

武汉理工大学
833 材料科学基础
(基础课程内部讲义)

海文考研专业课教研中心
<http://a.wanxue.cn>

目 录

第一部分 前言	1
第二部分 专业与就业解析	2
2.1 材料科学专业综合介绍	2
2.2 材料专业就业分析	7
2.3 武汉理工大学材料专业就业情况	8
第三部分 武汉理工大学材料专业内部信息深度解析	10
3.1 报考数据分析	10
3.2 复试信息分析	10
3.3 导师信息分析	11
第四部分 武汉理工大学材料专业初试专业课复习资料分析	13
4.1 参考书目	13
4.2 海文考研专业课标准课程内部讲义—专业课学员享有	13
4.3 考前三套模拟试题及其解析	13
4.4 典型与重点题及其解析	13
4.5 真题及其解析	13
第五部分 武汉理工大学材料专业初试专业课考研知识点深度分析	14
5.1 真题分析	14
5.2 参考书目知识点分析	15
5.3 重点知识点汇总分析(大纲)	16
第六部分 武汉理工大学材料专业初试专业课整体复习规划	20
第七部分 武汉理工大学材料专业基础知识点框架梳理及其解析	21
第一章 材料引言	21
第二章 晶体结构	21
第三章 晶体结构缺陷	29
第四章 非晶态结构与性质	33
第五章 表面结构与性质	36
第六章 相平衡和相图	37
第七章 基本动力学过程—扩散	42
第八章 材料中的相变	46
第九章 材料制备中的固相反应	48
第十章 烧结	50
第十一章 腐蚀和氧化	52
第十二章 疲劳与断裂	53

第一部分 前言

从 2009 年开始, 国家教育部正式将硕士学位分为学术型和专业型两种类型的硕士学位, 并且, 在 3 月中旬公布的国家复试分数线中, 第一次分学术型和专业型进行复试划线。这一现象深刻反映了研究生招生单位对考生专业能力的真实需求, 也充分说明了专业课对每一个考研人的重大意义。从重要性角度来讲, 在考研竞争中, 专业课对于考生的重要性远远大于任何一门公共课, 专业课在初试和最终录取时的权重: 最终录取时高达 51% (考数学)、72% (不考数学); 考研考试与录取规则发生根本变化: 专业课统考趋势加强、复试更加看重专业课, 毕竟老师所看重的一定是学生的专业知识储备和科研能力。

从专业课本身特点考虑, 专业课学习起来相比公共课要复杂得多。

首先没有明确的学习范围, 不容易确定复习的范围和重难点, 也就说考生在学习的时候没有明确的学习范围, 也不知道老师的命题范围和命题要求是什么, 这对专业课学习来说, 非常致命。每年很多同学都会遭遇专业课的黑洞效应, 公共课只要多学一点, 就能考好一点, 只是程度不同而已, 但专业课却经常会出现学的越多, 却考的越差的怪现象。

其次考研基本上都是跨档次考, 因而专业课复习更难, 几乎所有参加考研的学生都是以本校本专业为逻辑起点, 要么选择更好的学校, 要么选择更好的专业, 要么选择更好的地区。因此, 对考生来说, 考研的专业课就一定比考生原来本科所学的专业课要难, 哪怕他是考本校本专业, 他的竞争对手也是来自全国各地, 不再是同班同学的竞争, 他的竞争环境变得更为复杂, 专业课复习也变得更难。

最后专业课的复习资源比公共课的复习资源稀缺, 如果让考生自己搜集, 不一定能收集齐全, 并且还不一定能收集的准确和真实, 更何况还浪费了考研复习的宝贵时间。

综上所述, 考研专业课重要性、复杂性及在复习过程中出现的黑洞效应均增加了考研专业课复习的难度。在该基础讲义中, 从第二部分到第七部分, 依次深入剖析了专业课对应的专业就业、内部信息、复习资料、必考知识点和现阶段学习内容等, 其目的就是帮助考生降低考研专业课的复习难度。建议考生在使用本讲义时要多动脑, 通过对题目的练习、比较、思考, 并发现题目设置和解答的规律性, 掌握题目对应的知识点和熟悉解题的金钥匙, 从而迅速提高基础阶段知识水平和为下一阶段的强化学习做好储备与铺垫。

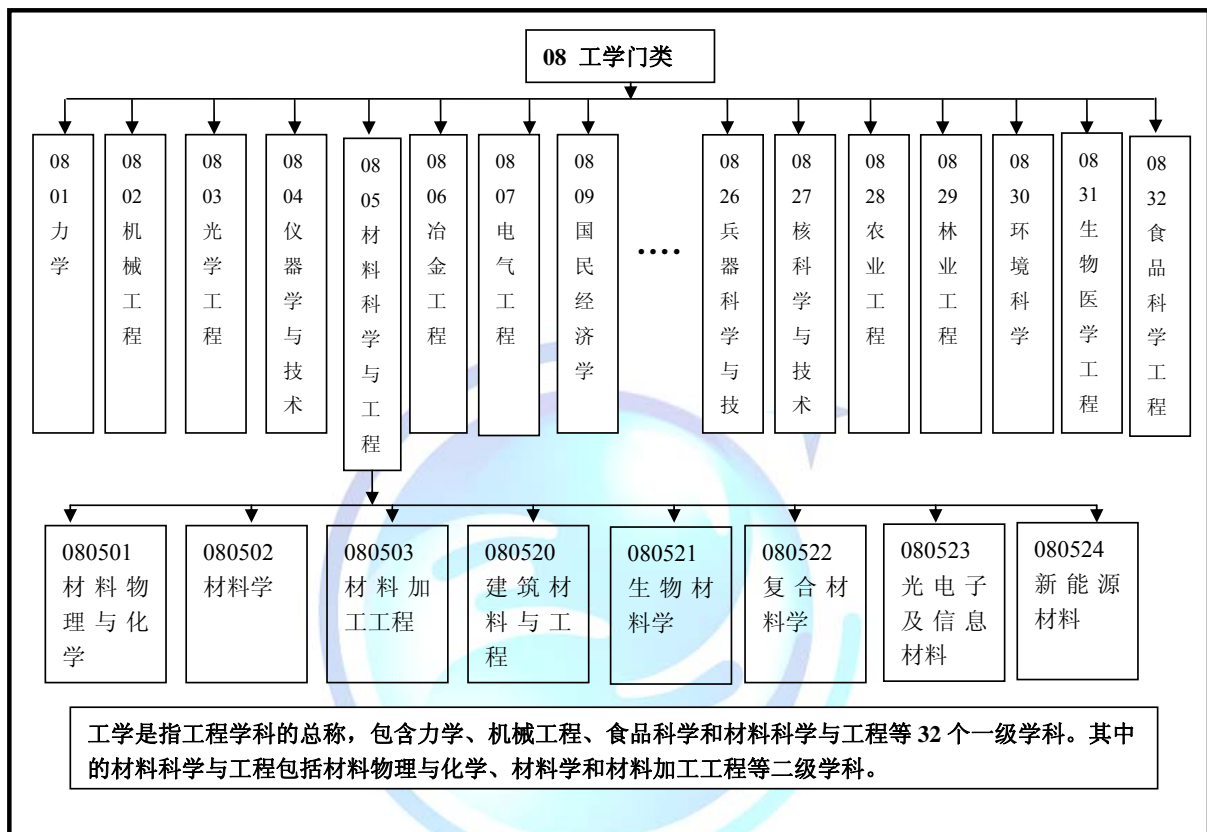
第二部分 专业与就业解析

2.1 材料科学专业综合介绍

1 专业内涵分析

材料科学与工程是工学（工程科学）的其中一个一级学科，下设二级学科包括：材料物理与化学、材料学、材料加工工程等。本专业培养具备包括金属材料、无机非金属材料、高分子材料等材料领域的科学与工程方面较宽的基础知识，能在各种材料的制备、加工成型、材料结构与性能等领域从事科学研究与教学、技术开发、工艺和设备设计、技术改造及经营管理等方面工作，适应社会主义市场经济发展的高层次、高素质全面发展的科学研究与工程技术人才。本专业学生主要学习材料科学与工程的基础理论，学习与掌握材料的制备、组成、组织结构与性能之间关系的基本规律。受到金属材料、无机非金属材料、高分子材料、复合材料以及各种先进材料的制备、性能分析与检测技能的基本训练。掌握材料设计和制备工艺设计、提高材料的性能和产品的质量、开发分析与检测技能的基本训练。掌握材料设计和制备工艺设计、提高材料的性能和产品的质量、开发研究新材料和新工艺方面的基本能力。





(1) 材料物理与化学，材料物理专业培养具有材料的基础理论、材料制备、加工、结构与性能测试及材料应用方面的基本原理和技术，能够从事材料改性和新材料的研究、开发及管理的高层次工程技术人才。要求学生掌握有关材料物理的基本理论、基本知识和基本技能，掌握材料制备方法和现代测试技术。具备运用物理学、材料物理的基本理论和基本技能进行材料研究和技术开发的本领。

学生毕业后可从事材料科学与工程、电子、信息、能源、生物、国防、航天等领域的科学研究、教学、技术开发及相关管理工作。

材料化学专业培养具有化学及材料化学的基本理论与实验技能，熟悉材料制备、合成与加工原理和技术，能够从事材料改性和新材料的研究、开发及相关管理的高级专门人才。要求学生掌握有关材料科学的基本理论及材料制备、改性的最新技术，掌握材料科学研究方法和现代测试技术，具备运用化学、材料化学的基本理论和基本技能进行材料研究和技术开发的本领。

学生毕业后可从事材料科学与工程、化工、电子、建材、生物、航空航天、能源、信息等领域的科学研究、教学、技术开发及相关管理工作。

(2) 材料学而材料学是研究材料的制备或加工工艺、材料结构与材料性能三者之间的相互关系的科学。涉及的理论包括固体物理学, 材料化学, 与电子工程结合, 则衍生出电子材料, 与机械结合则衍生出结构材料, 与生物学结合则衍生出生物材料等。专业培养基础宽厚、适应面广、具有较强的国际竞争力的高级工程技术人才及新材料开发研究人员, 要求学生掌握材料学科必要的基础理论知识、技术基础理论, 必要的专业知识及相关的工程技术知识, 掌握材料研究方法和测试技术, 具备材料的研究、测试和开发能力, 并受到良好的计算机和外语训练。

学生毕业后可以到材料、冶金、交通、化工、电子、航空航天、信息、国防等领域从事教学、科研、开发、设计和管理方面的工作。

(3) 材料加工工程是将原料、原材料(有时加入各种添加剂、助剂或改性材料)转变成实用材料或制品的一种工程技术。目前在中国学术界更多的指向聚合物加工。可以分为金属材料加工工程和非金属材料加工工程。

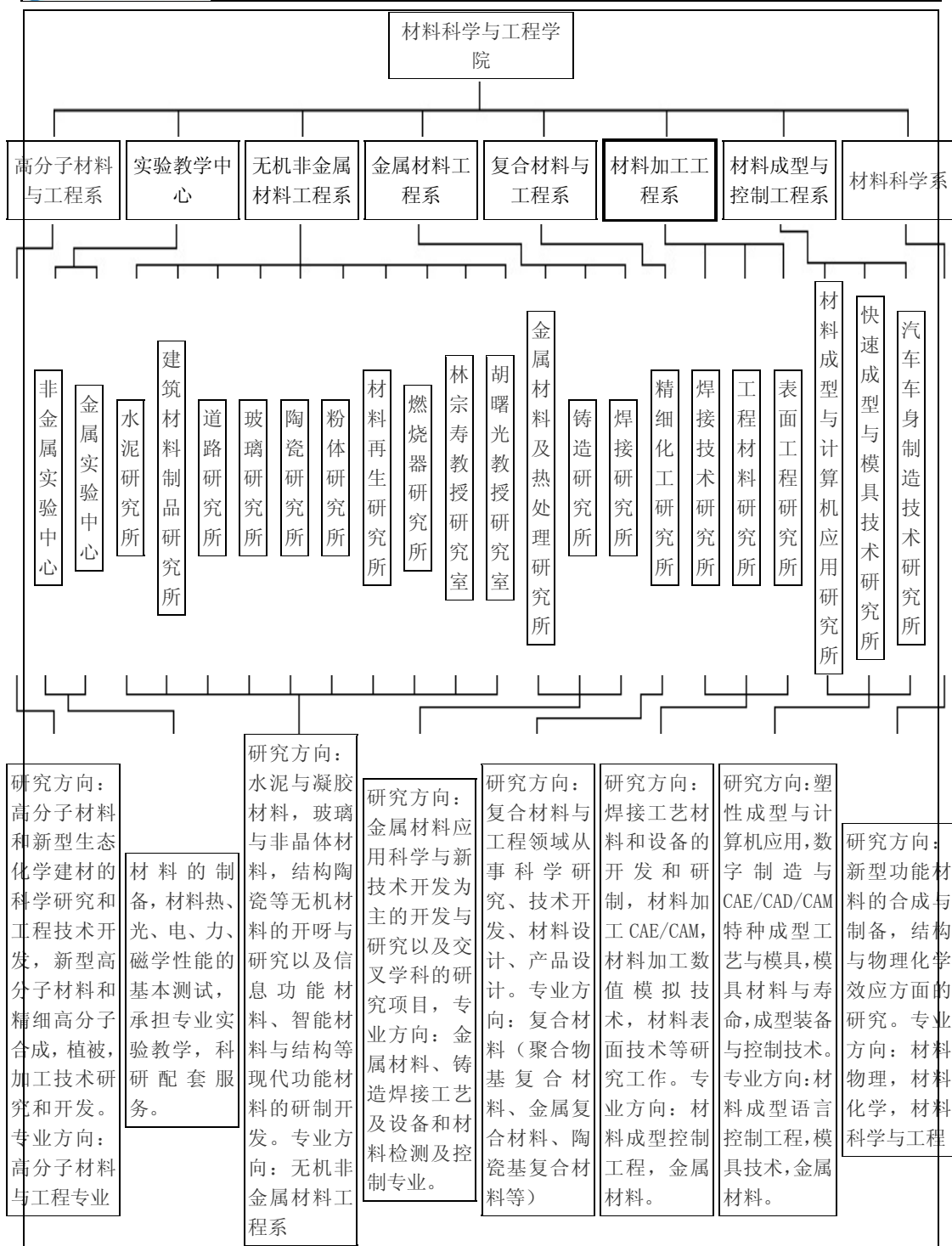
学生毕业后可在科研、企事业单位、公司或大专院校从事研究、开发、教学、管理工作。

2 武汉理工大学材料专业的专业结构设置

材料科学与工程学院现设有材料科学与工程、无机非金属材料与工程、高分子材料与工程、复合材料与工程、材料物理、材料化学、材料成型及控制工程等 7 个本科专业; 拥有材料物理与化学、材料学、材料加工工程、建筑材料、复合材料工程、生物材料学、光电子信息材料、新能源材料 8 个博士点和 8 个硕士点, 材料科学与工程一级学科博士点和博士后流动站, 材料学、材料加工工程两学科设置有“长江学者奖励计划”资助的特聘教授岗位, 材料学为国家级重点学科。有材料复合新技术国家重点实验室、光纤传感技术国家重点工业试验基地、硅酸盐材料工程教育部重点实验室、材料研究与测试中心、生物材料工程研究中心等作为科研支撑基地和高层次人才培养基地。

2007 年材料科学与工程被列为一级学科国家重点学科, 材料学、材料物理与化学、材料加工工程被列为二级学科国家重点学科。

武汉理工大学材料学科院所设置及研究方向见下表, 同学们可以根据自己的知识背景来选择自己在研究生阶段想要从事的方向。



3 武汉理工大学材料专业培养体系

武汉理工大学材料专业拥有材料物理与化学、材料学、材料加工工程、建筑材料、复合材料工程、生物材料学、光电子信息材料、新能源材料这样的八个硕士点。并且这八个硕士点所涉猎的领域也不尽相同，所学研究生的知识面也不相同。下面我们分别来讨论一下。

材料物理与化学方向主要的专业知识要求有：大学物理 B、理论力学、材料科学基础、材料物理、结构缺陷、材料合成与加工、固体物理、计算机在材料科学与工程中应用、材料研究与测试方法 A、理论物理、近代光学、电磁场理论、材料概论、物理化学、结构化学、计算化学、材料化学原理及应用、无机化学、分析化学、有机化学、材料概论、材料合成与加工、材料研究与测试方法 A、材料腐蚀与防护、表面与界面化学等。

材料学方向的主要课程包括：物理化学、工程力学、电工与电子技术基础 C、机械设计基础 B、材料概论、材料科学基础、材料工程基础、金属材料学、材料研究与测试方法 A、计算机在材料科学与工程中的应用等。材料学方面还有高分子的相关内容包括：聚合物流变学、高分子化学、高分子物理、聚合物加工原理及工艺、聚合物合成工艺学等。

材料加工工程方向的主要有：理论力学、材料力学、工程图学、机械原理、机械设计、电工与电子技术基础、单片机原理及接口技术、工程材料、CAD/CAM 基础、测试技术基础、材料成型控制工程基础、材料成型原理等

能源材料和建筑材料的主要课程有：无机化学、物理化学、工程力学、电工与电子技术基础 C、机械设计基础 B、材料概论、材料工程基础、无机非金属材料工学、材料研究与测试方法 A、计算机在材料科学与工程中的应用等。

复合材料方向的主要课程包括：电工与电子技术基础、机械零件及原理、物理化学、有机化学、高分子化学及物理、材料研究与测试方法、工程力学、材料复合原理、复合材料学、复合材料工艺与设备、材料化工基础、复合材料聚合物基体、复合材料力学、复合材料结构设计等。

生物材料的由于在本科没有开设相关专业，所以对相关只是的要求相对宽松，主要有材料科学基础、光纤光学、高分子化学、材料成型原理等。光电子信息材料与生物材料类似，其主要课程包括：材料科学基础、光纤光学、高分子化学、材料成型原理等具备光电子和纳米材料方面的知识会比较有竞争力。

通过以上对相关专业的具体分析，大家必学明确，自己的知识背景和你所想要从事的领域的优势和差距分别在哪里。这样便能在跨跨行业跨专业的时候把握更加准确，目标更加明确，这样才能最有效的达到目的。

2.2 材料专业就业分析

1 材料专业就业分析

从上面的具体介绍中可以看出，材料专业主要的就业方向分布比较广泛，包括：材料科学、化工、电子、建材、生物、航空航天、能源、信息等领域的科学研究、教学、技术开发及相关管理工作。各个方向都有十分优秀的企业和科研单位提供工作机会，同时各方向的企业对专业技能需求的侧重点也不一样。例如，材料学专业中的无机非金属材料方向有很多国有大企业包括中建、中交、中铁和中冶等，这些大企业所要求的人才需要有扎实的试验技能，对工程设备的操作技能，以及将理论运用到工程现场的能力。而新材料方向的例如能源材料，生物材料的理想的就业方向是在高新技术企业、新技术研究机构和高校，要求学生有较过硬的知识储备，同时拥有创新思想。

2 材料学专业的杰出人才

武汉理工大学材料专业历史悠久，底蕴深厚，从此走出的杰出人才更是不胜枚举。包括欧进萍（现任大连理工校长）、程一兵（澳大利亚工程院院士，澳大利亚 Monash 大学材料学院院长），姜德生（武汉理工大学光线中心主任，中国工程院院士）……除了对专业的刻苦钻研外，这样的大师必是拥有无比的天赋。那么下面我们就看看“普通的材料人”是怎样成为杰出人才的。

李叶青，1984 年 7 月毕业于武汉工业大学水泥专业。1993 年 6 月毕业于武汉工业大学工程技术经济专业，工学硕士。1984-1987 年，武汉工业大学硅工系教师、团委副书记；1987-1993 年，华新水泥厂中心化验室助理工程师、石灰石矿副矿长、扩改办副主任、扩建指挥部技术处处长；1993 年，华新水泥厂副厂长；1993 年 11 月，任公司董事兼副总经理。现任公司董事、总经理。

陈亚唯先生 1982 年毕业于武汉理工大学（原武汉工业大学）78 级复合材料专业，曾先后在 12 家单位兼任董事长、总经理等职，现任江苏杰尔科特复合材料有限公司总经理。2002 年，陈亚唯先生捐献 40 万元在材料学院设立“亚唯奖学金”。“亚唯奖学金”是专门面向材料学院复合材料专业研究生和本科生的首项社会奖学金，每年 8 万元，连续颁发 5 年。2006 年，时值武汉理工大学校友会材料学院分会成立，陈亚唯先生再次捐赠 50 万人民币，与材料学院续签五年“亚唯奖学金”合约。

我们可以看出才这些人的成功都是在对本专业知识不断的积累，在所从事的行业不段的创新。想要像他们一样取得成绩，现在就必须把握好材料科学的基础知识测试手段，从而了解研究创新的角度和思路，找准“做材料”的窍门。

3 材料专业相关的工作岗位

材料专业涵盖较广，在不同的研究方向，需要的毕业生的主要职责也有所区别。传统材料方向如无机

非金属方向和高分子方向主要从事的是工程质量控制，新技术新设备的使用，新材料新方法的研发等等。而在新材料方向主要是负责提供创新思想与方法，国内外相关行业的最新研究进展以及本行业的创新突破点。这就对学生的素质有所要求，主要体现在专业素质和综合素质连个方面。要提高专业素质当然首先要先关基础知识必学掌握如材料科学基础材料工程基础知识，以及相关的物理、化学、生物知识，外语水平，计算机水平，再就是相关实验技能的提高，材料学科是一个离不开试验的学科。综合素质的提高要求学生在学习的过程中不断的锻炼自己的临场应变能力、管理能力和大局观等。

2.3 武汉理工大学材料专业就业情况

1 历年就业数据分析

专业名称	就业城市	就业单位	工作岗位	工作技能要求	薪酬待遇
材料学（传统材料）	武汉、江苏	大型国企 研究所 部分私企	质量控制 产品开发 现场检测	实验技能；管理能力；一定的实践经验	8万以上或10以上
材料学（高新材料）	北京、上海	科研院所	产品开发	创新思维；基础知识；外语水平；计算机水平	10万以上
高分子材料	上海	通用等汽车制造单位和一些涂料合成研究单位以及科研机构	研究人员或者分析人员	独立创新精神和牢固的基础知识和运用能力	6万以上或8万以上
材料成型与加工	广东	科研机构，工厂、模具设计机构	研究人员、技术核心人员、设计人员	能够结合所学到的知识解决实际问题	6万以上

2 武汉理工大学材料专业的就业前景

武汉理工大学是一个以材料、汽车和航海为支撑的学校。这三个专业都是基础建设相关的专业，在国内有其实环中地区具有强大的竞争里，而经国家大力开展基础建设，此类专业就行形式十分良好。

多年来，武汉理工大学在材料行业积累了深厚的底蕴，校友遍布整个行业的重要机构和部门，在校的教授博导在本行业内首屈一指，毕业生在用人单位口碑一流。正是由于有前人的努力，为而今的毕业生就业创造了良好的条件。据统计材料专业的本科生毕业后的一次性就业率在 94%以上，硕士研究生的毕业后的就业率接近 100%。

从以上情况分析得知，武汉理工大学材料专业的就业前景很好，在该学校完成研究生阶段的学习，能够帮助考生完成人生的一个重大转折。

考生如何才能成功的考上武汉理工大学材料专业的研究生，该校该专业每年的录取情况是怎么样的？招生人数是多少、分数线是多少？考研复习现阶段需要做什么等，后续部分会给大家详细介绍。



第三部分 武汉理工大学材料专业内部信息深度解析

3.1 报考数据分析

1、武汉理工大学材料专业报录比

年份	报名人数	推免人数	复试人数	录取人数	报录比	奖学金人数（或公费比例）
2010	约 1300	30	588	350（+120）	38%	50%
2009	约 850	30	540	366（+90）	54%	70%
2008	约 650	25	400	330	50%	60%一等+10%二等
2007	约 600	25	360	300	50%	70%（公费）

注：报录比=录取人数/报名人数；括号里面为工程硕士

2、武汉理工大学材料专业复试分数线和实际录取分数线

专业名称	年份	复试分数线					该专业录取 分数线 （录取考生 中最低分）
		政治	外语	数学二	专业课	总计	
材料物理与化学、材料学、材料加工工程、建筑材料、复合材料工程、生物材料学、光电子信息材料、新能源材料	2010	36	36	54	54	280	280
	2009	37	37	56	56	286	280
	2008	44	44	66	66	328	320
	2007	43	43	65	65	330	330

3.2 复试信息分析

1 复试流程与形式

复试流程与形式		请填写 是或否	考试时间 （上午、下午、 时长）	要求 （及格等）	分数	考试科目
专业笔试		是	上午 60 分钟	及格	42 分 左右	相关专业知识
复试面试	提交个人材料	否	3-5 分钟	合格	40 分	专业知识以及其他知识灵活运用
	专业课面试	是				
	自由提问	是				
外语口语英语（外语名称）		是	包含在面试中	合格		
外语听力英语（外语名称）		是	20 分钟	合格	18 分	计算机基础运用知识和良好的听说能力
计算机基础运用知识		是	15 分钟	合格		
体检		是	1 小时左右	合格	无	
复试总分：100 分						

说明：

- （1）提交个人材料包括身份证复印件、本科成绩单、个人简历、学生证或本科毕业证、学位证等；
- （2）专业课面试主要是在面试过程中老师所问的专业问题属于哪个考试科目的。

2 建议复试参考书目

材料专业的复试参考书目：《材料概论》武汉理工大学出版社，《无机非金属材料测试技术》武汉理工大学出版社，《计算机知识基础》，《无机化学》，《有机化学》，以及相关试验教程。

3 复试复习建议

- (1) 准备时间不必太长，待分数出来以后细心准备；
- (2) 和初试不同，复试老师提问，范围覆盖面都很广，建议多多准备相关知识；
- (3) 专业课面试主要是在面试过程中老师所问的专业问题属于你所填报的志愿以及你本科的毕业设计相关的；
- (4) 外语听力题目语速和 4 级相当，不算太难；计算机基础知识则是涵盖了计算机理论以及网络知识、软件应用等综合知识。

3.3 导师信息分析

1 导师信息

武汉理工大学材料学专业总共有 122 个导师，其中包括 33 名博士生导师，89 名硕士生导师。该学校该专业的导师主要研究方向为无机非金属材料、高分子材料、复合基材料、材料成型与加工、生物材料等，研究生在读期间，和胡曙光、水中和、马保国、周明凯等导师可以从事先进水泥混凝土材料等项目的研究，王继辉、曾黎明、王钧、黄志雄等导师可以从事聚合物复合材料、功能复合材料等项目的研究，张超灿、熊传溪等导师可以从事新型高分子材料合成和加工、纳米复合材料等项目的研究，武七德、徐晓红、周静、朱教群等导师可以从事先进结构陶瓷材料等项目的研究，潘牧、唐新峰的教授从事新能源材料的等等。以下简单罗列出在校导师的相关信息，以供同学参考：

姓 名	性别	职称	在读博士生数量	在读硕士生数量	招收硕士生数量 (推免数量)
陈文	男	教授	3	15	6
丁庆军	男	教授	3	12	3 (1)
胡曙光	男	教授	2	14	3
水中和	男	教授	3	13	5 (1)
王钧	男	教授	3	12	6
王华昌	男	教授	2	14	6
黄志雄	男	教授	3	13	6
刘韩星	男	教授	3	14	6
王继辉	男	教授	2	14	6
吴少鹏	男	教授	3	15	6
武七德	男	教授	2	15	6
谢峻林	女	教授	3	14	6
熊传溪	男	教授	2	15	3 (3)

余剑英	男	教授	3	14	5
徐晓红	女	教授	3	14	5
张超灿	男	教授	2	15	5
周静	女	教授	3	15	5
周明凯	男	教授	3	14	6
朱教群	男	教授	3	15	5

2 联系导师的方式方法

联系方式	是否需要	联系最佳时间段	联系最大次数	注意事项
Email 联系	需要	晚上	1-2	用词礼貌谦虚
电话联系	需要	傍晚	1-2	注意礼貌，长话短说，语言简洁
短信联系	不需要			
直接见面	需要	下午	1-2	注意言行举止，礼貌，谈吐大方

万学教育
UNIVERSAL EDUCATION GROUP

第四部分 武安理工大学材料专业初试专业课复习资料分析

4.1 参考书目

参考书目名称	书目属性	出版社	作者	是否招生 简章指定
材料科学基础	教材	武汉理工大学出版社	张联盟, 黄学辉等	是
材料科学基础	教材及练习题	上海交大出版社	胡赓祥	否
无机非金属材料测试技术	教材	武汉理工大学出版社	杨南如	否
物理化学	教材	南京大学出版社	---	否

4.2 海文考研专业课标准课程内部讲义—专业课学员享有

班次	讲义名称	内容
强化班	强化讲义	精细罗列各个考点、命题规律、知识点对应的重点习题和真题详细解析, 并明确告知其专业课科学合理的复习方法
冲刺班	冲刺讲义	梳理命题素材、各种题型精确解题方法和技巧、通过题目及知识点标注预测各种考点

4.3 考前三套模拟试题及其解析

在距离考研将近 30 天左右的时间, 将给学员下发三套模拟试题。

4.4 典型与重点题及其解析

针对武汉理工大学材料专业, 选择材料科学基础为专业课的同学, 必须有一本武汉理工大学出版的《材料科学基础》, 重点把握第二、三、六和七章。尤其是第二章晶体结构和第六章相平衡和相图。这两章的课后习题每一类型的至少要做一道题目。

4.5 真题及其解析

该专业课可以为考研学生提供 3 年历年真题, 并在真题精讲班中讲解历年真题的各种题型科学解法, 同时也告知学员如何分析真题、找出真题的考点、命题规律, 如何通过相应题目练习达到掌握相关真题对应知识点的目的。

第五部分 武汉理工大学材料专业初试专业课考研知识点深度分析

5.1 真题分析

年份	题型	分值	考察范围	考察难度
2010	填空	30	第 2、3、4、5、7、8、10、11、12 章	了解
	简答	20	第 2、7、8 和 9 章	理解
	作图题	30	第 6 章	掌握
	问答计算	70	第 2、4、3、8、10 和 12 章	应用
2009	填空	30	第 2、3、4、5、7、8、10、11 章	了解
	简答	20	第 2、7、8 和 9 章	理解
	作图题	30	第 2、6 章	掌握
	问答计算	70	第 2、4、3、8、10 和 12 章	应用
2008	填空	30	第 2、3、4、5、7、8、10、12 章	了解
	作图题	25	第 6 章	掌握
	问答	78	第 2、3、4、5、7、8、9、10、12 章	应用
	计算题	17	第 5、7 章	掌握
2007	名词解释	30	第 2、3、4、5、7、8、10、11 章	了解
	作图题	20	第 6 章	掌握
	计算	30	第 3、7、8 章	掌握
	问答	70	第 2、3、4、5、7、8、9、10、章	应用

说明：

考察难度可分别表示以下意思：了解（考查概念）、理解（考查应用或计算题等）、掌握（考查推理）、应用（理论结合实践）

综合来说，材料科学基础这门专业课这几年的题型变化不大，主要有填空或名词解释、晶体结构和相图的作图分析、计算、和问答等题型，难度略有增加，侧重于对基础知识点的掌握和各知识点之间的相互联系，在复习时，对于了解的知识点，复习的时候，应该对其知识系统有一个宏观的理解，在大的方向把握知识脉搏，熟练地记忆各种基础概念及其分析，做到自己能用自己理解的方式来阐述各种定义以及概念；对于熟悉的知识点，复习的时候，首先要温故而知新，反复推敲知识公式的推导，并且理解该知识的运用领域和应用方式，熟练地运用这些知识点解决实际问题；对于掌握的知识点，不仅仅要求对其有深刻的理解和记忆，还要能够熟练地将其和其他知识联系，既要形成横向的知识体系，还要和其他学科，方向的知识纵向联合分析和解决问题。

5.2 参考书目知识点分析

初试专业课“材料科学基础”总共包括一本书，即张联盟等人编写的《材料科学基础》课本，本书包括 12 章，占总卷面的 95%以上；每个章节在在考试中所占的比例也是不一样的，下面我们就来具体分析：

章节	章节名称	重点	难点	必考点	考试题型	分值
第 1 章	材料引言	--	--	--	基础常识	--
第 2 章	晶体结构	√	√	√	概念题，作图题，问答题，计算题	25-35
第 3 章	晶体结构缺陷	√		√	概念题，计算题，问答题	15
第 4 章	非晶态结构与性质			√	概念题，问答题	5-10
第 5 章	表面结构与性质			√	概念题，问答题	5-10
第 6 章	相平衡和相图	√	√	√	作图题，问答题	20-25
第 7 章	基本动力学过程—扩散		√	√	概念题，算答题，问答题	5-10
第 8 章	材料中的相变		√	√	概念题，问答题	5-10
第 9 章	材料制备中的固相反应	√		√	概念题，问答题	15
第 10 章	烧结	√	√	√	概念题，问答题，计算	15
第 11 章	腐蚀与氧化			--	概念题，简答题	4-8
第 12 章	疲劳与断裂			--	概念题，问答题，	4-8

5.3 重点知识点汇总分析（大纲）

序号	知识点细分			难易程度 (最大为★★★★)
1	材料引言	材料的分类		★
2		材料组成、结构、性能、工艺之间的关系		★
3	晶体结构	结晶学基础	空间点阵	★★
4			结晶学指数	★★
5			晶向与晶面的关系	★
6		晶体中质点的质点的结合力与结合能	晶体中质点的结合力	★
7			晶体的结合力与集合能	★
8		晶体中质点的堆积方式	最密堆积原理与最密堆积方式	★★★★
9			化学组成与晶体结构之间的关系	★★★★
10			外在因素对晶体结构的影响	★★
11		单质晶体结构	金属晶体结构	★★
12			非金属元素单质晶体结构	★
13		无机化合物结构	AX 型结构	★★★★
14			AX ₂ 型结构	★★★★
15			A ₂ X ₃ 型结构	★★★★
16			AX ₃ 和 A ₂ X ₅ 型结构	★
17			ABO ₃ 型结构	★★★★
18			AB ₂ O ₄ 型（尖晶石）结构	★★★★
19			石榴石结构	★
20			无机非化合物结构与鲍林规则	★★★★
21		硅酸盐晶体结构	硅酸盐晶体的表征、结构特点与分类	★★★★
22			岛装结构	★★
23			组群装结构	★★
24			链状结构	★★
25			层状结构	★★★★
26			架装结构	★
27		高分子材料结构	高分子的链状结构	★
28			高分子的聚集态	★
29	晶体结构缺陷	晶体结构缺陷的类型	按几何形态分类	★
30			按产生的原因分类	★★
31		点缺陷	点缺陷的表示符号 Kronger-Vink 符号	★★★★

32	晶体结构缺陷	点缺陷	缺陷反应的表示方法	★★
33			热缺陷浓度的计算	★★
34			热缺陷在外力下的运动	★★
35			热缺陷与晶体的离子导电性	★★
36		线缺陷	晶体的塑性与强度	★★
37			位错的类型	★★
38			位错的伯氏矢量	★★
39			位错力场与应变能	★
40		面缺陷	位错运动、受力和反应	★★★★
41			晶界	★★
42		固溶体	层错	★
43			固溶体分类	★
44			置换型、间隙型固溶体	★★
45			形成固溶体后对晶体性质的影响	★
46			固溶体的研究方法	★
47		非化学计量化合物		★
48	非晶态结构与性质	熔体的结构	硅酸盐熔体结构的聚合物理论	★★
49		熔体的性质	粘度, 表面张力	★★★★
50		玻璃的形成	玻璃的通性	★★
51			玻璃的转变	★
52			玻璃形成	★★
53		玻璃的结构和类型		★
54	表面结构与性质	固体的表面与结构		★★
55		固体的界面及其结构		★
56		润湿与粘附	润湿的类型	★★
57			接触角与杨氏方程	★★
58			非理想晶体表面的接触角	★★★★
59			粘附及其化学条件	★★
60	相平衡与相图	相平衡与研究方法	相平衡的基本概念	★★
61			相率	★★
62			相平衡的研究方法	★★★★
63		单元系统	具有多晶转变的单元系统相图	★★
64			专业相图	★
65		二元相图		★
66	相平衡与相图	三元相图		★★★★
67	动力学过程--扩散	扩散动力学方程-菲克定律		★★
68		菲克定律的应用	稳态扩散	★
69			非稳态扩散	★★

70		扩散的机制与扩散系数	原子的随机行走与扩散	★★
71			扩散的微观机制	★★
72			扩散机构与扩散系数的关系	★★★
73		多元系统的扩散	能斯特爱因斯坦方程	★★
74			克肯达尔效应	★★★
75		影响扩散的系数的因数	外在和内在因素	★★
76	材料中的相变	相变的概述	相变的分类	★
77			相变的条件	★★
78		成核-生长相变	晶核生成的速率	★★★
79			晶体生长的速率	★★★
80			总的结晶速率	★★
81			影响结晶速率的因素	★★
82		液相转变		★
83	材料制备中的 固态反应	固态反应概论	固态反应的分类	★
84			固态反应的特征	★★
85		固态反应的机理	界面上的化学反应	★
86			界面反应和离子扩散的关系	★★
87			中间产物和离子扩散的关系	★★
88		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	★★★
89		影响固态反应的因素	内在因素和外在因素	★★
90	烧结	烧结概述	烧结的基本类型	★
91		烧结的过程和机理	烧结过程	★
92			烧结的推动力	★
93			烧结的机理	★★★
94		固相烧结	烧结的前期、中期和后期	★★
95		再次结晶和晶粒长大		★★★
96		非常规烧结		★
97		影响烧结的因素	物料、添加物活性、气氛和压力	★★★
98	腐蚀与氧化	腐蚀与氧化的基本概念	腐蚀与与广义腐蚀	★
99			腐蚀的类型与特点	★
100			应力腐蚀	—
101			氧化	—
102	疲劳与断裂	疲劳的概念		★
103		低温断裂与疲劳		★
104		高变蠕变的概念		★



万学教育
UNIVERSAL EDUCATION GROUP

第六部分 武汉理工大学材料专业初试专业课整体复习规划

大家都知道，考研是一个极具竞争性、选拔性和自学性的考试，在考研学习中，时间管理的恰当与否直接关系到最后的考研成败。制定一份科学、合理、连续的全局学习计划，对专业课的学习就显得极为重要。因而，在前面详尽分析了该专业的就业、录取等关键信息之后，接下来在本部分需要重点讲解的是该专业的整体复习规划。

前期良好的基础学习、中期的强化训练、后期的专项学习，再加上您考研过程中的良好心态，一定会帮助您迈进理想的研究生殿堂！



第七部分 武汉理工大学材料专业基础知识点框架梳理及其解析

第一章 材料引言

本章节包括 2 个知识点，材料类型，材料的组成、机构、性质和工艺之间的关系，这一章主要是介绍材料专业的基本知识止血了解即可。

复习过程中宏观把握，要求能为正本教材内容的理解打下基础。

第二章 晶体结构

本章节包括 26 个知识点，包括空间点阵，结晶学指数，晶向与晶面的关系，晶体中质点的结合力，晶体的结合力与集合能，最密堆积原理与最密堆积方式，化学组成与晶体结构之间的关系，外在因素对晶体结构的影响，金属晶体结构，非金属元素单质晶体结构，AX 型结构，AX₂ 型结构，A₂X₃ 型结构，AX₃ 和 A₂X₅ 型结构，ABO₃ 型结构，AB₂O₄ 型（尖晶石）结构，石榴石结构，无机非化合物结构与鲍林规则，硅酸盐晶体的表征、结构特点与分类，岛装结构，组群装结构，链状结构，层状结构，架装结构，高分子的链状结构，高分子的聚集态。

其中必须掌握的知识点是 15 个，空间点阵，结晶学指数，晶向与晶面的关系，最密堆积原理与最密堆积方式，化学与晶体结构之间的关系，外在因素对晶体结构的影响，金属晶体结构，AX 型结构，AX₂ 型结构，A₂X₃ 型结构，ABO₃ 型结构，AB₂O₄ 型（尖晶石）结构，无机非化合物结构与鲍林规则，硅酸盐晶体的表征、结构特点与分类，岛装结构，组群装结构，链状结构，层状结构。

基础阶段，复习时间是从 5 月份至 8 月份，需要了解所有的知识点，需要掌握的知识点 12 个，结晶学指数，最密堆积原理与最密堆积方式，化学组成与晶体结构之间的关系，AX 型结构，AX₂ 型结构，A₂X₃ 型结构，ABO₃ 型结构，AB₂O₄ 型（尖晶石）结构，无机非化合物结构与鲍林规则，硅酸盐晶体的表征、结构特点与分类，层状结构。

在复习每一个知识点的过程中，首先要了解知识点，通过反复的阅读教材，理清整个晶体材料的理论骨架，从宏观的角度把握知识体系，本章概念较多，这一点需在理解的基础上记忆，熟悉相应知识点，最后再通过本讲义如下内容对应的例题，从分析、解题、注意易错点到完成老师布置的作业完成相应知识点的掌握过程。

【知识点 1】结晶学指数

【例题 1】作图表示立方晶系中的 (001) (1-11) (010) (112) (100) (110)

分析：晶面指数是指结晶学中常用的一组 (h, k, l) 来表示一组平行晶面，hkl 是晶面在三个晶轴上的截距的倒数。（晶向指数是[uvw]是晶向矢量在参考坐标轴在矢量分量的经等比例）

解题：

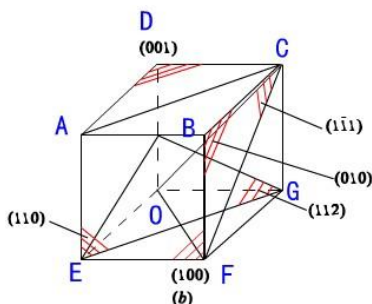


图 7-1 晶面指数

易错点：晶面指数的 hkl 全是正数是直接按照定义来，而在第二个晶面这样出现有负数的有两种处理方法：方法一，就是确定一个原点，画 XYZ 轴，然后再然后直接在负方向延长，在直接画出来，在平移一个到所需存在的晶胞上。方法二是在掌握了之后就在同一个晶胞中选择不同的原点，而坐标轴的方向一定不能变，选择原点的原则是能使所画的晶向在晶胞内。

晶向指数在晶胞中的画法与上面介绍的相同，但是注意用“ $[\]$ ”表示；指数中有负数的表示方法见图中。

作业：《材料科学基础》P91 页第 2.8, 2.9 题

习题：

1. 名词解释：晶系、晶胞、晶胞参数、空间点阵、米勒指数（晶面指数）、
2. 作图题：做图标是立方晶系的晶体中 $(3-1-2)$ 晶面和 $[13-2]$ 晶向（标出坐标系）

【知识点 2】 最密堆积原理和最密堆积方式

【例题 2】 NaCl 中何种原子做何种堆积，那种原子填充那种空隙，填充的比例是多少

分析：我们先来分析，NaCl 的点阵结构特点，NaCl 是立方晶系，每个钠离子周围有六个氯离子，离每个氯离子最近的钠离子数也是六个，这样就保证 NaCl 的晶体结构式 1:1 的，同时两者在离子半径上也

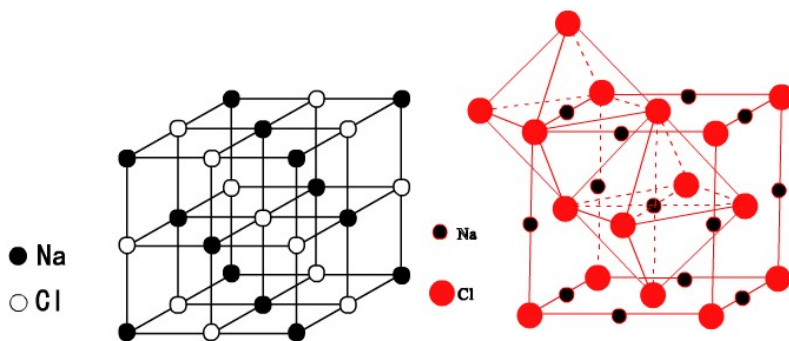


图 7-2 NaCl 的结构

解题：在图 7-2 的右图中可以明显的看出，在 NaCl 的晶体结构中，氯离子做面心立方堆积，钠离子填充八面体空隙，且填充了此空隙的 100%。

易错点：由于 NaCl 中的两种原子看上去像是等价的容易导致考生，错误的以为两种离子在警惕结构中的地位也是等效的，即有谁来坐什么最密堆积，谁来填充何种空隙，填充了多大的比例这些是不能变的。

作业：《材料科学基础》P91 页第 2.11, 2.12, 2.13, 2.14, 2.15, 216 题

习题：

指出纤锌矿（六方 ZnS）结构中正负离子的堆积方式，和空隙填充方式，填充比例。

【知识点 3】化学组成与晶体结构之间的关系

【例题 3】NaCl 晶体晶体结构和 CsCl 晶体结构中，配位数和配位多面体分别是什么？

分析：现在根据 NaCl 和 CsCl 的晶体结构分析一下，配位数、配为多面体与正负离子半径之间的关系。根据边角关系可以得出形成 6 配位的八面体时，正负离子能够彼此相互接触的条件是 $r_+/r_-=0.414$ 。 $r_+/r_-<0.414$ ，则正、负离子相互接触，而负离子相互接触，这时负离子之间的斥力和打结构不稳定，配位数会降低，以使系统的斥力和引力平衡。而当 $r_+/r_->0.414$ 时，正负离子相互接触，在一定程度上，系统的引力大于斥力，结构稳定。当次比值继续增大到 $r_+/r_-=0.732$ ，正离子的配位数变为 8，而当 $r_+/r_->0.732$ 时 8 配位数在一定程度上仍然稳定。而 NaCl 的 r_+/r_- 在 0.414-0.732 之间，因此是 6 配位，CsCl 的正负离子比例更接近 0.732，因此是 8 配位。

解题：NaCl 晶体中 Na^+ 是 6 配位，位于体心上的 Na^+ 和 6 个面心上的 Cl^- 形成钠氯八面体 $[\text{NaCl}_6]$ 。CsCl 晶体中 Cs^+ 为 8 配位， Cl^- 作简单立方堆积，形成 $[\text{CsCl}_8]$ 。

易错点：只是可以记忆每一种晶体结构的阳离子的配位数和配位多面体，而没有冲形成配位数区别的原因去分析，这样机械的记忆对于这样正负离子比例相同的晶体结构容易出现错误。

作业：《材料科学基础》P91 页第 2.17，2.19，2.20，2.21 题（参考书目课后习题）

习题：指出尖晶石结构中氧离子的配位数和配位多面体。

【知识点 4】无机化合物机构—AX 型结构

【例题 4】根据 ZnS 立方型结构回答下列问题：指出机构中正负离子的堆积方式；写出正负离子的配位数及其配位多面体；一个晶胞中有几个 ZnS “分子”；画出晶胞在 (001) 面上的投影。

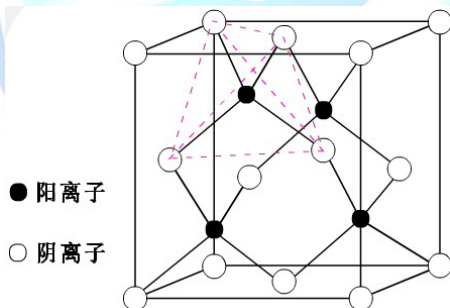


图 7-3 立方型 ZnS 结构

分析：如图所示结构中的 S^{2-} 作面心立方堆积， Zn^{2+} 交错的填充于八个小立方体的体心。在图中已经标出了其中一个配位多面体。

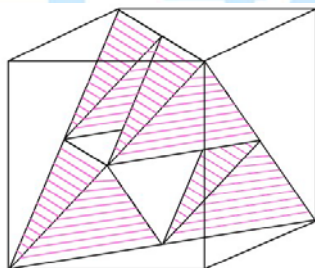


图 7-4 立方型 ZnS 结构的配位多面体

晶体结构的投影图是指在吧晶胞中的所有质点垂直投影到某个平面上的平面图。其中各离子旁边的数字成为标高，它是投影方向的晶轴长度作为 100 来表示离子在投影方向上所处的高度，离子在原点或

投影参考面标记为 0。

解题： S^{2+} 作面心立方堆积， Zn^{2+} 占据四面体空隙的的 $1/2$ ，正负离子的配位数均为 4。每个晶胞中有 4 个 ZnS “分子”。在 (001) 晶面上的投影见下图：

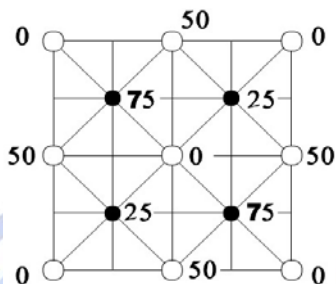


图 7-5 立方型 ZnS 结构的在 (001) 晶面上的投影图

易错点： S^{2+} 作面心立方堆积， Zn^{2+} 交错的填充于八个小立方体的体心，这里不能将 Zn^{2+} 的配位数理解成 8，而其实根据配位数的定义周围最近等距离同种原子的数目， Zn^{2+} 的配位数是 4。

作业：《材料科学基础》P92 页第 2.20，2.22 题

习题：根据纤锌矿（六方 ZnS ）结构图回答下列问题：指出结构中正负离子的堆积方式；写出正负离子的配位数和配位多面体。

【知识点 5】无机化合物结构-- ABO_3 型结构

【例题 5】根据 $CaTiO_3$ 晶胞图回答下列问题：

- 1、晶面 BCGF、HAC 的晶面指数；晶向 DF、AH 的晶向指数。
- 2、结构中各离子的配位数为多少，写出其配位多面体；
- 3、晶胞分子数是多少？何种离子添何种空隙，空隙利用率是多少？

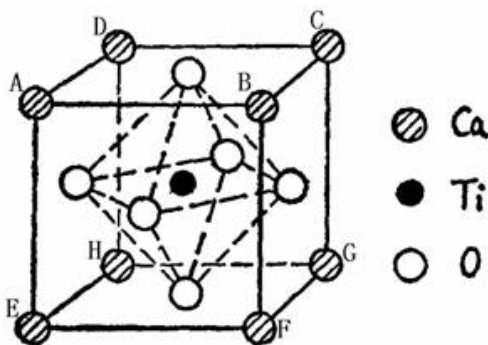


图 7-6 钙钛矿晶胞结构

分析：从结构中我们可以看到，钙离子和氧离子一起作面心立方堆积，钙离子位于顶角，氧离子位于面心，钛离子位于体心。分析钙钛矿这种结构较为复杂的晶胞晶体结构时，要搞清楚每个指点所在的位置，每个位置上的质点。

解题：1、晶面指数分别是 (010) (111)，晶向指数分别是 [111] [101]；

2、 Ti^{4+} 、 O^{2-} 和 Ca^{2+} 的配位数是 6, 6, 12；晶胞结构中的配位多面体是 $[\text{TiO}_6]$, $[\text{OCa}_4\text{Ti}_2]$, $[\text{CaO}_{12}]$

3、晶胞分子数是 1； Ti^{4+} 添八面体空隙，八面体空隙利用率 1/4，四八面体空隙全。

易错点：钙钛矿晶体结构中原子的所处的位置容易记混，导致出现错误。再者要会分析铁钛矿结构和钙钛矿结构的区别，了解离子半径尺寸，对结构的影响，再这些结构的影响在晶体的性质方面有什么影响——具体指自发极化，铁电效应。

作业：《材料科学基础》P92 页第 2.24 题

习题：二、 CaTiO_3 结构中，已知钛离子、钙离子和氧离子半径分别为 $r_{\text{Ti}^{4+}} = 0.068\text{nm}$, $r_{\text{Ca}^{2+}} = 0.099\text{nm}$, $r_{\text{O}^{2-}} = 0.132\text{nm}$ 。

1. 晶胞中心的钛离子是否会在八面体空隙中“晃动”；
2. 计算 TiCaO_3 的晶格常数；

【知识点 6】无机化合物的结构与鲍林规则 (Pauling's Rule)

【例题 6】分析镁铝尖晶石结构中氧离子的电价是否饱和。

分析：根据鲍林规则中的电价规则，负离子的电荷数等于或接近相邻的正离子分配给这个正离子的静

电强度的总和，偏差小于等于 $1/4$ 。静电强度 $S = \text{正离子电荷数} / \text{正离子配位数}$ ，负离子电荷数 $= \sum S_i$ 。

分析晶体结构中的理智是否处于电价饱和的状态必先弄清楚，晶体结构中的配位多面体是什么养的情况。如图所示，尖晶石结构中的配位多面体为 $[\text{MgO}_4]$, $[\text{AlO}_6]$, $[\text{OMgAl}_3]$ 。

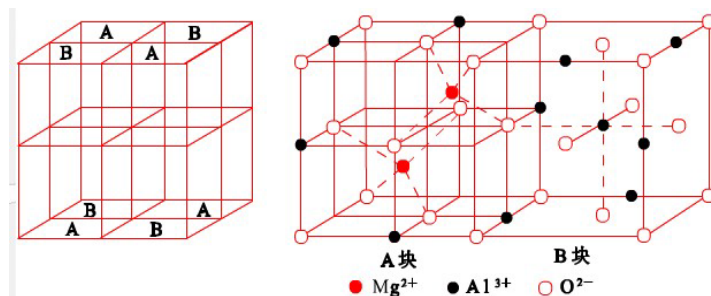


图 7-7 尖晶石结构

解题：尖晶石结构中的配位多面体为 $[\text{MgO}_4]$, $[\text{AlO}_6]$, $[\text{OMgAl}_3]$ 。所以氧离子分得的电荷数 $Z = 2/4 + 3 \times 3/6 = 2$ ；与氧离子的电价相等。所以氧离子的电价饱和。

易错点：在分析晶体结构的中离子的电价是否饱和时必须先弄清楚，晶体结构中的各离子的配位多面体，从而了解其配位数。否则容易出现错误。

作业：《材料科学基础》P92 页第 2.24, 2.25, 2.33, 2.34 题

习题：分析 CaTiO_3 中 O^{2-} 的电价是否饱和。

【知识点 7】硅酸盐晶体的组成表征、结构特点和分类

【例题 7】下列硅酸盐矿物各属何种结构类型：

$\text{r-Ca}_2[\text{SiO}_4]$, $\text{K}[\text{AlSi}_3\text{O}_8]$, $\text{CaMg}[\text{Si}_2\text{O}_6]$, $\text{Mg}_3[\text{Si}_4\text{O}_{10}](\text{OH})_2$, $\text{Ca}_2\text{Al}[\text{AlSiO}_7]$, $\text{Ca}_2\text{Mg}_5[\text{Si}_4\text{O}_{11}](\text{OH})_2$

分析：硅酸盐晶体化学式中 Si/O 比例不同时，结构中的基本单元 $[\text{SiO}_4]$ 之间的连接方式不同，据此可以对其结构进行分类。硅酸盐晶体分为五种类型，其对应的 Si/O 有 $1/4$ 变化到 $1/2$ ，结构比那话变得越来越复杂。具体见《材料科学基础》中 P58 表 2.13。

解题：依次对应上面的晶体所属的类型分别是：岛状、架状、链状、层状、组群状、链状。

易错点：组群中的环装结构和链状结构中的单链其 Si/O 都是 1: 3，要注意区别对待。另外，晶体结构中的部分 Si 离子会被 Na 或者 K 取代，在计算离子比例时需将其转换成 Si。

作业：《材料科学基础》P92 页第 2.26， 2.27 题

习题：硅酸盐晶体中滑石的化学式是 $\text{Mg}[\text{Si}_4\text{O}_{10}](\text{OH})_2$ ，判断其结构类型，用氧化物写法表征滑石的分子式，分析其结晶习性。

【知识点 8】硅酸盐晶体结构—层状结构

【例题 8】下图是高岭石($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)结构示意图，试回答：

1. 请以结构式写法写出高岭石的化学式； 2. 高岭石属于哪种硅酸盐结构类型； 3. 分析层的构成和层的堆积方向； 4. 分析结构中的作用力；

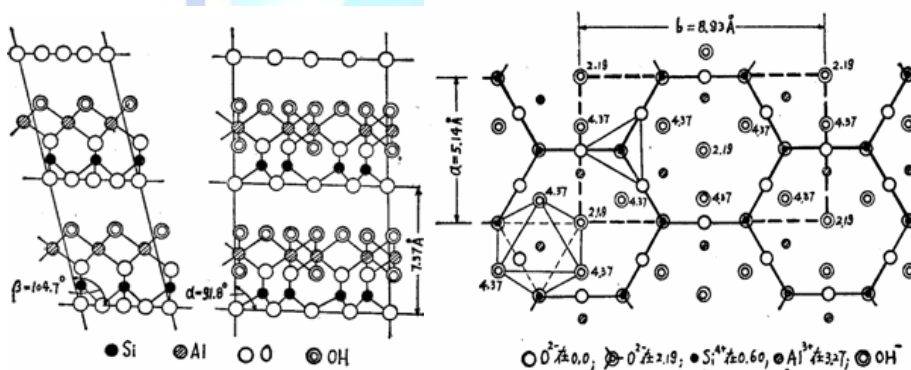


图 7-8 高岭石的结构 左图为在 (010) 面上的投影，右图为在 (001) 面上的投影

分析：高岭石的基本结构单元是由硅氧层和水铝石构成的单网层结构。其中 Al^{3+} 的配位数是 6，层状结构中 O^{2-} 的电价是平衡的。单网层平行叠放便形成高岭石结构。层间结合力较强，层与层之间由于 OH^- 和 O^{2-} 靠的太近，会产生氢键，靠氢键连接。

解题：1: 其结构式的化学式是 $\text{Al}_4[\text{Si}_4\text{O}_{10}](\text{OH})_8$ ； 2: 单网层状结构； 3: 一层硅氧层一层水铝石层且沿 C 轴方向堆积； 4: 层内是共价键，层间是氢键。

易错点：层状结构的晶胞投影图较为复杂，不联系晶体本身的特点易产生错误。

作业：《材料科学基础》P92 页第 2.29, 2.30 题（参考书目课后习题）

习题：参见滑石，蒙脱石的结构回答：为什么蒙脱石易吸水而滑石不易吸水？为什么这些矿物会在 c 轴方向产生解离？

第三章 晶体结构缺陷

本章节包括 19 个知识点，按几何形态分类；按产生的原因分类；点缺陷的表示符号 Kröger-Vink 符号；缺陷反应的表示方法；热缺陷浓度的计算；热缺陷在外力下的运动；热缺陷与晶体的离子导电性；晶体的塑性与强度；位错的类型；位错的伯氏矢量；位错力场与应变能；位错运动、受力和反应；晶界；层错；固溶体分类；置换型、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，其中必须掌握的知识点是 11 个，晶体结构缺陷按形成方式分类；点缺陷的表示符号、缺陷反应的表示方法；热缺陷浓度的计算；热缺陷与晶体的离子导电性；晶体的塑性与强度；位错的类型；位错的伯氏矢量；位错运动、受力和反应；晶界；置换型、间隙型固溶体。

基础阶段，复习时间是从 5 月份至 8 月份，需要掌握的知识点 8 个，点缺陷的表示符号、缺陷反应的表示方法；缺陷反应的表示方法；热缺陷浓度的计算；晶体的塑性与强度；位错的类型；位错的伯氏矢量；位错运动、受力和反应；置换型、间隙型固溶体。

在复习每一个知识点的过程中，首先要了解知识点，通过掌握按不同要素对晶体结构缺陷的分类，并比较每种缺陷自身的特点，本章中涉及到数学公式，可能在研究生入学考试过程中出现计算题的考查，一次的熟悉相应知识点，最后再通过本讲义如下内容对应的例题，从分析、解题、注意易错点到完成老师布置的作业完成相应知识点的掌握过程。

【知识点 1】点缺陷的表示符号、缺陷反应的表示方法

【例题 1】说明下列符号的含义： V_{Na} , Na_i , Ca_{Na} , V_{Na}' , $(V_{Na}'V_{Cl}')$

分析：点缺陷的符号—Kroger-Vink 符号，对缺陷的表示，分别有空位、间隙原子、错位原子、自由电子和电子空穴、带电缺陷、缔合中心。以 MX 型化合物为例：1. 空位（vacancy）用 V 来表示，符号中的右下标表示缺陷所在位置， V_M 含义即 M 原子位置是空的。2. 间隙原子（interstitial）亦称为填隙原子，用 M_i 、 X_i 来表示，其含义为 M、X 原子位于晶格间隙位置。3. 错位原子 错位原子用 M_X 、 X_M 等表示， M_X 的含义是 M 原子占据 X 原子的位置。 X_M 表示 X 原子占据 M 原子的位置。4. 自由电子（electron）与电子空穴（hole）分别用 e' 和 $h \cdot$ 来表示。其中右上标中的一撇“，”代表一个单位负电荷，一个圆点“ \cdot ”代表一个单位正电荷。5. 带电缺陷 在 NaCl 晶体中，取出一个 Na^+ 离子，会在原来的位置上留下一个电

子 e, 写成 V_{Na}' 。6. 缔合中心 V_M' 和 V_X' 发生缔合, 记为 $(V_M' V_X')$ 。

解题: 题中的符号 V_{Na} , Na_i , Ca_{Na} , V_{Na}' , $(V_{Na}' V_{Cl}')$ 分别表示: Na 所在的位置出现空位; Na 位于晶格间隙位置; Ca 占据 Na 的位置形成位错原子; Na 原子空位带一个单位的负电荷; V_{Na}' 和 V_{Cl}' 形成的缔合中心。

易错点: 缺陷是否带电, 所带电荷的种类容易引起错误。

作业: 《材料科学基础》P160 页第 3.6 题

习题: 写出下列符号: 带两个单位正电荷的间隙钙原子的; 带一个单位正电荷的 Cl 离子的空位。

【知识点 2】 缺陷反应的表示方法

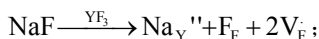
【例题 2】 写出 $CaCl_2$ 加入到 KCl 中的缺陷反应方程式

分析: 对于杂质缺陷而言, 缺陷反应方程式的一般式: 杂质 $\xrightarrow{\text{基质}}$ 产生的各种缺陷, 写缺陷方程式要遵循的三个原则: (1) 位置关系; (2) 质量平衡; (3) 电中性。

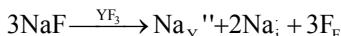
位置另外还有三点是需要注意的:

- 1) 位置关系强调形成缺陷时, 基质晶体中正负离子格点数之比保持不变, 并非原子个数比保持不变;
- 2) 在各种缺陷符号中, V_M 、 V_X 、 M_M 、 X_X 、 M_X 、 X_M 等位于正常格点上, 对格点数的多少有影响, 而 M_i 、 X_i 、 e^- 、 h^+ 等不在正常格点上, 对格点数的多少无影响;
- 3) 形成缺陷时, 基质晶体中的原子数会发生变化, 外加杂质进入基质晶体时, 系统原子数增加, 晶体尺寸增大; 基质中原子逃逸到周围介质中时, 晶体尺寸减小

解题: 以正离子为基准, 反应方程式为:



以负离子为基准, 反应方程式为:



易错点: 要分别以正负离子为基准写出方程式。

作业：《材料科学基础》P160 页第 3.7 题

习题：写出 CaO 掺入到 ZrO₂ 中的缺陷反应。

【知识点 3】热缺陷浓度的计算

【例题 3】MgO 晶体中，肖特基缺陷的形成能是 6eV，计算在 25℃ 和 1600℃ 时所形成的热缺陷浓度。

分析：在一定温度下，热缺陷是处在不断地产生和消失的过程中，当单位时间产生和复合而消失的数目相等时，系统达到平衡，热缺陷的数目保持不变。肖特基缺陷方程式可简化为： $O \rightarrow V_{Mg}'' + V_O^\bullet$ 。可根据热力学方法计算。

解题：根据热力学我们可以得到： $\frac{n}{N} = \exp\left(-\frac{\Delta G_s}{2kT}\right)$ ； $G_s = 6\text{eV} = 9.6 \times 10^{-19}\text{J}$ ； $k = 1.38 \times 10^{-23}\text{J/K}$ ；再将 $T_1 = 25 + 273.15\text{K} = 298.15\text{K}$ ； $T_2 = 1600 + 273.15\text{K} = 1873.15\text{K}$

代入公式计算：在 25℃ 时形成的缺陷浓度是 1.9×10^{-51} ；在 1600℃ 时形成缺陷浓度是 8.0×10^{-9} 。

易错点：吉布斯自由能要将单位化作国际单位 J 再做计算，同样温度也要做换算再计算。

作业：《材料科学基础》P160 页第 3.10，3.11 题

习题：如果在 MgO 晶体中，含有 10^{-6}mol 的氧化铝杂质，则在 1600℃ 时那，是热缺陷还是杂质缺陷占优势，请计算并说明原因。

【知识点 4】位错的类型

【例题 4】简述位错的类型和分类的依据，和各自的特点。

分析：根据晶体结构中原子的滑移方向和位错线取向几何特征不同，对位错进行分类。每类位错尤其各自的特点

解题：位错可以分为刃位错、螺位错、和混合位错。分类的依据是晶体结构中原子的滑移方向和位错线取向几何特征不同。

刃位错：位错线与原子滑移方向相垂直；滑移面上部位错线周围原子受压应力作用，原子间距小于正

常晶格间距；滑移面下部位错线周围原子受张应力作用，原子间距大于正常晶格间距；

螺旋位错：位错线与原子滑移方向相平行；位错线周围原子的配置是螺旋状的；

混合位错：在晶体内部已滑移和未滑移部分的交线既不垂直也不平行滑移方向。

易错点：要在理解的基础上对位错的特点进行记忆，否则容易出现错误、

作业：《材料科学基础》P160 页第 3.2 题，P161 页第 3.14 题。

【知识点 5】位错运动

【例题 5】两个符号的刃位错，在同一滑移面相遇他们将是排斥还是吸引？

分析：位错之间存在反应：由于位错间相互作用力的存在，使得位错之间有可能发生相互转化或相互作用，此即位错反应。

在同一滑移面的两个异向位错的相互作用，相互吸引、反应导致位错消失，变成完整晶体。

两个异向位错，在不同滑移面，上下错开一个原子间距，反应结果生成一排空位。

解题：同向位错，在不同滑移面，当两者所成角度 $< 45^\circ$ 度时，压应力重叠，张应力重叠，结果互相排斥，导致远离；当两者所成角度 $> 45^\circ$ 度时，结果互相吸引，导致接近。

易错点：解此类题目要从本质是上弄清楚，位错种类、位错运动方式、伯氏矢量之间的关系

作业：《材料科学基础》P161 页第 3.14, 3.15, 3.16 题

习题：面心立方晶体在 $(111)[110]$ 滑移系统滑移时，试确定其伯氏矢量。

【知识点 6】置换型、间隙型固溶体

【例题 6】简述形成置换型固溶体和间隙型固溶体的条件，并说明为什么间隙型固溶体不能形成无限固溶体。

分析：根据溶质原子在基质晶体中所处的位置不同可以将固溶体分为置换型固溶体和间隙型固溶体。

置换式固溶体：亦称替代固溶体，其溶质原子位于点阵结点上，替代（置换）了部分溶剂原子，金属和金属形成的固溶体都是置换式的。如，Cu-Zn 系中的 α 和 η 固溶体都是置换式固溶体；间隙式固溶体：亦称

填隙式固溶体，其溶质原子位于点阵的间隙中，金属和非金属元素 H、B、C、N 等形成的固溶体都是间隙式的。

解题：形成置换固溶体的条件

1. 原子或离子尺寸的影响 Hume Rothery 经验规则以 r_1 和 r_2 分别代表半径大和半径小的溶剂(主晶相)或溶质(杂质)原子(或离子)的半径，

当 $\Delta r = \frac{r_1 - r_2}{r_1} < 0.15$ 时，溶质与溶剂之间可以形成连续固溶体。当 $\Delta r = \frac{r_1 - r_2}{r_1} = 15\% \sim 30\%$ 时，

溶质与溶剂之间只能形成有限固溶体，当 $\Delta r = \frac{r_1 - r_2}{r_1} > 30\%$ 时，溶质与溶剂之间很难形成固溶体或不

能形成固溶体，而容易形成中间相或化合物。因此 Δr 愈大，则溶解度愈小。

2、晶体结构类型的影响：若溶质与溶剂晶体结构类型相同，能形成连续固溶体，

3、离子类型和键性：化学键性质相近，容易形成固溶体。

4、电价因素：形成固溶体时，离子间可以等价置换也可以不等价置换。

形成间隙型固溶体的条件：

1、杂质质点大小：即添加的原子愈小，易形成固溶体，反之亦然。

2、晶体（基质）结构：一般晶体中空隙愈大，结构愈疏松，易形成固溶体。

3、电价因素：外来杂质原子进入间隙时，必然引起晶体结构中电价的不平衡，这时可以通过生成空位，产生部分取代或离子的价态变化来保持电价平衡

易错点：以上所给出的条件是都是必要条件并非充分条，这一点是考生必须注意的。

作业：《材料科学基础》P20 页第 3.21，3.22，3.26，3.26，3.27，3.28 题（参考书目课后习题）

习题：分析 $\text{MgO-Cr}_2\text{O}_3$ 的固溶度是有限的还是无限的，为什么。

第四章 非晶态结构与性质

本章节包括 6 个知识点，硅酸盐熔体结构的聚合物理论；粘度，表面张力；玻璃的同性；玻璃的转变；玻璃形成；玻璃的结构和类型，其中必须掌握的知识点是 4 个，硅酸盐熔体结构的聚合物理论；粘度，表

面张力；玻璃的通性；玻璃形成。

基础阶段，复习时间是从5月份至8月份，需要掌握的知识点3个，硅酸盐熔体结构的聚合理论；粘度，表面张力；玻璃形成。

在复习每一个知识点的过程中，首先要了解知识点，通过熟悉教材，把握重点，对可能在考试中出现的考题类型进行分析，同时注意熔体这部分可能会和硅酸盐晶体这部分联系在一起考查，熟悉相应知识点，最后再通过本讲义如下内容对应的例题，从分析、解题、注意易错点到完成老师布置的作业完成相应知识点的掌握过程。

【知识点1】硅酸盐熔体结构的聚合理论

【例题1】影响硅酸盐熔体聚合程度的因素是包括哪些？

分析：硅酸盐熔体的基本结构单元— $[\text{SiO}_4]$ 四面体，基本结构单元在熔体中组成形状不规则、大小不同的聚合离子团（或络阴离子团）在这些离子团间存在着聚合—解聚的平衡。

解题：硅酸盐熔体中各种聚合程度的聚合物浓度（数量）受组成和温度两个因素的影响。随着温度的升高低聚物的浓度升高，高聚物浓度降低。 O/Si 比值愈大低聚物的浓度越高。

作业：《材料科学基础》P202 页第4.1，4.2题

习题：简述聚合物形成过程中的阶段。

【知识点2】粘度

【例题2】从 $\text{Na}_2\text{O}-\text{SiO}_2$ 系统出发，随引入 B_2O_3 量的增加，系统的粘度如何变化，为什么？

分析：首先要了解硅酸盐熔体的结构特征：以 $[\text{SiO}_4]$ 为基本结构单元，四面体组成形状不规则大小不同的聚合离子团，络阴离子团之间依靠金属离子连接。粘度物理意义是指单位接触面积、单位速度梯度下两层液体间的内摩擦力。

解题：1) 当 B_2O_3 含量较少时， $\text{Na}_2\text{O}/\text{B}_2\text{O}_3 > 1$ ，结构中“游离”氧充足， B^{3+} 以 $[\text{BO}_4]$ 四面体状态加入到 $[\text{SiO}_4]$ 四面体网络，将断开的网络重新连接起来，结构趋于紧密，粘度随含量升高而增加；

2) 当 $\text{Na}_2\text{O}/\text{B}_2\text{O}_3$ 约为1时(B_2O_3 含量约为15%)， B^{3+} 形成 $[\text{BO}_4]$ 四面体最多，粘度达到最高点；

3) B_2O_3 含量继续增加，较多量的 B_2O_3 引入使 $\text{Na}_2\text{O}/\text{B}_2\text{O}_3 < 1$ ，“游离”氧不足， B^{3+} 开始处于层状 $[\text{BO}_3]$ 中，

使结构趋于疏松，粘度又逐步下降。

易错点： B^{3+} 添加都到硅酸盐熔体中时，由于其离子数的变化时，会引起熔体的粘度曲线上出现转折。这种“硼反常现象”容易引起解题时的错误。

作业：《材料科学基础》P202 页第 4.1，4.5 题

习题：分析熔体 $Na_2O \cdot 2SiO_2$ 、 $Na_2O \cdot SiO_2$ 和 $2Na_2O \cdot SiO_2$ 的粘度的大小关系。

【知识点 3】玻璃的形成

【例题 3】从熔体结构角度，估计长石、辉石($MgO \cdot SiO_2$)、镁橄榄石三种矿物的高温熔体表面张力大小顺序，并分析它们形成玻璃的能力。

分析：形成玻璃的条件有热力学条件、动力学条件和结晶化学条件，热力学条件：1) 结晶化，即有序度不断增加，直到释放全部多余能量而使整个熔体晶化为止。(2) 玻璃化，即过冷熔体在转变温度 T_g 硬化为固态玻璃的过程。(3) 分相，即质点迁移使熔体内某些组成偏聚，从而形成互不混溶的组成不同的两个玻璃相。动力学条件：过冷熔体中晶核的生成最大速率对应的温度低于晶体生长最大速率对应的温度所致。结晶学条件包括：聚合银离子团的大小和排列方式，键强、和键型。

解题：表面张力的大小关系：长石<辉石($MgO \cdot SiO_2$)<镁橄榄石

形成玻璃的能力：长石>辉石($MgO \cdot SiO_2$)>镁橄榄石

理由：从长石、辉石($MgO \cdot SiO_2$)到镁橄榄石，熔体结构从架状、链状到岛状，络阴离子团尺寸减小，作用力矩减小，因此表面张力增大；同理，长石熔体具有架状结构，氧硅比 2，网络连接程度好，冷却过程中不易规则排列而容易形成玻璃，镁橄榄石具有岛状，氧硅比 4，硅氧四面体孤立存在，冷却过程中易规则排列而最不容易形成玻璃，辉石形成玻璃的能力居中。

易错点：要分析清楚影响玻璃形成能力的因素，再作分析。

作业：《材料科学基础》P203 页第 4.21，4.23，4.23 题

习题：分析熔体 $Na_2O \cdot 2SiO_2$ 、 $Na_2O \cdot SiO_2$ 和 $2Na_2O \cdot SiO_2$ 形成玻璃能力的大小。

第五章 表面结构与性质

本章节包括 6 个知识点，固体的表面与结构；固体的界面及其结构；润湿的类型；接触角与杨氏方程；非理想晶体表面的接触角；粘附及其化学条件，其中必须掌握的知识点是 5 个，固体的表面与结构；润湿的类型；接触角与杨氏方程；非理想晶体表面的接触角；粘附及其化学条件。

基础阶段，复习时间是从 5 月份至 8 月份，需要掌握的知识点 4 个；固体的表面与结构；接触角与杨氏方程；非理想晶体表面的接触角；粘附及其化学条件。

在复习每一个知识点的过程中，首先要了解知识点，通过熟读教材，了解固体表面的特点，了解材料表面在物理化学变化中其的重要作用，熟悉相应知识点，最后再通过本讲义如下内容对应的例题，从分析、解题、注意易错点到完成老师布置的作业完成相应知识点的掌握过程。

【知识点 1】固体的表面与结构

【例题 1】试解释弛豫表面和重构表面的区别。

分析：弛豫表面和重构表面都属于清洁表面，清洁表面是指不存在任何吸附、催化反应、杂质扩散等物理化学效应的表面。这种清洁表面的化学组成与体内相同，但周期结构可以不同于体内。

解题：弛豫表面：由于固相的三维周期性在固体表面处突然中断，表面上原子产生的相对于正常位置的上、下位移，称为表面弛豫。

重构表面：重构是指表面原子层在水平方向上的周期性不同于体内，但垂直方向的层间距则与体内相同。

可见两者的主要区别是表面原子发生变化的方向有所不同。

易错点：要记清楚两种表面的表面原子的变化情况。

习题：简述固体表面的种类。

【知识点 2】润湿的类型和接触角与杨氏方程

【例题 2】氧化铝瓷件表面上涂银后，烧到 1000°C 时，已知 $\gamma(\text{Al}^{2}\text{O}_3, \text{固}) = 1\text{J/m}^2$ ； $\gamma(\text{Ag}, \text{液}) = 0.92\text{J/m}^2$ ； $\gamma(\text{Ag}, \text{液}/\text{Al}^{2}\text{O}_3, \text{固}) = 1.77\text{J/m}^2$ ，试问液态银能否润湿氧化铝瓷件表面？可以用什么方法改善它们之间的润湿性？请提出一种最有可能实现的措施。

分析：根据本质不同可以分为三类：沾湿，浸湿，和铺展。杨氏方程为 $\gamma_{\text{SV}} = \gamma_{\text{SL}} + \gamma_{\text{LV}} \cos \theta$ 或者是

$\cos \theta = \frac{\gamma_{SV} - \gamma_{SL}}{\gamma_{LV}}$ 其中 γ_{SV} 和 γ_{LV} 是与液体的饱和蒸气成平衡时的固体和液体的表面张力（或表面自由能）。

$$\text{解题: } \cos \theta = \frac{\gamma_{(\text{Al}_2\text{O}_3, \text{固})} - \gamma_{(\text{Ag}, \text{液} / \text{Al}_2\text{O}_3, \text{固})}}{\gamma_{(\text{Ag}, \text{液})}} = -0.837 < 0$$

接触角大于 90° ，所以液态银不能润湿氧化铝瓷件表面
最有可能实现的措施：在液态银中加入表面活性剂，降低 $\gamma_{(\text{Ag}, \text{液} / \text{Al}_2\text{O}_3, \text{固})}$ ，可使其润湿。

易错点：不结合杨氏方程记忆润湿的类型容易导致错误。

作业：《材料科学基础》P239 页第 5.7，5.18 题

习题：在真空下的氧化铝表面张力为 0.9 J/m^2 ，液态铁的表面张力为 1.72 J/m^2 ，同样的条件下的表面张力是（液态铁-氧化铝） 2.3 J/m^2 ，问接触角多大？液态铁能否润湿氧化铝？

第六章 相平衡和相图

本章节包括 6 个知识点，相平衡的基本概念；相率；相平衡的研究方法；具有多晶转变的单元系统相图；专业相图；二元相图；三元相图，其中必须掌握的知识点是 5 个，相平衡的基本概念；相率；相平衡的研究方法；具有多晶转变的单元系统相图；三元相图。

基础阶段，复习时间是从 5 月份至 8 月份，需要掌握的知识点 4 个，相平衡的基本概念；相率；具有多晶转变的单元系统相图；三元相图。

在复习每一个知识点的过程中，首先要了解知识点，通过首相对前面的知识点进行理解，为最后能解好三元相图打下基础，仔细分析课本中所给出的例题，熟悉相应知识点，最后再通过本讲义如下内容对应的例题，从分析、解题、注意易错点到完成老师布置的作业完成相应知识点的掌握过程。

【知识点 1】相平衡的基本概念，相率

【例题 1】解释独立组元和自由度，并简述相率的数学表达式。

分析：系统、相、独立组元和自由度是理解相率的基础。

解题：系统中每一个能独立分离出来并能独立存在的化学纯物质成为组元，而足以表示形成平衡的系

统中组分所需的最少数目的组元成为独立组元，用 C 表示。

自由度：可以任意改变而不引起旧相的消失或者新相的生成的独立变量，用 F 表示。

相率的数学表达式为： $F=C-P+n$ ；其中 P 表示相的数目， n 表示外界的影响因素的数目，一般情况下，只考虑温度和压力对系统平衡的影响，即 $n=2$ 。

易错点：相平衡的基本概念容易受到忽视。

作业：《材料科学基础》P386 页第 6.1，6.2，6.3 题

【知识点 2】具有多晶转变的单元系统相图

【例题 2】下图是具有多晶转变的某物质的相图，其中 DEF 线是熔体的蒸发曲线。KE 是晶型 I 的升华曲线；GF 是晶型 II 的升华曲线；JG 是晶型 III 的升华曲线，回答下列问题：

- (1) 在图中标明各相的相区。
- (2) 系统中哪种晶型为稳定相？那种晶型为介稳相？

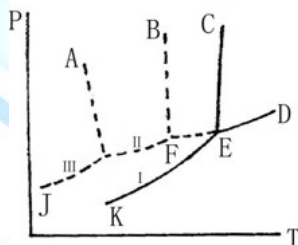


图 7-9 物质多晶转变相图

分析：图中稳定相平衡用实线表示，介稳相平衡用虚线表示。

解题：：(1) KEC 为晶型 I 的相区，EFBC 过冷液体的介稳区，AGFB 晶型 II 的介稳区，JGA 晶型 III 的介稳区；

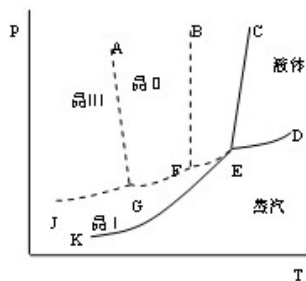


图 7-10 物质多晶转变图

(2)晶型 I 为稳定相，晶型 II、III 为介稳相；因为晶型 II、III 相的蒸汽压高于晶型 I 的，即它们的自由能较高，有自发转变为自由能较低的晶型 I 的趋势；

易错点：个晶体所占的在的区域和，和个无变量点的意义容易弄错。

作业：《材料科学基础》P367 页第 6.4，6.5 题

【知识点 3】三元相图

【例题 3】图 7-11 是 A-B-C 三元系统相图，根据相图回答下列问题：

- 1) 在图上划分副三角形、用箭头表示各条界线上温度下降方向及界线的性质；
- 2) 判断化合物 D、M 的性质
- 3) 写出各三元无变量点的性质及其对应的平衡关系式；
- 4) 写出组成点 G 在完全平衡条件下的冷却结晶过程；
- 5) 写出组成点 H 在完全平衡条件下进行加热时，开始出现液相的温度和完全熔融的温度；写出完全平衡条件下进行冷却，结晶结束时各物质的百分含量（用线段比表示）。

UNIVERSAL EDUCATION GROUP

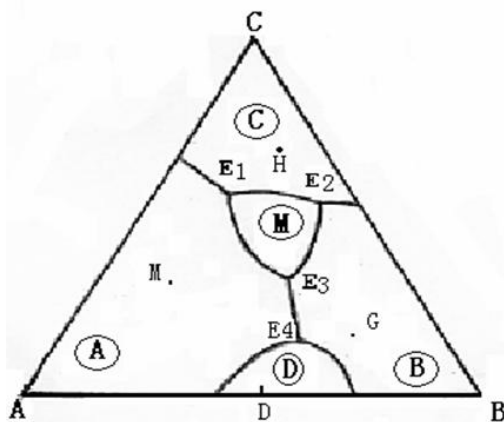


图 7-11 A-B-C 三元系统相图

分析：三元相图是本章的重点，同时也是研究生入学考试的重点。在同一个题目中考查的内容综合性强。在解题时背向线规则、重心规则、连线规则等是十分对于定性判断，物质类型十分重要。另外，解题时要从判断化合物的性质入手，在逐渐到划分副三角形、判断界线的温度走向、判断界线的性质、确定三元变量两点的性质、分析冷却结晶过程和加热熔融过程。

解题：

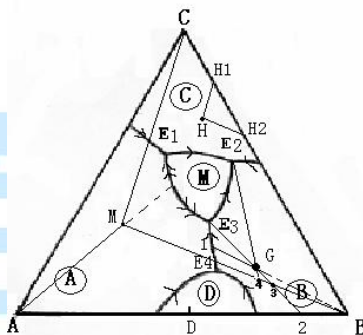


图 7-12 A-B-C 三元系统相图分析

- 1) 见图，副三角形，界线性质，界线上温度降低的方向；
- 2) D，一致熔融二元化合物，高温稳定、低温分解；
M，不一致熔融三元化合物；
- 3) E1，单转熔点， $L \rightleftharpoons A + C \rightleftharpoons M$

E2, 低共熔点, $L \leftrightarrow C+B+M$

E3, 单转熔点, $L+A \leftrightarrow B+M$

E4, 过渡点, $D \xrightarrow{L} A+B$

4)

L $\xrightarrow{C+A} 1 \xrightarrow{L+A+B} E_3 \xrightarrow{L+A+B+M} E_2 \xrightarrow{L+B+M} E_1 \xrightarrow{L+B+C+M} E_2$ (结晶结束)

S $B \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 4 \rightarrow C$ (产物 C+B+M)

5) 开始出现液相的温度是 E2 温度, 完全熔融的温度是 H 点所在温度; 过 H 点做副三角形 BCM 的两条边 CM、BM 的平行线 HH1、HH2,

$C\% = BH2/BC \times 100\%$, $B\% = CH1/BC \times 100\%$, $C\% = H1H2/BC \times 100\%$ 。

易错点: 相图分析题中要细心仔细, 由于步骤较多, 每一部都要以前一步为基础, 因此很容易出现分数全部失掉的情况。尤其是在分析界线性质的时候, 要格外注意。

作业: 《材料科学基础》P369 页第 3.17 至 3.23 题

习题: 图 7-13 是 A-B-C 三元系统相图, 根据相图回答下列问题:

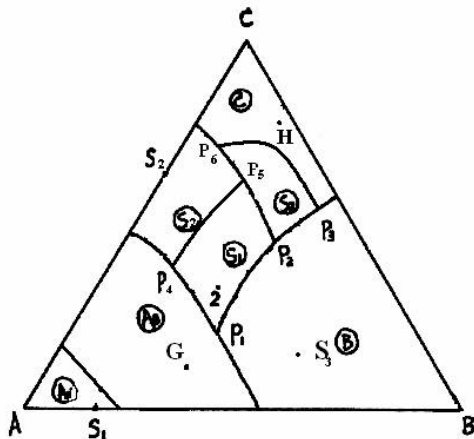


图 7-13 A-B-C 三元系统相图分析

1. 在图上划分副三角形、用箭头表示各条界线上温度下降方向及界线的性质;
2. 判断化合物 S1、S2、S3 的性质;

3. 写出各三元无变量点的性质及其对应的平衡关系式;
4. 写出组成点 G 在完全平衡条件下的冷却结晶过程;
5. 写出组成为 H 的混合物在完全平衡条件下进行加热时, 开始出现液相的温度和完全熔融的温度;

写出组成 H 的混合物在完全平衡条件下进行冷却, 结晶结束时各物质的百分含量 (用线段比表示)。

第七章 基本动力学过程—扩散

本章节包括 9 个知识点, 扩散动力学方程—菲克定律; 稳态扩散; 非稳态扩散; 原子的随机行走与扩散; 扩散的微观机制; 扩散机制与扩散系数的关系; 能斯特爱因斯坦方程; 克肯达尔效应; 影响扩散系数的外在和内在因素, 其中必须掌握的知识点是 8 个, 扩散动力学方程—菲克定律; 非稳态扩散; 原子的随机行走与扩散; 扩散的微观机制; 扩散机构与扩散系数的关系; 能斯特爱因斯坦方程; 克肯达尔效应; 影响扩散系数的外在和内在因素。

基础阶段, 复习时间是从 5 月份至 8 月份, 需要掌握的知识点 7 个, 扩散动力学方程—菲克定律; 稳态扩散; 非稳态扩散; 扩散机构与扩散系数的关系; 能斯特爱因斯坦方程; 克肯达尔效应; 影响扩散系数的外在和内在因素。

在复习每一个知识点的过程中, 首先要了解知识点, 通过熟读教材、理清线条, 了解扩散的定义到本质, 再到结果, 然后分析其方式, 扩散的动力, 这样才能熟悉相应知识点, 最后再通过本讲义如下内容对应的例题, 从分析、解题、注意易错点到完成老师布置的作业完成相应知识点的掌握过程。

【知识点 1】扩散动力方程—菲克定律

【例题 1】写出菲克第一定律和菲克第二定律的表达式, 并简述其物理意义。

分析: 菲克定律可用于描述物质扩散过程, 第一定律和第二定律 (一维情况) 分别有其不同的物理含义。

【例题 1】写出菲克第一定律和菲克第二定律的表达式, 并简述其物理意义。

菲克第一定律: $J = -D \frac{\partial C}{\partial x}$ (式中 D 是同一时刻沿轴的浓度梯度; 是比例系数, 称为扩散系数), 描述物质从高浓度向低浓度迁移的定量公式; 该式是唯象的关系式, 其中并不涉及扩散系统内部原子运动的微观过程; 扩散系数反映了扩散系统的特性, 并不仅仅取决于某一种组元的特性; 该式不仅适用于扩散系统的任何位置, 而且适用于扩散过程的任一时刻。

菲克第二定律: $\frac{\partial C}{\partial t} = D \frac{\partial^2 C}{\partial x^2}$, 用于求的非稳态的扩散情况。表示扩散过程中某点浓度随时间与浓度

分布在该点二阶导数成正比。

本质上这两个定律的意义是一样的都表明扩散的结构总是使不均匀的体系均匀化。

易错点：两个定律在物理意义上的不同。

作业：《材料科学基础》P413 页第 6.1，6.2 题

【知识点 2】稳态扩散

【例题 2】当锌向铜内扩散时，已知在 x 点处锌的含量为 2.5×10^{17} 个锌原子/ cm^3 ，300 °C 时每分钟每 mm^2 要扩散 60 个锌原子，求与 x 点相距 2mm 处锌原子的浓度。(已知锌在铜内的扩散体系中 $D_0 = 0.34 \times 10^{-14} \text{m}^2/\text{s}$ ； $Q = 4.5 \text{kcal/mol}$)

分析：可将此扩散理解为，一维的稳态扩散，一次可以用菲克第一定律解。

解题：解：看成一维稳定扩散，根据菲克第一定律

$$J_x = -D \frac{dc}{dx}$$

$$J_x = -D \cdot \frac{c_2 - c_x}{x - x_2}, \quad c_x = 2.5 \times 10^{17} \text{个}/\text{cm}^3, \quad x - x_2 = 2 \text{mm}, \quad J_x = 60 \text{个}/(60 \text{s} \cdot \text{mm}^2)$$

扩散系数宏观表达式 $D = D_0 \exp(-Q/RT)$

$$D_0 = 0.34 \times 10^{-14} \text{m}^2/\text{s}$$

$$Q = 4.5 \text{kcal/mol} = 4.5 \times 10^3 \times 4.1868 \text{J/mol} = 1.85 \times 10^4 \text{J/mol}$$

$$R = 8.314 \text{J/mol/K}, \quad T = 300 + 273 = 573 \text{K}$$

$$D = 0.34 \times 10^{-14} \exp(-3.88) = 0.34 \times 10^{-14} \times 0.02 = 6.8 \times 10^{-17} \text{m}^2/\text{s}$$

$$J_x = -D \frac{c_2 - c_x}{2 \text{mm}}, \quad c_2 - c_x = -\frac{J_x \cdot 2 \text{mm}}{D} = -2.94 \times 10^{19} \text{个}/\text{m}^3$$

$$c_x = 2.5 \times 10^{17} / 10^{-6} = 2.5 \times 10^{23}$$

$$c_2 = c_x - 2.94 \times 10^{19} = 2.5 \times 10^{23}$$

易错点：对与公式的变形处理容易出现错误。

作业：《材料科学基础》P413 页第 7.4 题

【知识点 3】非稳态扩散

【例题 3】在制造硅半导体器件中，常使硼扩散到硅单晶中，若在 1600K 温度下，保持硼在硅单晶表面的浓度恒定(恒定源半无限扩散)，要求距表面 10-3cm 深度处硼的浓度是表面浓度的一半，问需要多

长时间(已知 $D_{1600^\circ\text{C}}=8\times 10^{-12}\text{cm}^2/\text{sec}$; 当 $\text{erfc}\frac{x}{2\sqrt{Dt}}=0.5$ 时, $\frac{x}{2\sqrt{Dt}}\approx 0.5$) ?

分析: 这是一个典型的非稳态扩散半无穷长物体的扩散。

解题: 不稳定扩散恒定源半无限扩散 $c_{(x,t)}=c_s\text{erfc}\left(\frac{x}{2\sqrt{Dt}}\right)$

已知 $c_{(10^{-3},t)}=c_s/2$, $D=8\times 10^{-12}\text{cm}^2/\text{sec}$

$$\text{erfc}\left(\frac{x}{2\sqrt{Dt}}\right)=0.5 \text{ 时, } \frac{x}{2\sqrt{Dt}}=0.5$$

$$c_s/2=c_s\text{erfc}\left(\frac{x}{2\sqrt{Dt}}\right), \quad \frac{x}{2\sqrt{Dt}}=0.5$$

已知 $x=10^{-3}\text{cm}$, D , 求解 $t=1.25\times 10^5\text{s}=34.7\text{h}$

易错点: 必须先判断出解题的类型。

作业: 《材料科学基础》P414 页第 7.4, 7.5, 7.6, 7.7, 7.8, 7.9 题

习题: 在恒定源条件下 820°C 时, 刚经 1 小时的渗碳, 可得到一定厚度的表面渗碳层, 若在同样条件下, 要得到三倍厚度的渗碳层需要几个小时 ?

【知识点 4, 5】扩散机构与扩散系数的关系, 能斯特-爱因斯坦方程

【例题 4】已知 Zn^{2+} 和 Cr^{2+} 在尖晶石 ZnCrO_4 中的自扩散系数与温度的关系分别为

$$D_{\text{ZnCrO}_4}=6.0\times 10^{-3}\exp\left(-\frac{356732\times 4.18\text{J/mol}}{RT}\right)\text{m}^2/\text{s}$$

$$D_{\text{CrCrO}_4}=8.5\times 10^{-3}\exp\left(-\frac{358904\times 4.18\text{J/mol}}{RT}\right)\text{m}^2/\text{s}$$

1. 试求 1403K 时 Zn^{2+} 和 Cr^{2+} 在尖晶石 ZnCrO_4 中的扩散系数。

2. 将细铂丝涂在两种氧化物 ZnO 和 Cr_2O_3 的分界线上, 然后将这些压制成型的样品进行扩散退火。

(标记物铂丝非常细, 不影响离子在不同氧化物之间的扩散)。根据所得数据判断铂丝将向哪一方向移动?

分析: 简单氧化物的空位扩散扩散系数的宏观表达式是: $D=D_0\exp\left(-\frac{Q}{RT}\right)$, 在此基础上对于理想

溶液，有 NE 方程可以得到 $\frac{D_1}{D_2} = \frac{D_1^*}{D_2^*}$ ，及分扩散系数的差异只取决于自扩散系数的差异。

解题：

$$D_{\text{NiCrO}_3} = 6 \times 10^{-3} \exp\left(-\frac{357732 \times 4.18 \text{ J/mol}}{RT}\right) = 1.12 \times 10^{-38} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$D_{\text{CrCrO}_3} = 8.5 \times 10^{-3} \exp\left(-\frac{338904 \times 4.18 \text{ J/mol}}{RT}\right) = 1.37 \times 10^{-35} \text{ m}^2/\text{s}$$

因为 $D_{\text{NiCrO}_3} < D_{\text{CrCrO}_3}$ ，所以铂丝向 Cr_2O_3 方向移动。

易错点：分扩散系数的差异只与自扩散系数有关。

作业：《材料科学基础》P414 页第 7.10, 7.12, 7.13 题

习题：实验册的不同温度下碳在钛中的扩散系数分别为 $2 \times 10^{-9} \text{ cm}^2/\text{s}$ (736 °C)、 $5 \times 10^{-9} \text{ cm}^2/\text{s}$ (782 °C)、 $1.3 \times 10^{-8} \text{ cm}^2/\text{s}$ (838 °C)。

$$D = D_0 \exp\left(-\frac{\Delta G}{RT}\right)$$

(a) 请判断该实验结果是否符合

(b) 请计算扩散活化能 (J/mol °C)，并求出在 500 °C 时碳的扩散系数。

【知识点 6】影响扩散系数的因素

【例题 5】假定碳在 $\alpha\text{-Fe}$ (体心立方) 和 $\gamma\text{-Fe}$ (面心立方) 中进行扩散，碳在 $\alpha\text{-Fe}$ 中的 D_0 和扩散活化能为 0.0079、83600 J/mol，碳在 $\gamma\text{-Fe}$ 中的 D_0 和扩散活化能为 0.21 和 141284 J/mol，计算 800 °C 时各自的扩散系数并解释其差别。

分析：本题考查了简单氧化物的空位扩散扩散系数的宏观表达式是： $D = D_0 \exp\left(-\frac{Q}{RT}\right)$ ，同时还考

查了，晶体结构对扩散系数的影响

解题：由公式 $D = D_0 \exp(-Q/RT)$ ；) 计算 $D_\alpha = 6.72 \times 10^{-7}$ ；(1 分) $D_\gamma = 2.7 \times 10^{-8}$ (1 分)； $D_\alpha > D_\gamma$ ；(1 分) 因为体心结构较面心结构疏松

易错点：要将扩散理论与实际计算的结构可联系起来考虑。

作业：《材料科学基础》P414 页第 7.17, 7.18, 7.19 题

习题：试分析离子晶体中,阴离子扩散系数一般都小于阳离子扩散系数的原因?

第八章 材料中的相变

本章节包括 7 个知识点,相变的分类;相变的条件;晶核生成的速率;晶体生长的速率;总的结晶速率;影响结晶速率的因素;液相的转变,其中必须掌握的知识点是 5 个,相变的条件;晶核生成的速率;晶体生长的速率;总的结晶速率;影响结晶速率的因素。

基础阶段,复习时间是从 5 月份至 8 月份,需要掌握的知识点 4 个,相变的条件;晶核生成的速率;晶体生长的速率;影响结晶速率的因素。

在复习每一个知识点的过程中,首先要了解知识点,通过熟悉相应知识点,最后再通过本讲义如下内容对应的例题,从分析、解题、注意易错点到完成老师布置的作业完成相应知识点的掌握过程。

【知识点 1】相变的条件

【例题 1】为什么在成核一生成机理相变中,要有一点过冷或过热才能发生相变? 什么情况下需过冷,什么情况下需过热,试证明之。

分析：考查相变过程的温度条件

解题：由热力学可知,在等温、等压下有 $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$

在平衡条件下, $\Delta G = 0$, 则有 $\Delta H - T_0\Delta S = 0$ $\Delta S = \Delta H / T_0$

式中: T_0 是相变的平衡温度; ΔH 为相变热。

若在任意温度 T 的不平衡条件下, 则有 $\Delta G = \Delta H - T\Delta S \neq 0$

若 ΔH 与 ΔS 不随温度而变化, 将上式代入上式得:

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta H / T_0 = \Delta H \frac{T_0 - T}{T_0} = \Delta H \frac{\Delta T}{T_0}$$

可见, 相变过程要自发进行, 必须有 $\Delta G < 0$, 则 $\Delta H\Delta T / T_0 < 0$ 。

(3) 若相变过程放热(如凝聚、结晶等) $\Delta H < 0$ 。要使 $\Delta G < 0$ ，必须有 $\Delta T > 0$ ， $\Delta T = T_0 - T > 0$ ，即 $T_0 > T$ ，这表明系统必须“过冷”。

(4) 若相变过程吸热(如蒸发、熔融等) $\Delta H > 0$ ，要满足 $\Delta G < 0$ 这一条件则必须 $\Delta T < 0$ ，即 $T_0 < T$ ，这表明系统要自发相变则必须“过热”。

易错点：不能从现象中分析出，热力学条件的本质。

作业：《材料科学基础》P469 页第 8.8，8.10 题

【知识点 2，3】晶核的形成与晶粒的生长

【例题 2】铜在过冷的液体中均匀形核，设晶胚为球状，半径为 r 。已知 $\Delta G_v = -3.6 \times 10^6 \text{ J/cm}^3$ ；液固界面的界面能为 $\sigma = 0.15 \text{ J/cm}^2$ ；铜为面心立方结构，其点阵常数 $a = 0.361 \text{ nm}$ ， $1 \text{ nm} = 10^{-7} \text{ cm}$ 。

求：(1) 根据能量方程导出临界晶核半径 r^* 的表达式，并计算其大小；

(2) 求出临界晶核中的原子个数。

分析：考查晶核速率和晶体的晶体结构的基本知识

解题：1) $\because \Delta G = \frac{4}{3}\pi \cdot r^3 \cdot \Delta G_v + 4\pi \cdot r^2 \cdot \sigma$

令 $\frac{d\Delta G}{dr} = 0$ 则 $r_k = -\frac{2\sigma}{\Delta G_v}$

已知： $\Delta G_v = -3.6 \times 10^6 \text{ J/cm}^3$ ； $\sigma = 0.15 \text{ J/cm}^2$

$\therefore r_k = -\frac{2 \times 0.15}{-3.6 \times 10^6} = 8.33 \times 10^{-8} \text{ cm}$

2) $n = \frac{V_k}{a^3} \cdot N = \frac{\frac{4}{3}\pi \cdot r_k^3}{a^3} \times 4 = \frac{\frac{4}{3}\pi \times (8.33 \times 10^{-8})^3}{(0.361 \times 10^{-7})^3} \times 4 = 206$

易错点：公式较为复杂，记忆是容易出现错误。

作业：《材料科学基础》P469 页第 8.11, 8.13, 8.15 题

习题：已知新相形成时除过界面能以外单位体积自由焓变化为 $1 \times 10^8 \text{ J/m}^3$ ，比表面能为 1 J/m^2 ，应变能可以忽略不计。试计算界面能为体积自由能的 1% 时球形新相的半径。与临界半径比较，此时的新相能否稳定长大？形成此新相时系统自由焓变化为多少？

第九章 材料制备中的固相反应

本章节包括 7 个知识点，固态反应的分类；固态反应的特征；界面上的化学反应；界面反应和离子扩散的关系；中间产物和离子扩散的关系；一般动力学关系、化学动力学范围、扩散动力学范围；影响固态反应的因素，其中必须掌握的知识点是 5 个，固态反应的特征；界面反应和离子扩散的关系；中间产物和离子扩散的关系；一般动力学关系、化学动力学范围、扩散动力学范围；影响固态反应的因素。

基础阶段，复习时间是从 5 月份至 8 月份，需要掌握的知识点 3 个，固态反应的特征；一般动力学关系、化学动力学范围、扩散动力学范围；影响固态反应的因素。

在复习每一个知识点的过程中，首先要了解知识点，通过熟悉相应知识点，最后再通过本讲义如下内容对应的例题，从分析、解题、注意易错点到完成老师布置的作业完成相应知识点的掌握过程。

【知识点 1】固态反应动力学

【例题 1】粒径为 1μ 球状 Al_2O_3 由过量的 MgO 微粒包围，观察尖晶石的形成，在恒定温度下，第一个小时有 20% 的 Al_2O_3 起了反应，分别用扬德方程、金斯特林格方程计算完全反应的时间，对计算结果进行比较并说明为什么？

分析：考查扩散动力学范围的两个模型，以及这两模型的方程。

解题：扬德方程 $[1 - (1 - G)^{1/3}]^2 = K_4 t$ $t = 194.6 \text{ h}$

金斯特林格方程 $1 - 2/3G - (1 - G)^{2/3} = K_6 t$ $t = 68.1 \text{ h}$

扬德方程假设反应过程中扩散截面不变，而金斯特林格方程考虑了反应中扩散截面的变化。随反应的进行，反应物体积减小，扩散截面变小，所需反应时间要比扬德假设所计算出的时间短。

易错点：对两种模型的理解不清晰，容易因其错误。

【例题 2】由 Al_2O_3 和 SiO_2 粉末形成莫来石反应，由扩散控制并符合杨德方程，实验在温度保持不变的情况下，当反应进行 1 小时的时候，测知已有 15% 的反应物起反应而作用掉了。将在多少时间内全部反应物都生成产物？

分析：考查扩散动力学范围的杨德方程。

解题：

$$\text{由杨德方程} \left[1 - (1 - G)^{\frac{1}{3}} \right]^2 = kt$$

已知 $t=1\text{h}$, $G=0.15$

当 $G=100\%$ $t=359.63\text{h}$

易错点：对杨德方程的理解要求准确。

作业：《材料科学基础》P499 页第 9.3, 9.4 题

习题：若由 MgO 和 Al_2O_3 球形颗粒之间的反应生成 MgAl_2O_4 是通过产物层的扩散进行的：

(1) 画出其反应的几何图形并推导出反应初期的速度方程。

(2) 若 1300°C 时 $D_{\text{Al}^{3+}} > D_{\text{Mg}^{2+}}$ 基本不动，那么哪一种离子的扩散控制着 MgAl_2O_4 的生成？为什么？

【知识点 2】影响固态反应的因素

【例题 3】如果要合成镁铝尖晶石，可供选择的原料为 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 、 MgO 、 $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ 、 $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ ，从提高反应速率的角度出发，选择什么原料较好？请说明原因。

分析：影响固相反应的主要因素：a、反应物化学组成的影响：化学组成是影响固相反应的内因，是决定反应方向和速度的重要条件。从结构角度看，反应物中质点间的作用键愈大，则可动性和反应能力愈小，反之亦然。

b、反应物颗粒及均匀性的影响：颗粒尺寸大小主要是通过以下途径对固相反应起影响的。

1) 物料颗粒尺寸愈小，比表面积愈大，反应界面和扩散截面增加，反应产物层厚度减少，使反应速度增大；2) 同一反应物系由于物料尺寸不同，反应速度可能会属于不同动力学范围控制。

c、反应温度的影响：温度是影响固相反应速度达到的重要外部条件。一般随温度升高，质点热运动

动能增大，反应能力和扩散能力增强。

d、压力和气氛的影响：对不同反应类型，压力的影响也不同。在两相间的反应中，增大压力有助于颗粒的接触面积，加速物质传递过程，使反应速度增加。但对于有液、气相参与达到反应中，扩散过程主要不是通过固体粒子的直接接触实现的。因此提高压力有时并不表现出积极作用，甚至会适得其反。

e、反应物活性的影响：实践证明，同一物质处于不同结构状态时其反应活性差异甚大。一般说来，晶格能愈高、结构愈完整和稳定的，其反应活性也低。

解题：选择 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 、 $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ ；因为反应活性高，结构不稳定， $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 在反应过程中达到一定温度时可以发生脱水反应，属于不稳定结构。 $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ 在达到一定温度时会发生晶型转变。

易错点：不了解各晶体自身的结构容易产生错误

作业：《材料科学基础》P499 页第 9.9 题

习题：在实验室用 Al_2O_3 和 SiO_2 合成莫来石，请简述加速莫来石生成速率的方法。

第十章 烧结

本章节包括 7 个知识点，烧结的基本类型；烧结过程；烧结的推动力；烧结的机理；烧结的前期、中期和后期；再次结晶和晶粒长大；非常规烧结；影响固相反应速率的因素，其中必须掌握的知识点是 3 个，烧结的机理；烧结的前期、中期和后期；再次结晶和晶粒长大。

基础阶段，复习时间是从 5 月份至 8 月份，需要掌握的知识点 3 个，烧结的机理；烧结的前期、中期和后期；再次结晶和晶粒长大。

在复习每一个知识点的过程中，首先要了解知识点，通过教材中的主要内容熟悉，宏观把握，最后重点掌握烧结的对动力和过程，最好结合实验室研究理解，熟悉相应知识点，最后再通过本讲义如下内容对应的例题，从分析、解题、注意易错点到完成老师布置的作业完成相应知识点的掌握过程。

【知识点 1】 烧结的推动力、烧结机理

【例题 1】 烧结的推动动力是什么，他可以凭借哪些方式推动物质迁移，各适用于何种推动机理？

分析： 本题考查的是烧结的推动力，和烧结的机理。

解题： 烧结的推动力从广义上讲是化学位移梯度，具体的是系统的表面能，主要以流动传质、扩散传质，

气象传质,溶解 - 沉淀方式推动物质迁移。

其中：固相烧结中传质机理：(1) 流动传质 (2) 扩散传质 (2) 气相传质

液相烧结中的传质机理 (1) 流动传质 (2) 溶解-沉淀

易错点：这两种不同的烧结机理有相同的传质方式。

作业：《材料科学基础》P535 页第 10.1, 10.3, 10.4 题

【知识点 2】再结晶和晶粒长大

【例题 2】试就 (a) 推动力来源； (b) 推动力大小； (c) 在陶瓷系统的重要性来区别初次再结晶，晶粒长大和二次再全结晶。

分析：本题考查的是晶粒的长大和二次再结晶这个知识点。

解题：分析见下表：

	初次再结晶	晶粒长大	二次再结晶
推动力来源	基质塑性变形而储存于基质中的能量	晶界过剩的界面能	
推动力大小	小 $0.5 \sim 1 \text{ cal/g}$	较大	很大
在陶瓷系统中重要性	影响不大	关键	尽量避免

易错点：要结合具体实验研究分析。

作业：《材料科学基础》P500 页第 10.14 题

习题：有人试图用延长烧结时间来提高产品致密度，你以为此法是否可行,为什么了？

【知识点 3】影响烧结的因素

【例题 3】陶瓷材料中晶粒的大小与什么有关？工艺上如何控制晶粒尺寸（请列出三种途径）？

分析：本题考查的内容是如何控制影响烧结的因素来，得到有利的实验条件

解题：陶瓷材料中晶粒的大小与物料的原始粒度、烧结温度和时间等因素有关；

控制晶粒尺寸方法：控制原始粒度均匀细小，控制烧结温度和时间，添加剂等。

易错点：理论联系试验也是考查点，不能忽视。

作业：《材料科学基础》P500 页第 10.13 题

第十一章 腐蚀和氧化

本章节包括 4 个知识点，腐蚀与与广义腐蚀；腐蚀的类型与特点；应力腐蚀；氧化，其中必须掌握的知识点是 2 个，腐蚀与与广义腐蚀；腐蚀的类型与特点；。

基础阶段，复习时间是从 5 月份至 8 月份，需要掌握的知识点 2 个，腐蚀与与广义腐蚀；腐蚀的类型与特点。

在复习每一个知识点的过程中，首先要了解知识点，本章不是考查的重点，一般在概念题中考查，或者是和其他知识点的联系，通过浏览课本重要信息，对相关概念的了解，熟悉相应知识点，最后再通过本讲义如下内容对应的例题，从分析、解题、注意易错点到完成老师布置的作业完成相应知识点的掌握过程。

【知识点 1、2】腐蚀和广义腐蚀、与腐蚀的

【例题 1】简述腐蚀的概念和分类以及每一类的特点。

解题：材料腐蚀的基本概念：材料由于环境的作用而引起的破坏和变质过程。

金属腐蚀：金属和它所处的环境介质之间发生化学、电化学或物理作用，引起金属的变质和破坏。

高分子材料的腐蚀（老化）：高分子材料在加工、储存和使用过程中，由于内外因素的综合作用，其物理化学性能和机械性能逐渐变坏，以至最后丧失使用价值。

无机非金属材料的耐蚀性还与其结构有关。晶体结构的耐腐蚀性较无定型结构高。

材料腐蚀的特点：

金属是导体，腐蚀时多以金属离子溶解进入电解液的形式发生可用电化学过程来描述。金属的腐蚀过程大多在金属的表面发生，并逐步向深处发展。

高分子材料一般不导电，也不以离子形式溶解，周围的介质(气体、液体等)向材料内渗透扩散是腐蚀的主要原因。同时，高分子材料中的某些组分(如增塑剂、稳定剂等)也会从材料内部向外扩散迁移，而溶于介质中。

无机非金属材料的腐蚀则以材料与介质的化学反应为主，并与材料的组成、显微结构、结晶状态、腐蚀产物的性质等因素密切相关。

易错点：分清各种腐蚀的不同特点。

第十二章 疲劳与断裂

本章节包括 3 个知识点疲劳的概念；低温断裂与疲劳；高应变蠕变的概念，其中必须掌握的知识点是 2 个，疲劳的概念；低温断裂与疲劳；。

基础阶段，复习时间是从 5 月份至 8 月份，需要掌握的知识点 2 个，疲劳的概念；低温断裂与疲劳与特点。

在复习每一个知识点的过程中，首先要了解知识点，本章同上一章一样也不是考查的重点，一般在概念题中考查，熟悉重要的概念，联系实际试验或生产过程，熟悉相应知识点，最后再通过本讲义如下内容对应的例题，从分析、解题、注意易错点到完成老师布置的作业完成相应知识点的掌握过程。

【知识点 1】疲劳的概念

【例题 1】什么是疲劳，什么是疲劳断裂？简述疲劳时效的特点。

解题：疲劳：材料或构件在交变应力(应变)作用下发生的破坏称为疲劳破坏或疲劳失效。由交变应力引起的延滞断裂，是疲劳断裂。

疲劳时效的特点：疲劳断裂与静载荷作用下的断裂不同,有其本身的特点，

- (1) 疲劳断裂表现为低应力下的破坏断裂。
- (2) 疲劳破坏宏观上无塑性变形,具有更大的危险性。
- (3) 疲劳是与时间有关的一种失效方式,具有多阶段性。
- (4) 与单向静载断裂相比,疲劳失效对材料的微观组织和缺陷更加敏感。
- (5) 疲劳失效受载荷历程的影响。

作业：《材料科学基础》P597 页第 12.1 题

习题：氧化铝陶瓷为什么会发生脆性断裂？



总部地址：北京市海淀区北四环西路 66 号中国技术交易所大厦 A 座 17 层

万学考研专业课频道：<http://a.wanxue.cn>

万学主网：<http://www.wanxue.cn> 考研频道