

中国科学技术大学

2015 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 30 分)

1. 位错的攀移比滑移容易 ()
2. 裂纹扩展时弹性应变能释放率 G 要小于断裂表面能 γ ()
3. ZrO_2 增韧原理是利用其受应力相变时体积收缩的现象 ()
4. 材料的折射率随其介电常数的增大而增大 ()
5. 材料孔隙率增大有利于热传导 ()
6. 材料的弯曲强度一般大于其拉伸强度 ()
7. 塑性形变与形变速率无关 ()
8. 金属胶体的颜色与胶体粒子的大小有关 ()
9. 韦伯模数与材料的均匀与否无关 ()
10. 短纤维增强复合材料对纤维尺寸无要求 ()
11. 低温时材料电子热容按 T^3 趋于零 ()
12. 铁电体都具有压电效应 ()
13. 釉层感受坯体的应力与釉层厚度有关 ()
14. 马氏体转变不涉及原子扩散 ()
15. 石英玻璃的热稳定性不好 ()

二、填空题 (每空 2 分, 共 30 分)

1. 电导的物理本质是载流子在电场作用下做_____迁移运动形成电流, 它可以分为_____电导和_____电导两大类。
2. 电子电导具有_____效应, 离子电导具有_____效应。
3. 超导体的特性是零电阻和_____抗磁性 (Meissner 效应), 它的三个重要性能指标分别是: _____、_____和_____。
4. 电介质的极化机制主要有: _____、_____、_____, 其极化形式分为位移极化和松弛极化。
5. 物质的磁性通常分为_____、_____、_____和反铁磁性。

三、(共 10 分) 碳的同素异形体包括石墨、金刚石、纳米碳管、石墨烯、C60 等。已知金刚石和石墨在 298.15K 时的标准摩尔生成自由能分别为 2.87 kJ mol^{-1} 和 0 kJ mol^{-1} 。试问

- (1) 在 298.15 K 和 压力下, 石墨和金刚石哪一个较为稳定; (5 分)
- (2) 设计一个实验, 比较石墨、金刚石、纳米碳管、石墨烯、C60 等的热力学稳定性。(5 分)

四、(共 25 分) 据新浪新闻报道, 陈光标 (2014 年) 8 月 25 日 20 点 10 分发布微博, 公布了冰桶挑战的照片。从照片上看, 陈光标曾头顶冰块双眼紧闭 (冰水从头往下淋), 全身浸没在飘满冰块的水桶中, 仅露出眼耳鼻。此外, 另有一仪表插入水桶中。该微博称, “标哥今天再次向全社会宣布冰桶挑战一锤定音到此结束! 要跟着标哥玩中国慈善的创新, 温度表现在显示约零下 20 度。”

(http://news.xinhuanet.com/overseas/2014-08/26/c_126916636.htm)

- (1) 请根据水的相图 (图 1) (仅根据相图) 阐述 “约零下 20 度 (摄氏度)” 的可靠性;
- (2) 如果 “约零下 20 度” 是可靠的, 假设是零下 18 度。如何获得零下 18 度的冰水混合物, 并用相图示意;
- (3) 鉴于新闻没有报道水的成分, 假设是纯水, 在零下 18 度的纯水作用下, 挑战者的下场是什么 (根据相图回答)?

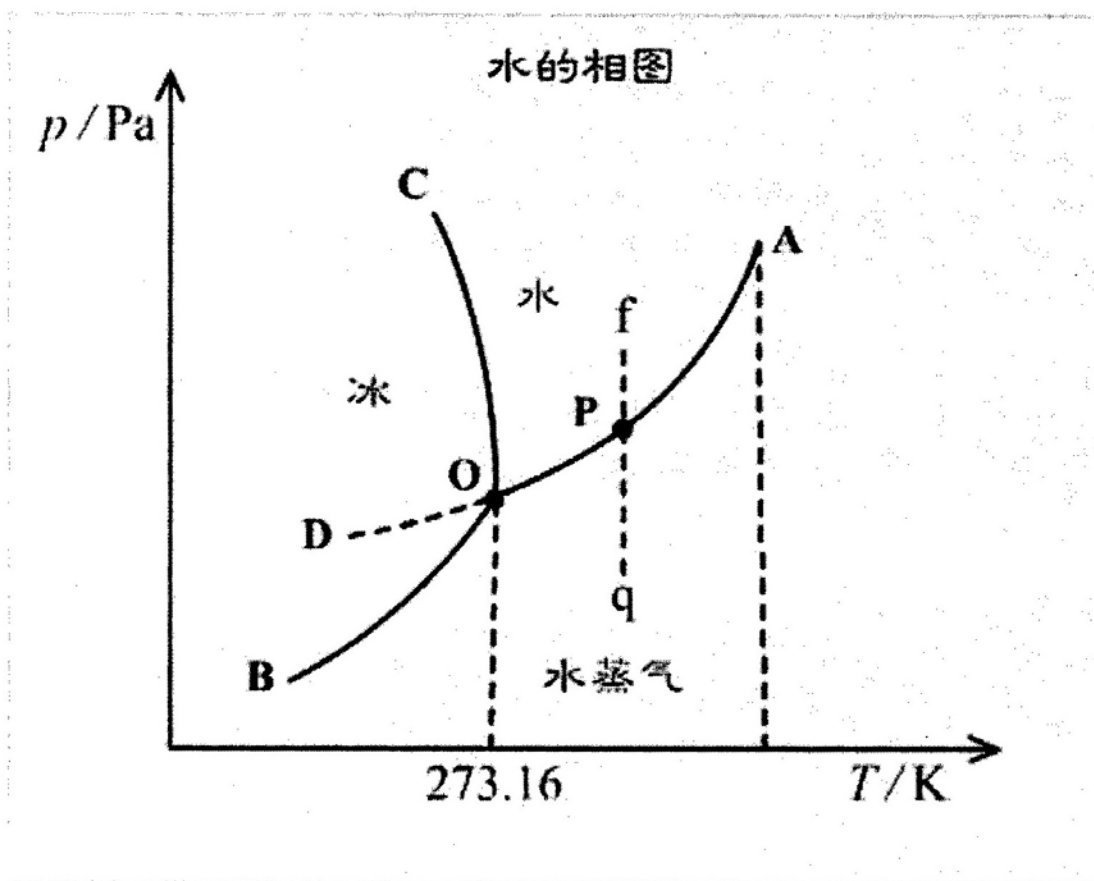


图 1. 水的相图

五、(共 20 分) 图 2 是具有一个不稳定二元化合物 D 的三元体系相图。请根据相图回答下列问题。

- (1) 试给出组成为 M_1, M_2 平衡冷却的结晶过程, M_1 在 AD 上, M_2 不在 AD 上。(指出反应名称、液相组成变化路径和最终固相组成);
- (2) 根据三元相图, 作出 BC 的二元相图(定性)。

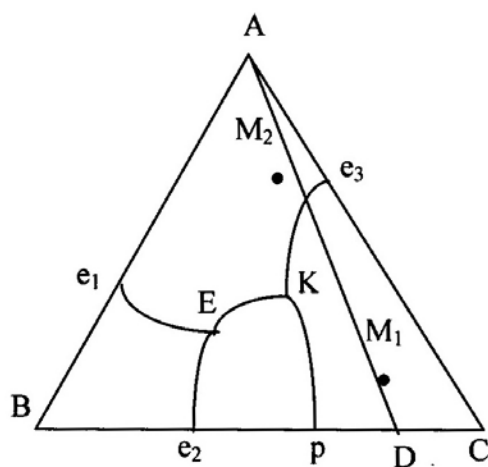


图 2 三元相图示意图

六、致密 ZrO_2 陶瓷弹性模量约为 $E=400\text{GPa}$ ，如你制备的 ZrO_2 陶瓷中含有 5% 的闭气孔，请估算其弹性模量。（共 10 分，写出公式给 5 分，计算正确再给 5 分）

七、许多功能材料具有钙钛矿型晶体结构。请画出立方钙钛矿型结构复合氧化物 ABO_3 的单胞结构（A-单胞或 B-单胞）。（5 分）

八、 800°C 实验测得 8mol% Y_2O_3 掺杂稳定的立方 ZrO_2 ($\text{Zr}_{0.84}\text{Y}_{0.16}\text{O}_{1.94}$) 的氧离子电导率为 0.02 S/cm 。请计算这时 $\text{Zr}_{0.84}\text{Y}_{0.16}\text{O}_{1.94}$ 材料中氧离子的扩散系数。已知：立方 $\text{Zr}_{0.84}\text{Y}_{0.16}\text{O}_{1.94}$ 晶胞参数 $a = 0.5095\text{nm}$ ，电子电量 $e = 1.602 \times 10^{-19}\text{C}$ ，玻尔兹曼常数 $k = 1.83 \times 10^{-23}\text{ J K}^{-1}$ 。（10 分）

九、什么是高温超导材料？试举出一种你所知道的高温超导材料，并给出一种可能的制备方法（需简要描述制备路线）。（10 分）