

# 中国科学技术大学

## 2010 年硕士学位研究生入学考试试题

(材料科学基础)

所有试题答案写在答题纸上, 答案写在试卷上无效

☐ 需使用计算器

☒ 不使用计算器

### 一、单项选择题 (共 20 分, 每一小题 1 分)

1. 玻璃经淬火处理后其表面 ( )  
A 不受力 B 受张应力作用 C 受压应力作用
2. 裂纹扩展时弹性应变能释放率  $G$  要 ( )  
A 小于断裂表面能  $\gamma$  B 大于断裂表面能  $\gamma$  C 等于断裂表面能  $\gamma$
3.  $\text{ZrO}_2$  增韧原理是利用其受应力作用发生相变引起的 ( )  
A 体积收缩 B 体积膨胀 C 与体积变化无关
4. 固体质点的谐振动 ( )  
A 受非对称力作用 B 不引起热膨胀 C 引起热膨胀
5. 纤维增强复合材料有增强效果需要其体积分数 ( )  
A  $< V_{f\text{临界}}$  B  $> V_{f\text{临界}}$  C 与  $V_{f\text{临界}}$  无关
6. 碳化硅材料的硬度 ( )  
A 比金刚石大 B 比石英大 C 比  $\text{Al}_2\text{O}_3$  小
7. 无机材料的低温比热按 ( ) 趋于零  
A  $T^2$  B  $T^3$  C  $T^4$
8. Fe 的线膨胀系数为 ( ) 量级  
A  $10^{-4}$  B  $10^{-5}$  C  $10^{-6}$
9. 韦伯模数 ( ) 时材料越均匀  
A 小 B 大 C 等于 5
10.  $\text{ZrO}_2$  比  $\text{BeO}$  的热导率 ( )  
A 大 B 小 C 相等

11. 剪切模量  $G$ , 杨氏模量  $E$  与泊松比  $\mu$  之间满足下面关系式 ( )

A  $E=G/[2(1+\mu)]$  B  $G=E/[2(1+\mu)]$  C  $E=G/(1+\mu)$

12. 位错运动速率应力敏感系数  $m$  值 ( ) 时, 屈服现象越明显

A 大于 50 B 等于 50 C 小于 50

13. 材料的理论强度一般是其弹性模量数值大小的 ( )

A  $1/1000$  B  $1/100$  C  $1/10$

14. 金属铝的形变强化指数  $n$  一般为 ( )

A  $0.45-0.55$  B  $0.05-0.15$  C  $0.15-0.25$

15. 材料的抗热应力损伤因子 ( )

A 与弹性模量成反比 B 与表面能成反比 C 与应力平方反比

16. 单向压缩比扭转应力状态的柔度系数 ( )

A 大 B 小 C 相等

17. 单向拉伸样品颈缩区为 ( )

A 纯拉伸状态 B 三向应力状态 C 单项压缩状态

18. 材料孔隙率增大对 ( )

A 热传导有利 B 减小热容有利 C 热稳定性有利

19. 表面传递系数  $h$  变化对材料的热稳定性 ( )

A 无影响 B 变大时有利 C 变小时有利

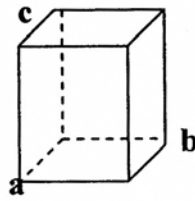
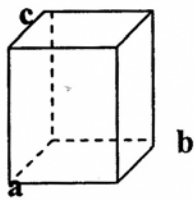
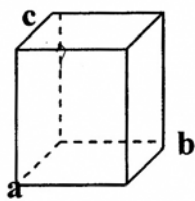
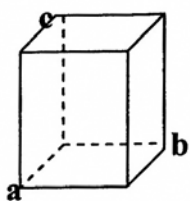
20. 差热分析 DTA 有以下特点 ( )

A 峰面积  $S$  与热效应  $\Delta H$  成反比 B 峰面积  $S$  与升温速率无关

C 升温速率越小, 吸(放)热峰越窄

二、在下图中分别画出晶面指数为  $(102)$ ,  $(120)$ ,  $(211)$ ,  $(11\bar{2})$  的晶面及

$[110]$ ,  $[11\bar{1}]$ ,  $[1\bar{1}0]$ ,  $[01\bar{1}]$  的晶向。(共 12 分)



三、材料结构部分：（共 20 分）

- （1）哪些实验可以证实晶体内部质点具有周期性规则排列的结构特征？（8 分）
- （2）正四方锥中有哪些对称要素？（4 分）
- （3）碳原子可以组成哪些晶体结构？（4 分）
- （4）填空：NaCl 晶体属于\_\_\_\_\_晶系，具有 \_\_\_\_\_点阵，Na 和 Cl 离子的配位数分别是\_\_\_\_\_。（4 分）

四、图 1 所示的是  $\text{TiO}_2$  的相图，即压力—温度图。在图 1 所表示的温度压力范围内， $\text{TiO}_2$  具有三个单相区，即锐钛矿(Anatase)、金红石(Rutile)和 II 型  $\text{TiO}_2$  ( $\text{TiO}_2$  II)。请解答下面问题：（10 分）

- （1）常压下可以实现锐钛矿、金红石和 II 型  $\text{TiO}_2$  三相共存吗？如果可以实现，则三相共存的温度是多少？（5 分）
- （2）判断金红石和 II 型  $\text{TiO}_2$  的密度相对大小，并给出判断依据。（5 分）

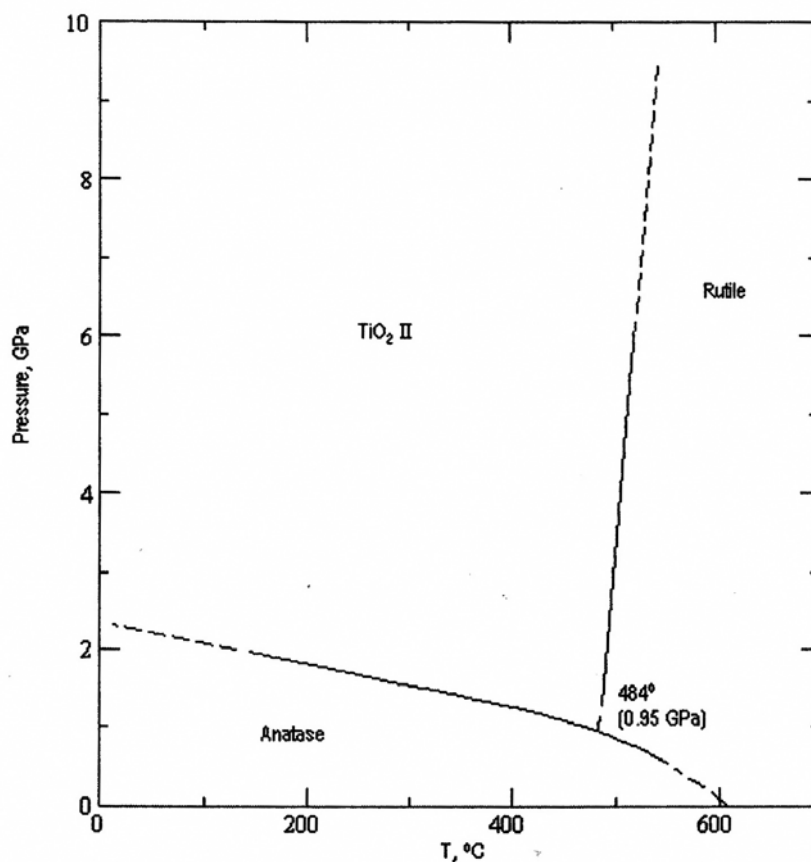


图 1.  $\text{TiO}_2$  的相图

五、图 2 所示的  $\text{TiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3$  二元相图（等压）。根据图 2 回答下列问题：（共 25 分）

（1） $\text{TiO}_2$  和  $\text{Al}_2\text{O}_3$  之间形成中间化合物  $\text{Al}_2\text{TiO}_5$ ，请问该中间化合物的熔点是多少？ $\text{Al}_2\text{TiO}_5$  是一致熔（稳定）化合物吗？（5 分）

（2）描述成分点为 50%（Mol）的体系的平衡降温过程（从  $2000^\circ\text{C}$  降低到室温），指出在此过程中，体系在平衡状态下所经历的自由度为 0 的相变反应（反应式和反应名称）。（10 分）

（3）由图 2 可见，纯组分  $\text{TiO}_2$  的熔点高达  $1880^\circ\text{C}$ ，随着  $\text{Al}_2\text{O}_3$  的加入， $\text{TiO}_2$  与  $\text{Al}_2\text{O}_3$  形成固溶体，固溶体的熔点比纯组分  $\text{TiO}_2$  的低，请阐述熔点降低的原因。（5 分）

（4）在高温下， $\text{Al}_2\text{O}_3$  固溶到  $\text{TiO}_2$  中，可能在  $\text{TiO}_2$  陶瓷中产生点缺陷，写出缺陷产生的方程式。（5 分）

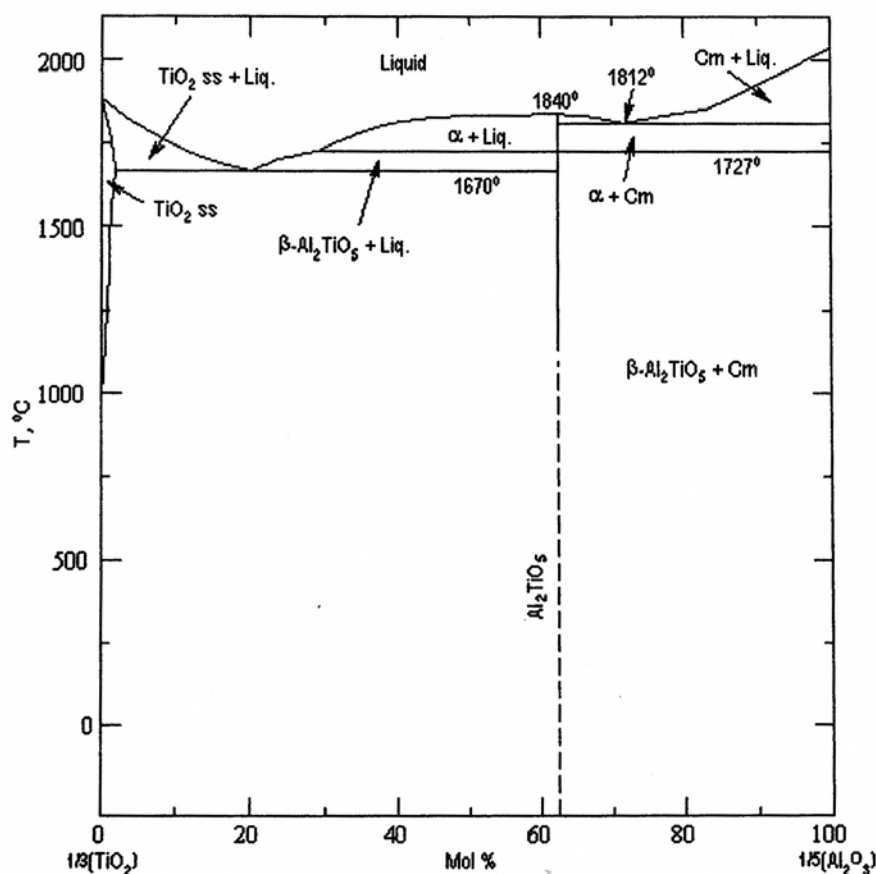


图 2.  $\text{TiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3$  二元相图

六、如图 3 是  $\text{TiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$  三元相图，其中 Mul 指  $\text{Al}_6\text{Si}_2\text{O}_{13}$ ，它是  $\text{SiO}_2$  和  $\text{Al}_2\text{O}_3$  形成的二元化合物。回答下列问题：（共 15 分，每小题 5 分）

（1）线 AB 是哪二个液相区的分界线，对应的相转变过程是什么（写出反应式）。

（2）点 A 是 3 个液相的交点，因此对应一个浓度三角形，请问点 A 对应的浓度三角形是什么？

（3）Mul 的成分点是靠近三角形的上顶点（ $\text{Al}_2\text{O}_3$ ）还是靠近左下顶点（ $\text{SiO}_2$ ）？

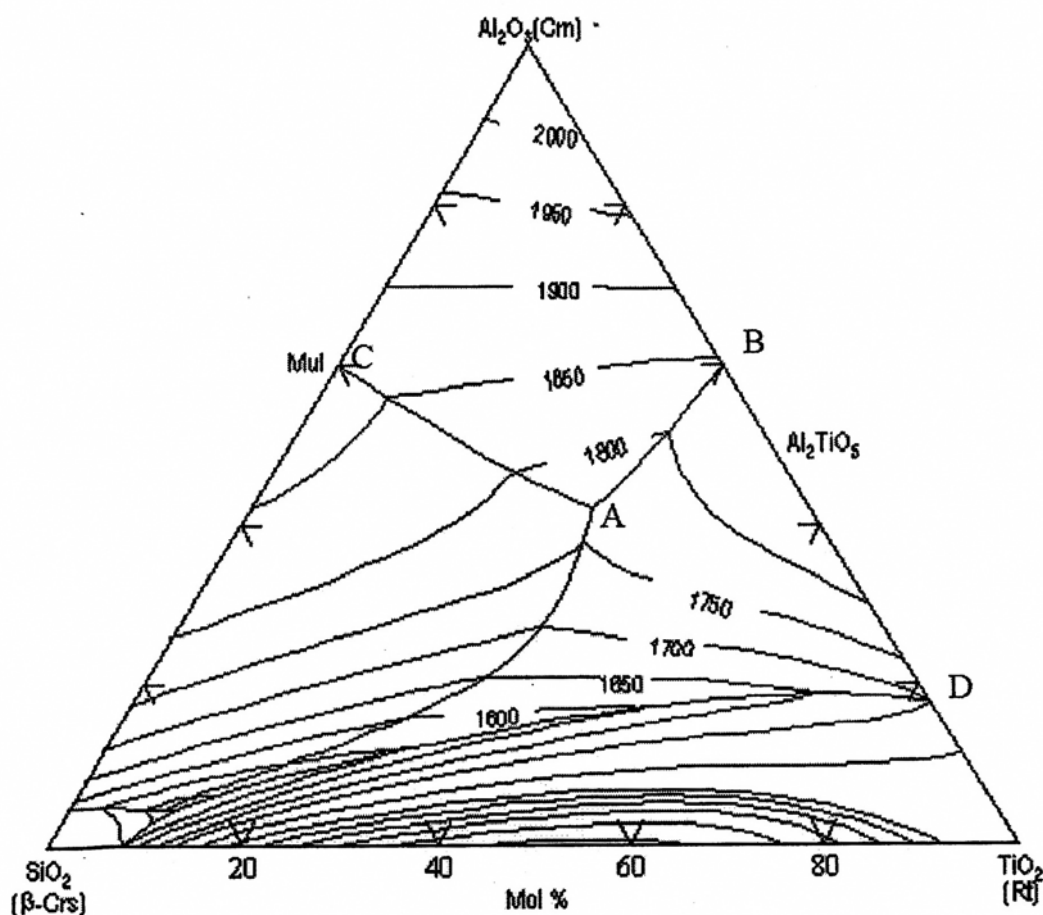


图 3.  $\text{TiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$  三元相图

七、为什么陶瓷材料的理论断裂强度与实际断裂强度相差很大？简述采取哪些措施可以提高陶瓷材料的强度？（10分）

八、少量的放射性金属钴置于圆柱状金属钴的一端，在 1000 K 保温 100 分钟后淬火至室温，然后切片，测量不同断面的放射性强度  $I$ 。（共 15 分）

(1) 发现  $\ln(I(x))$  对  $x^2 (\mu\text{m})$  作图为一一直线，其斜率为 -1。试采用恰当的扩散模型描述钴的扩散行为，并计算其扩散系数；（8分）

(2) 已知钴原子的跃迁距离为 0.1 nm，试估算跃迁频率。（7分）

九、请用能带论解释金属 Na、Mg 和非金属金刚石的导电性。（要求画出各自的能带结构图）。（共 15 分，每种单质 5 分）

十、新能源技术离不开材料的发展与应用。试举出 2 种你所知道的新能源材料，并分别给出可能的制备方法。（共 8 分，每种 4 分）