

考试重点解析

一，解释下列名称或术语

键合力：固体材料中原子间用于相连接及保持一定的几何形状或物性的结合力。

晶格能:：在 0k 时 1mol 离子化合物的各种离子相互移动至无限远及拆散成气态所需要的能量

电负性：原子得到电子的能力

空间格子：将晶体内部的结构基元抽象成几何点，将实际晶体使用三维点阵表示的空间结构

晶胞：砸实际晶体中划分出的平行六面体单位基元

点阵：把晶体内部的原子、离子或原子集团等结构抽象成几何的点

平行六面体：空间格子中的最小单位基元，由六个两两平行且大小相等的面组成

晶面指数：表示晶体中点阵平面的指数，由晶面在三个晶轴的截距值决定

点群：宏观晶体对贺元素集合而成结的晶学群

晶面常数：晶体定向中，轴率 a： b： c 和轴角  $\alpha$  ，  $\beta$  ，  $\gamma$  统称为晶体的几何常数

二，分别简述形成离子键和金属键的条件和特点

离子键：条件：  $\Delta X \geq 1.7$

特点：没有饱和性和方向性

共价键：条件： $0.7 \leq \Delta X < 1.7$

特点：有饱和性和方向性

金属键：条件： $\Delta X < 0.5$

特点：没有饱和性和明显的反向性

### 三，范德华键和氢键的联系和区别

联系：都是依靠分子或分子的偶极矩引力而形成

区别：范德华键无饱和性和方向性，氢键有明显的饱和性和方向性

### 四，简述元素周期表中金属离子半径变化的规律

同周期随原子序数增加而减小，同主族随原子序数增加而增大，对角线上离子半径大小大致相等。

五，写出单型三方柱，四方柱，四方双锥，六方柱填型中各晶面的晶面指数，并写出它们的对称性。

三方柱晶面指数  $(0\ 0\ 0\ 1)$   $(0\ 0\ 0\ \bar{1})$   $(1\ 1\ 2\ 0)$   $(1\ 2\ 1\ 0)$   $(2\ 1\ 1\ 0)$

对称型  $L33L23PC$

四方柱晶面指数  $(0\ 0\ 1)$   $(0\ 1\ 0)$   $(1\ 0\ 0)$   $(0\ 1\ 0)$   $(1\ 0\ 0)$   $(0\ 0\ \bar{1})$

对称型  $L44L25PC$

四方双锥晶面指数  $(0\ 1\ 1)$   $(1\ 0\ 1)$   $(0\ 1\ \bar{1})$   $(1\ 0\ \bar{1})$   $(0\ 1\ 0)$   $(1\ 0\ 0)$

$(0\ 1\ 0)$   $(1\ 0\ 0)$   $(0\ 1\ 1)$   $(1\ 0\ 1)$   $(0\ 1\ \bar{1})$   $(1\ 0\ \bar{1})$

对称型  $L44L25PC$

六方柱晶面指数  $(0\ 0\ 0\ 1)$   $(0\ 0\ 0\ \bar{1})$   $(0\ 1\ 1\ 0)$   $(1\ 0\ 1\ 0)$   $(1\ 1\ 0\ 0)$   $(0\ 1\ 1\ 0)$

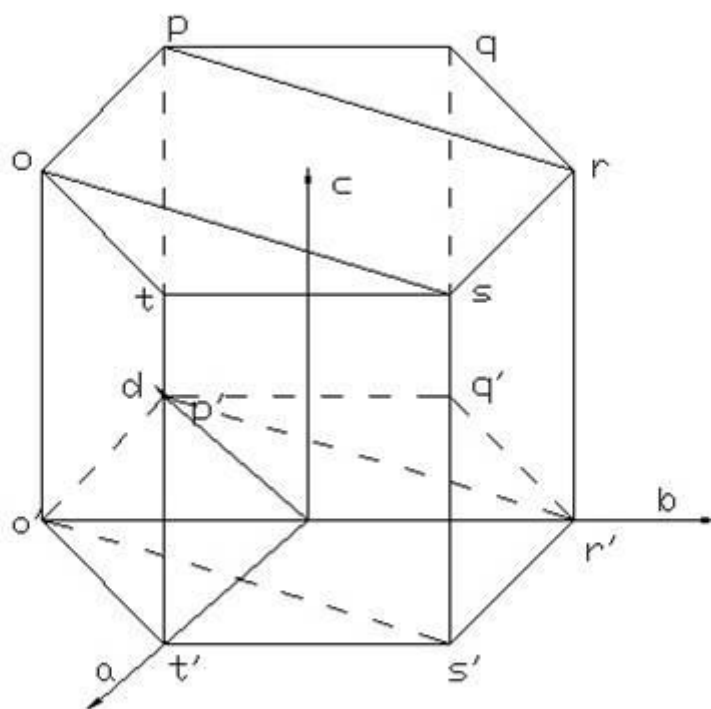
$(1\ 0\ 1\ 0)$   $(1\ 1\ 0\ 0)$

对称型  $L46L27PC$

六，写出立方体中六个晶面指数

$(0\ 0\ 1)$   $(0\ 0\ 1)$   $(0\ 1\ 0)$   $(1\ 0\ 0)$   $(0\ 1\ 0)$   $(1\ 0\ 0)$

七，在六方晶体中标出晶面  $(0\ 0\ 0\ 1)$   $(2\ 1\ 1\ 0)$   $(1\ 0\ 1\ 0)$   $(1\ 1\ 2\ 0)$   $(1\ 2\ 1\ 0)$  的位置



$(0\ 0\ 0\ 1)$  面  $opqrst$   $(2\ 1\ 1\ 0)$  面  $o' s' so$

$(1\ 0\ 1\ 0)$  面  $tss' t'$   $(1\ 1\ 2\ 0)$  面  $trr' t'$

$(1\ 2\ 1\ 0)$  面  $qss' q'$

1, 原子半径: 分子内部原子的中心距为两个原子半径之和

离子半径: 离子周围的一个其他原子不能侵入的势力范围

配位数: 在晶体结构中, 一个原子或离子直接相邻的原子或异号离子数目称为配位数

点缺陷: 亦称零维缺陷, 缺陷尺寸处于原子大小的数量级上, 即三维反向上的缺陷都很小

热缺陷: 是指由热起伏的原因所产生的空位或间隙质点

肖特基缺陷: 质点由面位置迁移到新表面位置, 而在晶体表面形成新的一层, 同时在晶体内部留下空位

弗伦克尔缺陷: 质点离开正常格点后进入到晶格间隙位置, 其特征是空位和间隙点成对出现

位错: 质点在一维方向上偏离理想晶体中的周期性, 规则性排列多产生的缺陷, 这种缺陷的尺寸在一维方向上较长, 而在另二维方向上较短

2, 四面体空隙个数 $=8 \cdot n / 4 = 2n$

八面体空隙个数 $=6 \cdot n / 6 = n$

当大小不等的球体进行堆积时, 其中较大的球将按六方和立方最紧密堆积方式进行堆积, 而较小的球按自身大小填入其中的八面体空隙中或四面体空隙中

3, 原子数配位数堆积系数

面心立方 480.68

体心立方 2120.74

密排立方 6120.74

4, 证明: 晶胞体积 $=3 \sqrt{3} / 2 \cdot a^2 \cdot 1.6a$

原子体积 $=4 \pi / 3 \cdot (a^2 / 2) \cdot 6$

原子体积占晶胞体积=原子体积/晶胞体积=74.9%

空隙率=1-74.9%=25.1%

5, 刃型位错的特点:

①伯格斯矢量与刃型位错垂直

②刃型位错有正负之分, 把多余半原子面在滑移面上边的刃型位错称为正刃型位错, 反之为负刃型位错

③在刃型位错的周围要发生晶体的畸变, 在多余的半原子面的这一边晶体收挤压缩变形, 原子间距离变小, 而另一边的晶体则受拉膨胀变形, 原子间距离增大, 从而使位错周围产生弹性应变, 形成应力场

④位错在晶体中引起的畸变在位错处最大, 离位错线越远的晶格畸变越小, 原子严重错排列的区域只有几个原子间距, 因此, 位错是沿位错线为中心的一条狭长管道

螺旋位错的特征:

①伯格斯矢量与刃型位错平行

②螺旋位错分为左旋和右旋, 根据螺旋面旋转方向, 符合右手法则的称为右旋螺旋位错, 符合左手法则的称为左旋位错

③螺旋位错只引起剪切畸变, 而不引起体积膨胀和收缩, 因为存在晶格畸变, 所以在位错线附近也形成应力场, 同样的, 离位错线距离越远, 晶格畸变越小, 螺旋位错也只包含几个原子宽度的线缺陷。

1, 根据和金组成元素及原子相互作用的不同, 固态下形成的合金相基本上可以分为固溶体和中间相两大类。

和纯金属相比, 由于溶质原子的溶入导致固溶体的点阵常数, 力学性能, 物理和化学性

能产生了不同程度的变化。

①点阵常数的变化，由于溶质和溶剂原子的大小不同，引起点阵畸变并导致点阵常数发生变化

②产生固溶强化，由于溶质原子溶入，使固溶体强度，硬度升高

③物理和化学性能的变化，固溶体合金随着固溶度的增加，点阵畸变增大，一般固溶体的电阻率升高，同时降低电阻温度系数，有序变化时因原子间结合力增加，点阵畸变和反相畸变存在等因素都会引起固溶体性能突变，除了硬度和屈服升高，电阻率降低外，甚至有非铁磁性合金有序变化后会具有明显的铁磁性

2，材料的结构指的是材料的原子结构，结合键，原子的排列方式以及显微组织，而组织指用金相观察材料内部时看到的涉及晶体或晶粒大小，方向，形状，排列状况等组成关系的组成物，材料的性能取决于其内部结构，只有改变了材料的内部结构才能达到改变性能的目的，材料的组织结构的变化决定了其力学性能，物理性能和化学性能。

3，中间相可以是化合物，也可以是以化合物为基的固溶体，中间相通常可以用化合物的化学分子表示，大多数中间相原子间的结合方式属于金属键与其它典型键相混合的一种方式，因此它们都具有金属性和固溶体一样，电负性，电子浓度和原子尺寸对中间相的形成及晶体结构性能都有影响，中间相可分为正常价化合物，电子化合物，原子尺寸因素有关的化合物与超结构。

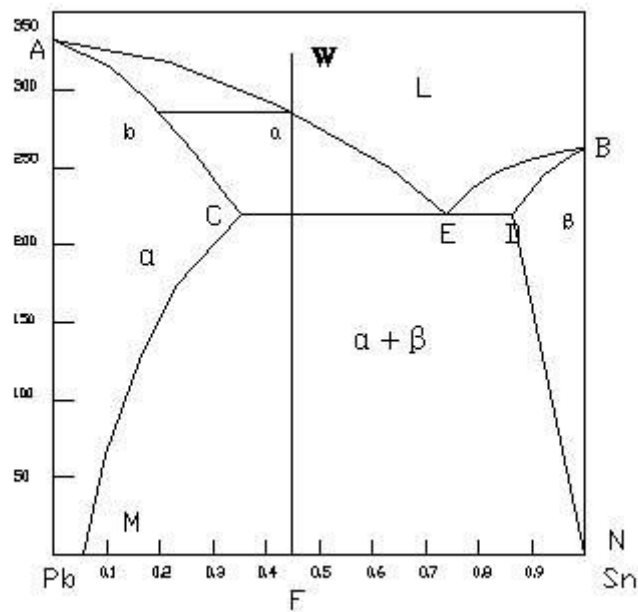
4，共晶型：固态时两组元完全互不相溶，存在一个共晶温度，此时三相共存

同晶型：固态液态时两个组元都能以任意比例互溶

包晶型：包晶型中有一个固溶体的了、凝固温度随溶质浓度增加升高，而无低共熔点

共晶和包晶是恒温转变过程，而匀晶不是。共晶和包晶有一条恒温转变温度线

5，设一组为 Wd 熔体，从高温开始冷却，当温度降至液相线 AB 上的 A 点时，开始析出固溶体  $\alpha$ ，随着温度下降，固相组成沿 AC 变化，液相沿 AE 变化，并且  $\alpha$  渐增，L 渐减，当温度降到固相线 CD 时，L 相组成 E，固溶体  $\alpha$  组成为 C，此时从液相中析出固溶体  $\beta$



共晶刚结束时  $W_{\text{液}}/W_{\text{固}} = MF/FN$

$L = L + \alpha_{\text{初}} = \alpha_{\text{初}} + (\alpha + \beta)_{\text{共}} = \alpha + \beta$

$\alpha_{\text{初}}$  与  $(\alpha + \beta)_{\text{共}}$

$\alpha_{\text{初}} = (XE - XW) / (XE - XC) * 100\%$

$(\alpha + \beta)_{\text{共}} = (1 - \alpha) * 100\%$

共晶刚结束时:  $\alpha = (XD - XW) / (XD - XC) * 100\%$

$\beta = (1 - \alpha) * 100\%$

6,  $f = c - \phi + 2 = 3 - \phi$  (一元情况下)

因为一元凝聚态时存在存在固溶体两组元, 即  $\phi = 2 \rightarrow f = 1$ , 所以此相变过程中温度不变

在相界上各点表示了一元组分的固溶关系, 随着时间变化, 固液两相组分不断改变, 因此相界线上点多为状态点。

7, 两元相图相界线上为单相

①相界线上  $f=2-1+1=2$ , 表示在单相区可任意变动温度和组成而不会使相的数量发生变化

②两相共存区  $f=2-2+1=1$ , 表示温度变化时, 液相和固相的组成和数量也随之变化

8, ①成分为 40%B 的合金首先凝固出来的固体成分为 80%B

②若首先凝固出来的固体成分含 60%, 合金成分为 20%

③成分为 70%B 的合金最后凝固的液体成分为 30%B

④合金成分为 50%B, 凝固到某温度时液体含有 40%B, 固体含有 80%B

1. 晶体凝固的热力学;

2. 晶体形核、长大过程;

3. 固溶体平衡凝固和非平衡凝固的条件和组织;

1, 金属从液相至固相的转变称为凝固, 如果凝固后的固体是晶体, 则又称为结晶

2, 过冷度: 熔点与实际凝固温度之差

过冷现象: 金属开始凝固的温度恒低于其熔点, 同一金属, 结晶的冷却速度越大, 过冷度越大, 实际结晶温度越低。

金属凝固的基本过程是形核与晶核的长大, 形核的热学驱动力是固体与液态的自由焓负差值, 只有在过冷条件下才具有这一动力

3, 纯金属晶体的结晶是通过形核和长大两个过程进行的

4, 晶粒: 在凝固时, 每一个晶核在每一个温度下扩散充分进行而形成的内部成分均匀



一致的物质

晶界：在纯金属中，晶核接着长成球形，然后迅速变得不稳定，并形成枝晶，这些枝晶在溶液中自由生长，最终互相接触，凝固成纯金属，其枝晶本身的痕迹已经消失，但在各个枝晶的相接处形成可见的晶界。

5，单晶体：质点按同一取向排列，由一个晶核生长而成，各向异性的晶体

多晶体：由许多不同位向的小晶粒而组成

多晶体每个晶粒具有各向异性，但由于晶粒位向不同，加上晶界作用，使各晶粒的有向性互相抵消，所有整个多晶体呈现出无向性。

2，特征：①显微结构常有三种组成：晶相，玻璃相和气相

②主要键合为离子键，共价键和他们的混合键

③组成多样，从元素上说，可由一种元素或多种元素组成，从化合物来说，可以由简单化合物到由多种复杂的化合物组成的混合物

4，从负离子立方堆积出发，说明以下结构类型：①正离子填满所有四面体空隙位置②正离子填满一半③填满所有八面体空隙位置

答：①A<sub>2</sub>X 反萤石型②AX 闪锌型③AX NaCl 型

5，负离子六方堆积出发①正离子填满一半四面体空隙②一半八面体空隙

- AX 纤锌矿型②AX<sub>2</sub> 金红石型

1．陶瓷材料的显微结构包括三个主要内容：晶相、玻璃相和气孔，其中晶相又有多种，

它们之间的比例和各自得特性都要影响材料整体的物理化学性能；例如晶相中的键合问题，玻璃相中的化学组成问题、气孔的形态问题等；

a. 什么是无机非金属材料（硅酸盐材料）？一种或多种金属元素（P，O，C，N等，通常为O）的化合物，主要是金属氧化物和金属非金属氧化物，几乎包括除金属、高分子外的所有材料。传统四大类：陶瓷、玻璃、水泥、防火材料。

b. 特点：1）性能上：高熔点，高硬度，耐热，耐磨损，抗氧化，耐化学腐蚀，电性能，光性能好。2）纤维结构上：由三种不同的组成。

①晶相多相：主晶相：主晶相的性能标志着陶瓷材料的物化性能。

次晶相、第三晶相…不能忽视，杂质次晶相使优良性能大大降低。

之间比例与各自特性对材料整体物化性能影响

②玻璃相：作用：填充晶粒间隙或起黏结剂作用，将分散晶粒黏结在一起提高致密度。

降低烧结温度，改善工艺和抑制晶粒长大。

组成很不均匀，物理性质也不均匀

力学强度低，稳定性差，容易软化，故陶瓷材料的不利因素。

③气相（气孔）：形态类型：开口气孔

闭口气孔

陶瓷的许多电、热性能都随气孔率、气孔尺寸及分布不同而发生变化，所以要合理控制气孔的含量、形态、分布。

④化学键合：离子键：既不具有方向性也不具有饱和性，所以有利于离子在空间密堆排列，离子晶体的密度和熔点大。

共价键：既具有方向性又有饱和性，不能达到密堆，堆积密度较低，共价晶体硬度高密度小，导电性低

两者混合键

2. 离子的堆积方法；

哥希密特的结晶化定律：晶体的结构取决于其组成质点的数量关系、大小关系与极化关系。

①物质晶体结构可按照化学式类型 AX, AX<sub>2</sub>, A<sub>2</sub>X<sub>3</sub> 来讨论, 化学式类型不同, 表示组成晶体的质点的数量关系不同, 结构不同。

②晶体中组成质点的极化性能不同, 反映各离子的极化率不同, 结构不同。

③晶体中组成质点的大小不同, 则离子半径比值不同, 配位数与晶体结构不同。

### 3. 典型无机化合物的晶体结构;

氯化钠晶体、氯化铯晶体、闪锌矿晶体、纤锌矿晶体、萤石晶体结构, 特别应该了解在这些晶体结构中的正负离子的堆积方法、配位数、孔隙特征(四面体空隙和八面体空隙)等问题;

	一个晶胞中	堆积方法	配位数	孔隙特征
CsCl	1 个	Bcc	均 8	
NaCl	4 个	两个 fcc 叠加	均 6	4 个八面体, 8 个四面体, Na <sup>+</sup> 完全填塞于八面体空隙中
闪锌矿 (ZnS)	4 个	两套 fcc 叠加	均 4	8 个四面体, 4 个八面体, Zn <sup>+</sup> 交错处于八分之一的立方体中心, 占据四面体空隙数半数
纤锌矿 (大方 ZnS)		S <sub>2</sub> -六方最密堆积	均 4	Zn <sup>2+</sup> 填入半数四面体空隙
萤石 (CaF <sub>2</sub> )		Ca <sup>2+</sup> fcc	Ca <sup>2+</sup> -8; F <sup>-</sup> -4	F <sup>-</sup> 填充在八个小立方体中心, 8 个四面体全被占据, 八面体全空

1. 高分子链的近程结构、高分子链的远程结构；
2. 高分子的凝聚态结构：晶体结构、非晶体结构、取向态结构的基本概念、特征、机构对性能的影响；
3. 重点要求掌握高分子链的组成、构型、高分子链的柔顺性等概念，高分子链柔顺性的影响因素，高分子晶态结构的特点（晶态和非晶态结构模型）。

#### 1, 名词解释

近程结构：高分子链的近程结构包括链结构单元的化学组成，链接方式，空间立构和交联，序列结构等问题

远程结构：高分子远程结构包括分子的大小与形态，链的柔顺性及分子在各环境中所采用的构象

结构单元：组成高分子长链的小的均聚物

重复单元：简单重复结构单元又称链节，至少为双官能团的单体通过双键打开，缩合聚合或开环聚合形成链结构，当中重复出现的结构为单元结构。

均方末端距：末端距是指线形高分子链的一端到另一端达到直线距离，将末端距先平方再平均即均方末端距。

均方旋转半径：指从大分子链的质量中心到各个链段的质量中心的距离

自由旋转链：假定分子链中每一个键都可以在键角所允许的方向自由转动，不考虑空间位阻对移动的影响，我们称这种链为自由旋转链。

高斯链：末端距分布符合高斯函数的分子链

分子构象：由于单键内旋转而产生的分子在空间的不同形态成为构象

高分子构型：通过化学键固定分子中原子的空间排列，要改变构型必须经过化学键的断裂和重组。

2, 聚合物分子具有链状结构，一个典型的线型聚合物分子链长度与直径之比是很大的，这样一根细而长的聚合物链在无外力作用下，不可能是一条直线，一定要卷成团，聚合物链能以不同程度卷曲的特性称为柔顺性，柔顺性是高分子特有的属性，是橡胶高弹性

的根由，也是决定高分子形态的主要因素，对高分子的物理力学性能有根本的影响。

4，由于热运动，分子的构象在时刻改变着，高分子能改变其构象的性质称为柔顺性，有熵增原理，孤立的高分子链总是自发的采取卷曲的构象，使构象熵趋于最大，从而导致高分子长链具有柔性，因此，高分子链的柔性本质是熵运动。

- 1．复合材料的定义和基本特点；
- 2．复合材料的组成、结构层次；
- 3．纤维增强复合材料的增强机制；
- 4．不同复合材料界面功能，作用机理；
- 5．复合材料界面的粘结方式，偶联的作用机理。

1，指两种或两种以上物理和化学性质的不同的物质组成的一种多相固态物质，复合材料中一相为连续相为基体，占主要组成之分，另一相为分散相，称为增强相，分散相以独立的形态分布在连续相中，可是增强纤维，也可是颗粒状或弥散的填料，两相间存在着相界面。

3，复合材料起增强作用的组分，在基体掺入增强体的过程中，增强体尽量不受损，并保证增强体在集体中按要求的方向和数量有规律排列和分布，在符合材料中增强材料与基体间有良好的界面结合。

4，基体材料和基体之间的化学成分有显著的变化，使二者彼此结合，并且有传递荷载作用的微小区域，传递效应，阻断效应，不连续效应，散射效应，吸收效应和诱导效应。

[返回\(1\)](#)

