起来，成为氢键。所以氢键可以表达为：X—H—Y。氢与X原子（或原子团）为离子键结合，与Y之间为氢键结合，通过氢键将X、Y结合起来，X与Y可以相同或不同。

氢键具有饱和性和方向性，氢键在高分子材料中特别重要。

(3) 混合键

对于某一具体材料而言，似乎只具有单一的结合键，如金属应为金属键，IVA族元素应为共价键，电负性不同的元素应结合成离子键。然而，实际材料中单一结合键的情况并不是很多，大部分材料的内部原子结合键往往是各种键的混合。

陶瓷化合物中出现离子键和共价键混合的情况很常见，通常金属正离子与非金属离子所组成的化合物不是纯粹的离子化合物，它们的性质不能仅用离子键理解。化合物中离子键的比例取决于组成元素中电负性差。电负性差相差越大，则离子键比例越高。鲍林推荐以下公式来确定化合物AB中离子结合键的相对值：

$$\text{离子结合键}(\%) = [1 - e^{-\frac{1}{4}(X_A - X_B)^2}] \times 100\%$$

另一种混合键表现为两种类型的键独立存在例如一些气体分子以共价键结合，而分子凝聚则依靠范德瓦力。聚合物和许多有机材料的长链分子内部是共价键结合，链与链之间则是范德瓦力或氢键结合。石墨碳的上层为共价键结合，而片层间则为范德瓦力二次键结合。

正由于大多数工程材料的结合键是混合的，混合的方式比例又随材料的组成而变，因此材料的性能可在很广的范围变化。从

而满足工程实际各种不同的需要。

(4) 结合键的本质及原子间距

固体中原子是依靠结合键力结合起来的，不论是何种类型的结合键，固体原子间总存在着两种力：一是吸引力，来源于电荷间的静电吸引；二是同种电荷之间的排斥力。当距离很远时，排斥力很小，只有当原子间接近至电子轨道互相重叠时，排斥与吸引力相等，两原子便稳定在此相对位置上，这一距离 r_0 相当于原子的平衡距离，或称为原子间距。当原子距离被外力拉开时，吸引力则力图使它们回到平衡距离 r_0 。

反之，当原子压缩时，排斥力起作用，使之回到平衡距离 r_0 。

如果从能量的角度来看问题的话，我们说，在作用力等于零的平衡距离下能量应该达到最低值，表明在该距离下体系处于稳定状态。当两个原子无限远时，原子间无作用力，作用能为零。当距离在吸引力作用下靠近时，体系的位能逐渐下降，使体系的组态熵增加，引起自由能下降。

当这对矛盾达到统一时，系统就达到平衡。因为系统都具有最小自由能的倾向，由此确定的点缺陷浓度即为该温度下的平衡浓度。

(5) 结合键与性能

材料结合键的类型及键能大小对某些性能有重要影响，主要表现在以下两个方面：

1. 物理性能：

(1) 熔点的高低代表了材料稳定性的程度。物质加热时，当热振动能足以破坏相邻原子间的稳定结合时，便会发生熔化，所以熔点与键能值有较好的对应关系：共价键、离子键化合物的熔点较高，其中纯共价键金刚石具有最高熔点，金属的熔点相对较低，但过渡族金属有较高的熔点，特别是难熔金属W、Mo、Ta等熔点都很高。而具有二次键结合的材料熔点一般很低，如聚合物

(2) 材料的密度与结合键的类型有关。大多数金属有高的密度，主要有两个原因：第一，金属元素有较高的相对原子质量；第二，也是更重要的，金属键的结合方式没有方向性，金属原子总是趋于密集排列。相反，对于离子键或共价键结合的情况，原子排列不可能很致密，所以它们的化合物的密度较低。而聚合物由于二次键结合，分子链堆积不紧密，加上组成原子的质量较小(C、H、O)，在工程材料中具有最低的密度。

原子排列不可能很致密，所以它们的化合物的密度较低。而聚合物由于二次键结合，分子链堆积不紧密，加上组成原子的质量较小(C、H、O)，在工程材料中具有最低的密度。

(3) 此外，金属键使金属材料具有良好的导电性和导热性，而非金属键结合的陶瓷、聚合物均在固态下不导电，它们可以作为绝缘体或绝热体在工程上应用。

2. 力学性能：

(1) 弹性模量是材料应力-应变曲线上弹性变形段的斜率，在拉伸变形中通常称它为杨式模量，以E表示。而结合键能是影响弹性模量的主要因素，结合键能越大，则“弹簧”越“硬”，原子之间距离的移动所需要的外力就越大，即弹性模量越大。如金刚石具有最高的弹性模量值， $E=1000\text{GPa}$ ；其他一些工程陶瓷如碳化物、氧化物等结合键能也较高，它们的弹性模量为250-600GPa；由金属键结合金属材料，弹性模量略低些，一般约为70-350GPa；而聚合物由于二次键的作用，弹性模量仅为0.7-3.5GPa。

(2) 工程材料的强度与结合键能也有一定的联系，一般说来，结合键能高的，强度也高些，然而强度在很大程度上还取决于材料的其他结构因素，如材料的组织，因此它与键能之间的对应关系不是很明显。此外，材料的塑性与结合键类型有关，金属键赋予材料良好的塑性；而离子键、共价键结合，使塑性变形困难，所以陶瓷材料的塑性很差。

第三节 原子的排列方式

1. 固体根据原子(或原子团、分子)分为晶体和非晶体。

2. 晶体

原子排列：粒子(原子、离子或分子)在三维空间呈周期性的规则重复排列。

特点：各向异性：不同方向原子的排列方式不相同，因而其表现的性能也有差异；
固定的熔点：排列规律能保持时呈现固体，温度升高到某一特定值，排列方式的解体，

原子成无规则堆积，这时大多呈现不能保持自己形状的液体。

3. 非晶体：粒子(原子、离子或分子)在三维空间呈非周期性的无规则重复排列。

特点：

各向同性：不同方向原子的排列方式相同，因而其表现的性能也相同；

无固定的熔点

2024 年中原工学院 814 材料科学基础考研复习提纲

《材料科学基础》考研复习提纲

工程材料中的原子排列

本章介绍了决定材料性能的两个根本性问题：原子间的结合键和晶体结构。

原子结合成分子或固体时，原子间产生的相互作用力，称为结合键。根据电子围绕原子的分布方式不同，可将结合键分为 5 类：离子键、共价键、金属键、分子键及氢键。重点讨论了前四种键的特性及他们和材料性能间的关系。根据结合键的不同，我们通常把工程材料分为金属材料、高分子（聚合物）材料及陶瓷材料 3 类。

除结合键外，晶体结构是决定材料性能的又一根本性问题。在晶体材料的理想状态中，原子有着规则性的排列。因此，首先建立了晶体结构与空间点阵、晶格、晶胞等概念；并讨论了晶体中晶面和晶向的概念及其表示方法；指出了金属中常见的 bcc, fcc, hcp 三种典型的晶格类型，陶瓷中常见的氯化钠型结构和金刚石型结构。

但是，实际晶体中的结构远远不是理想的，而是存在好多类型不同的缺陷，尽管这些缺陷很少，可能在 10¹⁰ 个原子中只有 1 个脱离其平衡位置，但这些缺陷极为重要。按照几何特征，晶体中的缺陷可分为点缺陷（包括空位和间隙原子）、线缺陷（错位）和面缺陷（包括晶界、亚晶界等）。

点缺陷是热力学上一种稳定的缺陷。任何温度下，都有一定浓度的点缺陷存在；但过饱和的点缺陷，可使材料的屈服强度升高。点缺陷是扩散及与扩散有关的塑性形变、化学热处理、相变等过程的基础。

位错是晶体缺陷中极为重要的一种缺陷。主要讨论了位错的特征（分类）、柏氏矢量的性质、作用在位错上的力及位错的运动、位错周围的应力场与应变能、位错的增殖、交割等。对于实际晶格中的位错，以面心立方点阵晶体为例进行了分析。

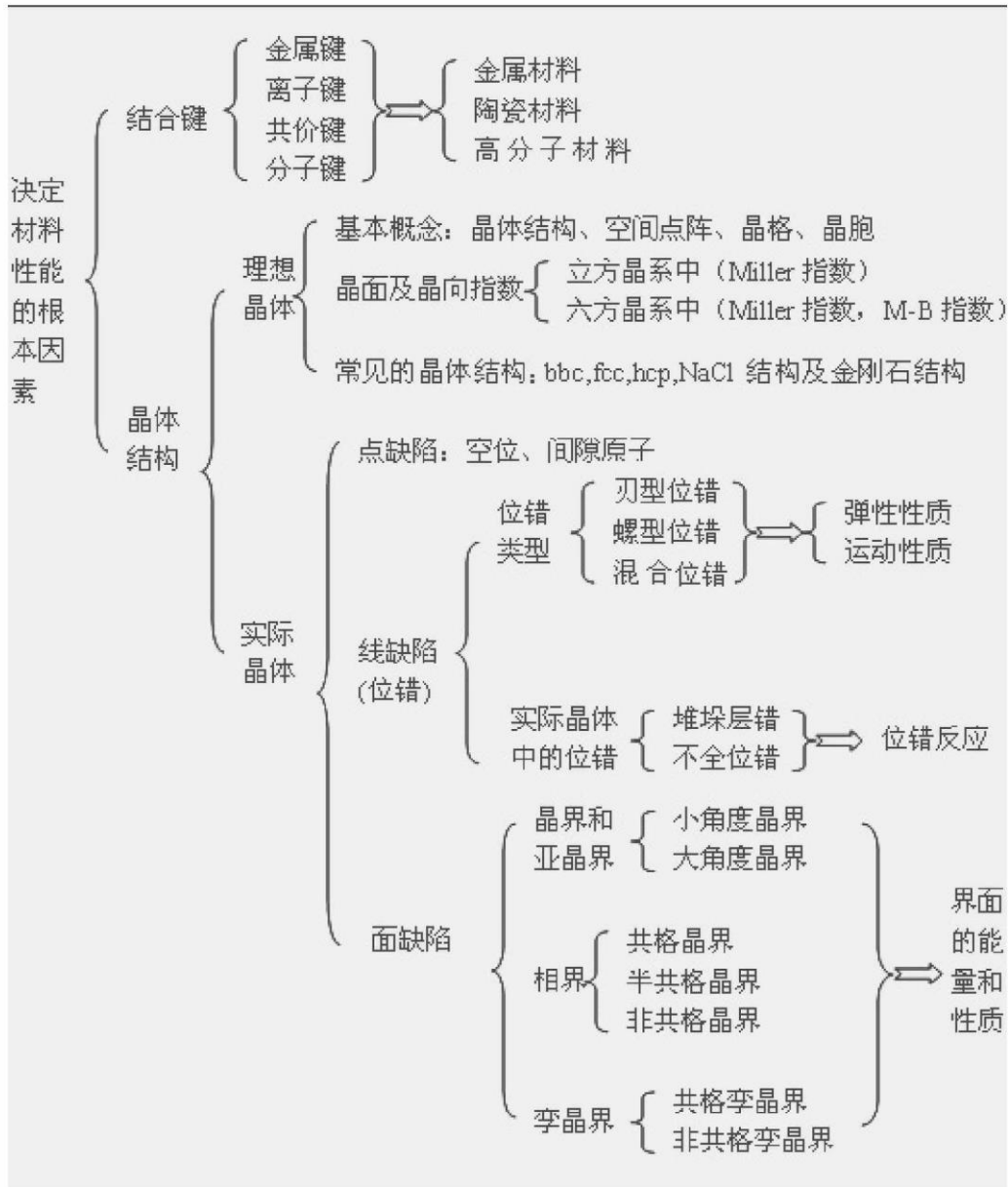
在面缺陷中，主要是认识晶界的结构和特性，因为晶界对材料的力学、腐蚀、冶金性能等影响很大。

基本要求：

- 认识材料的 3 大类别（金属、聚合物、陶瓷）及其分类的基础。
- 建立单位晶胞的概念，用以想象原子的空间排列。
- 熟悉常见晶体中原子的规则排列形式，特别是 bcc, fcc 和 hcp；还有 NaCl 结构和金刚石结构。
- 掌握晶面、晶向指数的标定方法。若给出晶体中具体的晶向、晶面时会标注“指数”；若给出具体的“指数”时，能在三维空间图上找出其位置。
- 认识晶体缺陷的基本类型、基本特征、基本性质。注意位错线和柏氏矢量，位错线移动方向、晶体滑移方向与外加切应力之间的关系。
- 了解位错应力场的特点及应变能的计算；位错的增殖、塞积和交割。
- 了解晶界的特性和分类。

工程材料中的原子排列

知识结构



固体中的相结构

内容精要

在工程实际中得到广泛应用的是合金。合金是指由两种或两种以上的金属或金属与非金属，经熔炼、烧结等组合而成并具有金属特性的物质。它与纯金属不同，在一定的外界条件下，具有一定成分的合金其内部不同区域可能具有不同的成分、结构和性能。人们把具有相同（或连续变化的）成分、结构和性能的区域称为“相”。合金的组织就是由不同的相组成。在其他工程材料中也有类似情形。尽管各种材料的组织有多种多样，但构成这些组织的相却仅有数种。本章的重点就是介绍这些相的结构、形成规律及性能特点，以便认识组织，进而控制和改进材料的性能。

按照结构特点，可以把固体中的相大致分为五类。

固熔体及金属化合物这两类相是金属材料中的主要组成相。固熔体的结构特点是它具有熔剂组元的点阵类型。根据熔质原子的分布，固熔体可分为置换固熔体及间隙固熔体。其中，根据 Hume-Rothery 规则提出的影响置换固熔体固熔度大小的因素（原子尺寸、电负性、电子浓度、晶体结构等）是核心内容。据此，我们可以在一定的条件下对金属中的固熔度作出预测。由于熔质原子的存在产生固熔强化，使金属在强度、硬度提高的同时，还保持了较高的塑性，因而结构材料中常以固熔体作为基体相。金属化合物的晶体结构，则既不同于熔剂，也不同于熔质，而是组成了一个新点阵。其中，正常价化合物具有 NaCl 或 CaF₂ 型结构；电子化合物则取决于其电子浓度；间隙相具有简单晶体结构，间隙化合物则具有复杂晶体结构。此类总的性能特点是硬而脆，故常用作强化相。

陶瓷相是构成陶瓷材料的基本相。它由金属元素与非金属元素化合组成。与金属一样，具有晶体结构，但与金属不同的是其结构中并没有大量的自由电子，而是以离子键或共价键为主。陶瓷相的结构可分为两大类：一类是氧化物，它具有典型离子化合物的晶体结构；另一类是硅酸盐结构，它取决于硅氧四面体[SiO₄]在空间的组合情况，通常分为岛状、链状、层状及骨架状 4 类。一般认为，陶瓷相中的 AX 化合物具有立方体结构，在这些化合物中具有相同数目的正离子与负离子；其次是 AmX_p 型化合物，如 CaF₂。Ca²⁺与 F⁻¹ 的配位数不同，因为 $m/p \neq 1$ 。未被占据的间隙位置将会导致晶格的扭曲；AmB_nX_p 型化合物被用来描述较复杂的陶瓷结构。

玻璃相是非结晶材料（液体、玻璃、部分塑料、非晶态金属、陶瓷材料等）中的重要组成相。在微观结构上它不具有点阵特征，在性能上则表现为各向同性。

分子相是指固体中分子的聚集状态，它是高分子材料中的重要组成相。它主要由非金属元素组合而成的大分子，这是构成高聚物的基础。每一个大分子都是由一种或几种简单的低分子物质重复连接而成（就像晶体中的单位晶胞）。不论分子的大小，分子内键合很强（原子是由共价键的强吸引力而结合），而分子间的键却较弱（范德瓦耳键）。分子相的结构可分为无定型结构与晶态结构，它决定了这些分子固体的性能。

基本要求：

- 理解 Hume-Rothery 规则，能用实例说明影响固熔度的因素。
- 比较间隙固熔体、间隙相及间隙化合物的结构和性能特点。
- 熟悉金属间化合物的分类、特点及性能。
- 认识陶瓷相的 3 种结构类型及性能特点。
- 了解 AX 化合物的结构。
- 了解硅氧四面体（SiO₄）在硅酸盐结构中的意义。

2024 年中原工学院 814 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 的氧化钇颗粒，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钇，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，氧化钇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。

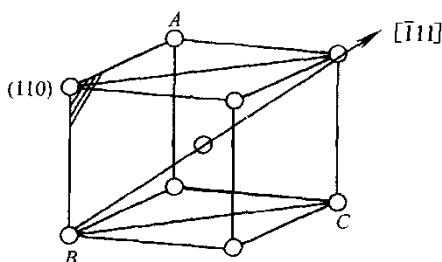


图 1

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 20Cr2Ni;4W 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]、(1 $\bar{1}$ 1)[$\bar{1}$ 01]、(1 $\bar{1}$ 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：
(1 $\bar{1}$ 1)[011]、(1 $\bar{1}$ 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。

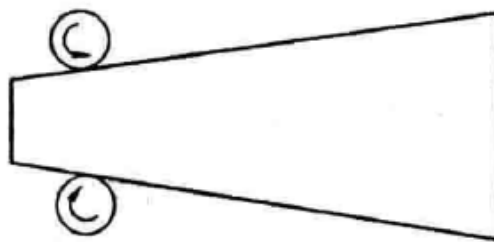
17. 已知 727℃ 时，碳在奥氏体中的溶解度为 $w_c = 0.77\%$ ，而在铁素体中的极限溶解度仅为 $w_c = 0.0218\%$ 。请解释二者差别如此明显的原因。

【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。

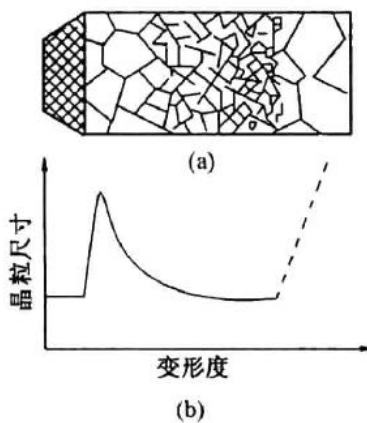
(2) 如果在较低的温度退火，何处先发生再结晶，为什么？



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 年中原工学院 814 材料科学基础考研题库[仿真+强化+冲刺]

中原工学院 814 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℃): $L_B + \delta_H \rightarrow \gamma_J$,即B点成分的L相与H点成分的 δ 相,在1495℃反应生成J点成分的 γ 相。

共晶转变线ECF(1148℃): $L_C \rightarrow \gamma_E + Fe_3C$,即C点成分的液相在1148℃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℃): $\gamma_S \rightarrow \alpha_P + Fe_3C$,即S点成分的 γ 相在727℃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(Avogadm)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

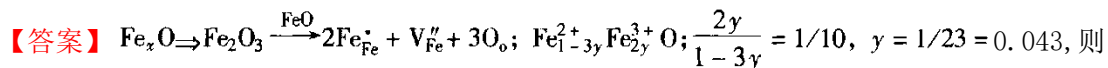
$$W = W_1 + W_2 = 2\alpha Gb^2$$

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。

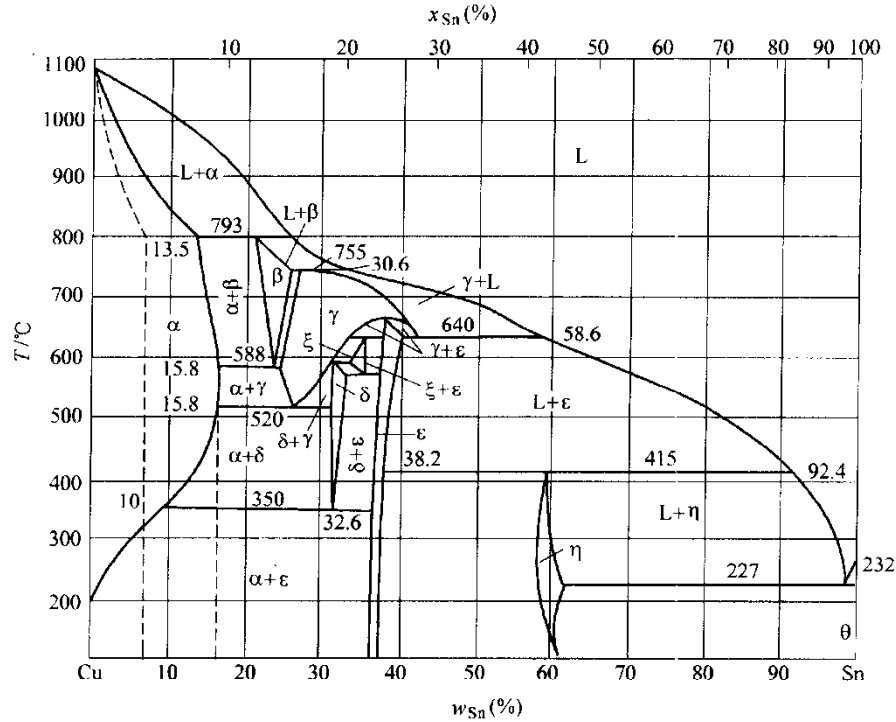


$x=1-y=0.957$, 空位浓度为 $0.043/(1+0.957)=2.2\%$

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： $\alpha + L \xrightarrow{793^\circ\text{C}} \beta$ ； $\beta + L \xrightarrow{755^\circ\text{C}} \gamma$ ； $\epsilon + L \xrightarrow{415^\circ\text{C}} \eta$

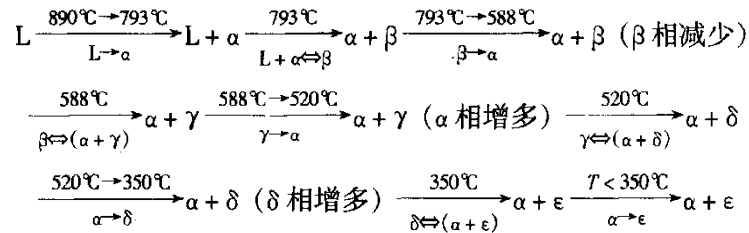
共晶转变： $L \xrightarrow{227^\circ\text{C}} \theta + \eta$

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

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）

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

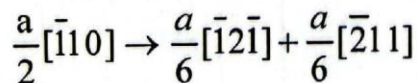
三、简答题（每小题 6 分，共 30 分）

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 $(\bar{1}\bar{1}1)$ 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：

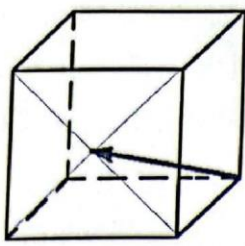


5.由铁碳相图（见五、综合题第 2 小题），确定下列三种钢在给定温度下的显微组织。

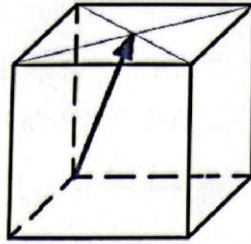
含碳量 W_c (%)	温度 °C	显微组织	温度 °C	显微组织
0.30	710		840	
0.77	720		780	
1.2	680		740	

四、作图题 (共 30 分)

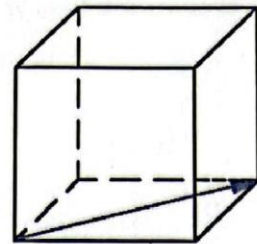
1. (15 分) 写出下列立方晶系晶胞中的晶向指数。



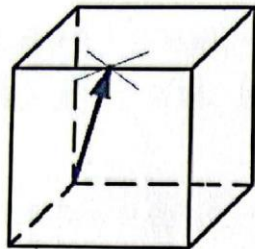
(1)



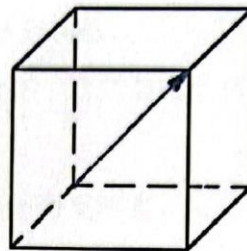
(2)



(3)

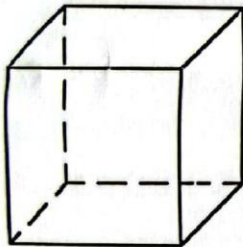


(4)

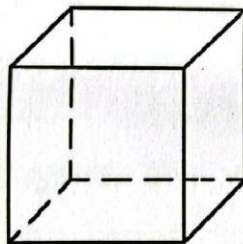


(5)

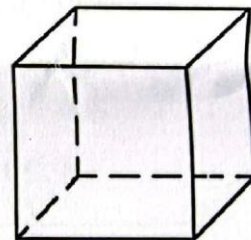
2. (15 分) 在立方晶系晶胞内，画出下列晶面指数的晶面。



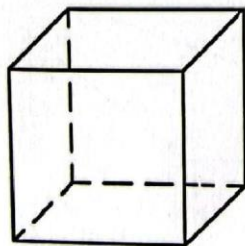
(1) 晶面 (110)



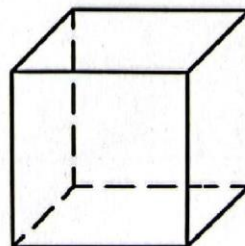
(2) 晶面 (211)



(3) 晶面 (120)



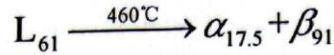
(4) 晶面 (121)



(5) 晶面 $(\bar{1}\bar{1}2)$

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。

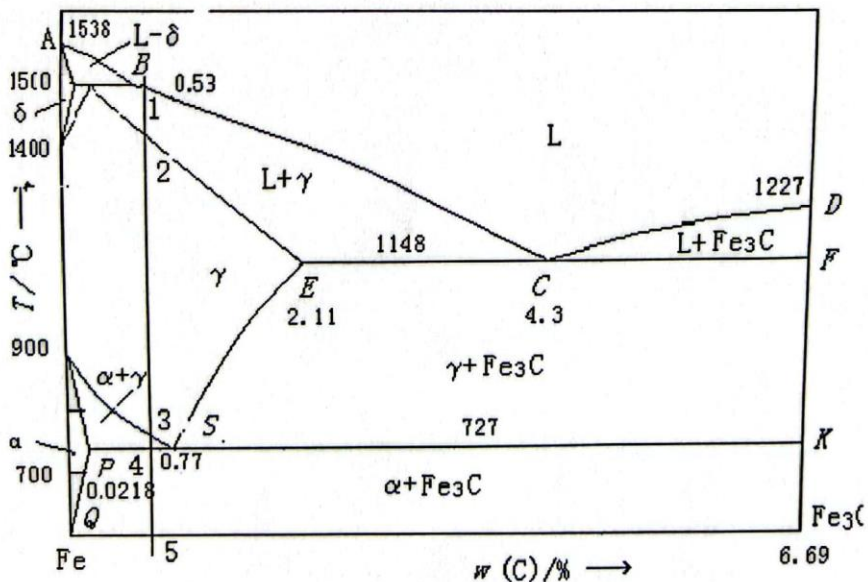
4) 计算：

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：

微信扫码加卖家好友：

