

# 中国科学技术大学

## 2016 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、判断题 (对填 T, 错填 F, 每小题 2 分, 共 20 分)

1. 爱因斯坦模型比德拜模型更精确地解释了比热的低温变化 ( )
2. 玻璃液体的粘度与其热历史有关 ( )
3. 无机材料塑性差的原因是因为其晶格中滑移系统多 ( )
4. 釉层感受坯体的应力大小与其釉层厚度有关 ( )
5. 表面能发生变化在裂纹亚临界生长中起重要作用 ( )
6. 裂纹扩展方式错开型比掰开型容易 ( )
7. 介电损耗是由复介电常数的虚部决定的 ( )
8. 莫氏硬度与其压痕面积有关 ( )
9. 介质材料折射率一般随离子半径增加而增大 ( )
10. 自发极化是由外电场作用引起的 ( )

### 二、名词解释 (每个 2 分, 共 16 分)

1. 晶格滑移 ; 2. 霍尔效应 ; 3. 介电强度; 4. 铁电体;
5. 反铁磁性; 6. 热稳定性; 7. 磁致收缩; 8. 塞贝克效应

### 三、简述题 (共 20 分)

1. 说明应力分量  $\sigma_{ij}$  两个下标分别代表的意义。(4 分)
2. 什么是磁光效应? 请给出你知道的 3 种磁光效应名称。(5 分)
3. 如果要判断一种材料是否具有超导电性, 至少需要测量哪些物理参数, 请说明。(5 分)
4. 晶体材料中的 (物质) 扩散, 目前被普遍接受的微观扩散机制有哪几种? (2 分)
5. 请写出一维扩散体系的菲克 (Fick) 第一和第二定律的数学表达式, 并注明各自的适用条件。(4 分)

四、如图 1 所示的是  $\text{CaO-ZrO}_2$  相图, 已知: C = cubic, 即立方相, 如  $\text{C}_{\text{ss}}$  表示立方相固溶体; O = orthorhombic, 即正交相,  $\text{O-CaZrO}_3$  表示正交相锆酸钙;



T ss = tetragonal  $\text{ZrO}_2$ , 即四方相氧化锆; M ss = monoclinic  $\text{ZrO}_2$  solid solution, 即单斜相氧化锆;  $\Phi_1 = \text{CaZr}_4\text{O}_9$ ;  $\Phi_2 = \text{Ca}_6\text{Zr}_{19}\text{O}_{44}$ 。(每小题 5 分, 共 35 分)

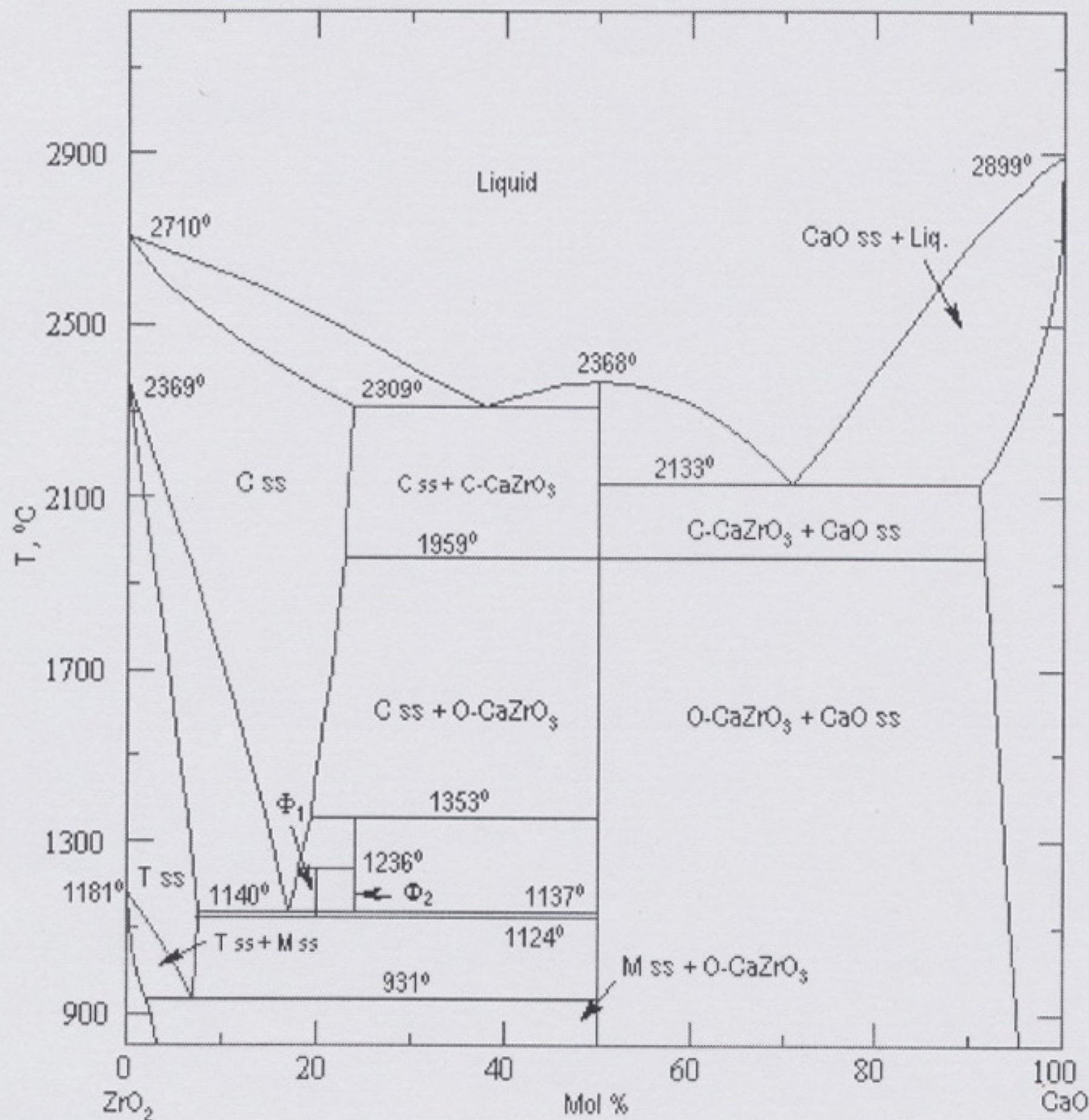


图 1.  $\text{CaO}-\text{ZrO}_2$  相图

1. 四方相氧化锆与立方相氧化锆之间的相转变温度是多少?
2. 由于氧化钙与氧化锆的物理化学性质相差较大, 所以形成中间化合物 (中间相), 指出这些中间化合物 (中间相) 的分子式。
3.  $\text{O-CaZrO}_3$  的熔点比氧化锆和氧化钙的都要低, 简述其原因。
4. 成份点为 40 Mol % ( $\text{CaO}$ ) 时, 从高温 (如  $3000^{\circ}\text{C}$ ) 平衡冷却到  $2309^{\circ}\text{C}$  时, 写出  $2309^{\circ}\text{C}$  时的相变反应 (降温)。
5. 成份点为 30 Mol % ( $\text{CaO}$ ) 时, 从高温如  $2500^{\circ}\text{C}$  平衡 (可逆) 冷却到  $1959^{\circ}\text{C}$  时, 指出  $1959^{\circ}\text{C}$  时的相变反应 (降温), 该反应结束后, 所得产物是什么。



6. 简述实验上如何制备化合物  $\text{CaZr}_4\text{O}_9$  (即 $\Phi_1$ ) ?
7. 已知单相区 C<sub>ss</sub> 的  $\text{ZrO}_2$  结构与  $\text{CaF}_2$  一样, 而  $\text{CaF}_2$  (萤石) 的结构可以这样描述: 钙离子形成面心立方紧密堆积, 氟离子填入密堆积的四面体空位中。因此在单相区 C<sub>ss</sub> 的  $\text{ZrO}_2$  中, 不存在本征氧空位, 所以单相区 C<sub>ss</sub> 的纯  $\text{ZrO}_2$  不是氧离子导体。但是往单相区 C<sub>ss</sub> 的  $\text{ZrO}_2$  中掺入  $\text{CaO}$ , 形成处于单相区 C<sub>ss</sub> 的固熔体  $(\text{ZrO}_2)_{1-x}(\text{CaO})_x$ , 则产生氧空位。请问掺杂  $x$  摩尔  $\text{CaO}$  可以生成多少摩尔的氧空位? 并写出形成空位的缺陷方程?

五、2015 年 7 月 12 日, 北京大学教授 饶毅, 本科生毕业典礼上, 做了如下的精彩演讲 (<http://www.201980.com/yanjiang/daxue/11261.html>), 其中一句话“从物理学来说, 无机的原子逆热力学第二定律出现生物是奇迹”, 你同意“无机原子到生物是逆热力学第二定律”的看法吗? 同意或不同意, 请简述你的理由。(10 分)

演讲稿如下:

在祝福裹着告诫呼啸而来的毕业季, 请原谅我不敢祝愿每一位毕业生都成功、都幸福; 因为历史不幸地记载着有人成功的代价是丧失良知, 幸福的代价是损害他人。

从物理学来说, 无机的原子逆热力学第二定律出现生物是奇迹; 从生物学来说, 按进化规律产生遗传信息指导组装人类是奇迹。

超越化学反应结果的每一位毕业生都是值得珍惜的奇迹; 超越动物欲望总和的每一位毕业生都应做自己尊重的人。

过去、现在、将来, 能够完全知道个人行为 and 思想的只有自己; 世界很多文化借助宗教信仰来指导人们生活的信念和世俗行为; 而对无神论者——也就是中国大多数人来说, 自我尊重是重要的正道。

在你们加入社会后看到各种离奇现象, 知道自己更多弱点和缺陷, 可能还遇到大灾小难后, 如何在诱惑和艰难中保持人性的尊严、赢得自己的尊重并非易事, 但却很值得。

这不是: 自恋、自大、自负、自夸、自欺、自闭、自缚、自怜; 而是: 自信、自豪、自量、自知、自省、自赎、自勉、自强。

自尊支撑自由的精神、自主的工作、自在的生活。

我祝愿: 退休之日, 你觉得职业中的自己值得尊重; 迟暮之年, 你感到生活中的自己值得尊重。

不要问我如何做到, 50 年后返校时告诉母校你如何做到: 在你所含全部原子再度按热力学第二定律回归自然之前, 它们——既经历过物性的神奇, 也产生过人性的可爱。

六、许多离子晶体材料具有尖晶石型晶体结构。(共 14 分)

1. 请以尖晶石  $\text{MgAl}_2\text{O}_4$  为例说明其中的阴阳离子在晶格中的站位方式。(5 分)
2. 如果制备  $\text{MgAl}_2\text{O}_4$  的原料是  $\text{MgO}$  和  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , 这两种原料各是什么晶体结



构？其阴阳离子的站位又如何？（4 分）

3. 根据上述结构分析，你对固相反应  $\text{MgO} + \text{Al}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{MgAl}_2\text{O}_4$  在反应动力学上可以作何预判？（5 分）

七、在没有重力、电场力等影响的条件下，晶体材料中的物质扩散，大多数都是沿物质浓度降低的方向进行（即：“下坡扩散”），但有时也可观察到沿物质浓度升高的方向进行（即：“上坡扩散”）。请予以论证和解释（假定为一维扩散体系）。（10 分）

八、在  $800^\circ\text{C}$  和空气气氛条件下，实验测量钙钛矿结构的  $\text{LaCrO}_3$  和  $\text{LaCoO}_3$  的电导率很低（近似为绝缘体料）。当对  $\text{LaCrO}_3$  和  $\text{LaCoO}_3$  实施 A-位部分低价 Sr 取代掺杂（Sr 部分取代 La）后，例如： $\text{LaCrO}_3$  掺杂得到  $\text{La}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{CrO}_3$ ， $\text{LaCoO}_3$  掺杂得到  $\text{La}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{CoO}_3$ ，这时在进行相关电性能实验测量发现， $\text{La}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{CrO}_3$  的电子电导率明显提高，离子电导率依然几乎为零；而  $\text{La}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{CoO}_3$  不但电子电导率明显提高，而且表现出较高的氧离子电导性。请根据上述实验结果，提出你的解释（必要时需写出反应方程式）。（10 分）

九、你知道有哪些碳材料？请说出它们的结构、性质和相关的应用。（15 分）