

中国海洋大学 2020 年硕士研究生招生考试试题

科目代码： 925

科目名称： 材料科学基础

一、填空题(每空 1 分，共 30 分)

1. 铂的原子序数为 78，它在 5d 亚层中有____个电子，有____个成单轨道。
2. 在三种典型的金属晶体结构中，通过观察可以发现面心立方结构中的____晶面和密排六方结构中的____晶面上的原子排列情况完全相同。
3. 依据正负离子半径比，负离子配位多面体的形状通常有哑铃状、三角形、____、____、____等。
4. 按照硅氧四面体在空间的组合情况，一般可以把硅酸盐结构分成孤岛状、组群状、____、____、和____五种类型。
5. 晶体中常见的两种基本热缺陷是弗仑克尔缺陷和____缺陷。
6. 两个不全位错夹一片层错的位错称为____位错。
7. 多晶材料的扩散物质可沿三种不同路径进行，即____扩散、____扩散和表面扩散，其中扩散系数最大的是____扩散。
8. 在扩散系数表达式 $D = D_0 \exp(-\frac{Q}{RT})$ 中，Q 是_____。
9. 回复阶段的加热温度不同，冷变形金属的回复机制各异。低温时，回复主要与____的迁移有关；加热温度稍高时，回复的机制主要与位错的____有关；高温时，刃型位错可获得足够的能量产生____，形成多边化结构。
10. 固溶体晶体的生长状态与成分过冷关系密切，随着过冷度的增大，固溶体晶体由平面状向胞状、____状的形态发展。
11. 在二元系合金相图共晶、包晶、匀晶反应中，能够产生枝晶偏析的是____反应/转变。
12. 相律表达式 $f = c - p + 2$ 中，f、c、p 分别是自由度、____、____，“2”代表温度和____这两个影响系统平衡的外界因素。
13. 铁-碳合金中共有五种不同形态的渗碳体，它们分别是____、____、____、____和_____。

特别提醒：答案必须写在答题纸上，若写在试卷或草稿纸上无效。

14. 单组元凝固时产生临界晶核半径的大小主要取决于_____。

二、判断题（判断对错。每小题 1 分，共 10 分）

1. 范德瓦耳斯力没有方向性和饱和性。()
2. 晶向族中的各个晶向都相互平行、方向一致。()
3. 通常，低指数的面间距较小，高指数的面间距较大。()
4. 刃位错线周围的点阵中既有正应变又有切应变，而螺位错线周围的点阵只有切应变而无正应变。()
5. 材料受力时总是先发生弹性变形，然后才发生塑性变形。()
6. 晶体缺陷可影响晶体的物理和化学性质，但不会影响发生在晶体中的扩散、烧结、化学反应等过程。()
7. 稳定扩散可直接用 Fick 第二定律解决。()
8. 晶体凝固的热力学条件表明，实际凝固温度在熔点处，因此凝固不需要过冷度。()
9. 结晶过程包括成核和生长，所以结晶速率是由成核速率和长大速率共同决定的。()
10. 低碳钢渗碳处理时，一般都在 950 °C 的高温下进行，这是因为此时碳原子的活动能力强，有利于扩散的快速进行。()

三、简答题（共 6 题，共 40 分）

- 1、写出面心立方结构金属的密排面的晶面指数、画出密排面上原子的具体排列情况，并分别在晶胞中标出所有八面体间隙和四面体间隙的位置。(8 分)
- 2、什么是固溶体？影响固溶度的原因有哪些？固溶体与纯组元相比，其结构、力学性能和物理性能发生了哪些变化？(8 分)
- 3、请列举晶界的特性并进行简单描述。(6 分)
- 4、什么是单滑移、多滑移、交滑移？三者滑移线的形貌各有什么特征？(6 分)
- 5、在一定的过冷度下，液态金属在凝固过程中发生均匀形核时，形成临界晶核时的自由能是增高的($\Delta G^* > 0$)，请解释为什么此时仍能实现液态金属的凝固。(6 分)
- 6、试论晶粒尺寸对材料性能的影响，并根据凝固理论阐述细化晶粒的基本途径。(6 分)

特别提醒：答案必须写在答题纸上，若写在试卷或草稿纸上无效。

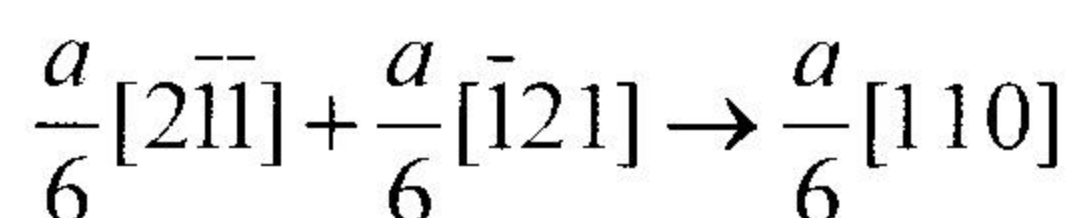
四、计算题 (12 分)

有两种激活能分别为 $Q_1=83.7 \text{ kJ/mol}$ 和 $Q_2=251 \text{ kJ/mol}$ 的扩散反应。说明温度从 25°C 升高到 600°C 时对这两种扩散的影响，并对结果做出评述。

五、物质结构分析题 (30 分)

1. 针对面心立方晶体，回答下列问题：

(1) 判断下列位错反应能否进行。(6 分)



(2) 若两个扩展位错的领先位错发生上述反应，会对面心立方金属性能有何影响？(3 分)

(3) 若单晶体铜的表面恰好为 $\{100\}$ 晶面，假设晶体可以在各个滑移系上滑移，说明表面上可以见到的滑移线形貌。若单晶体表面为 $\{111\}$ 面时表面上可以见到的滑移线形貌又是什么？(4 分)

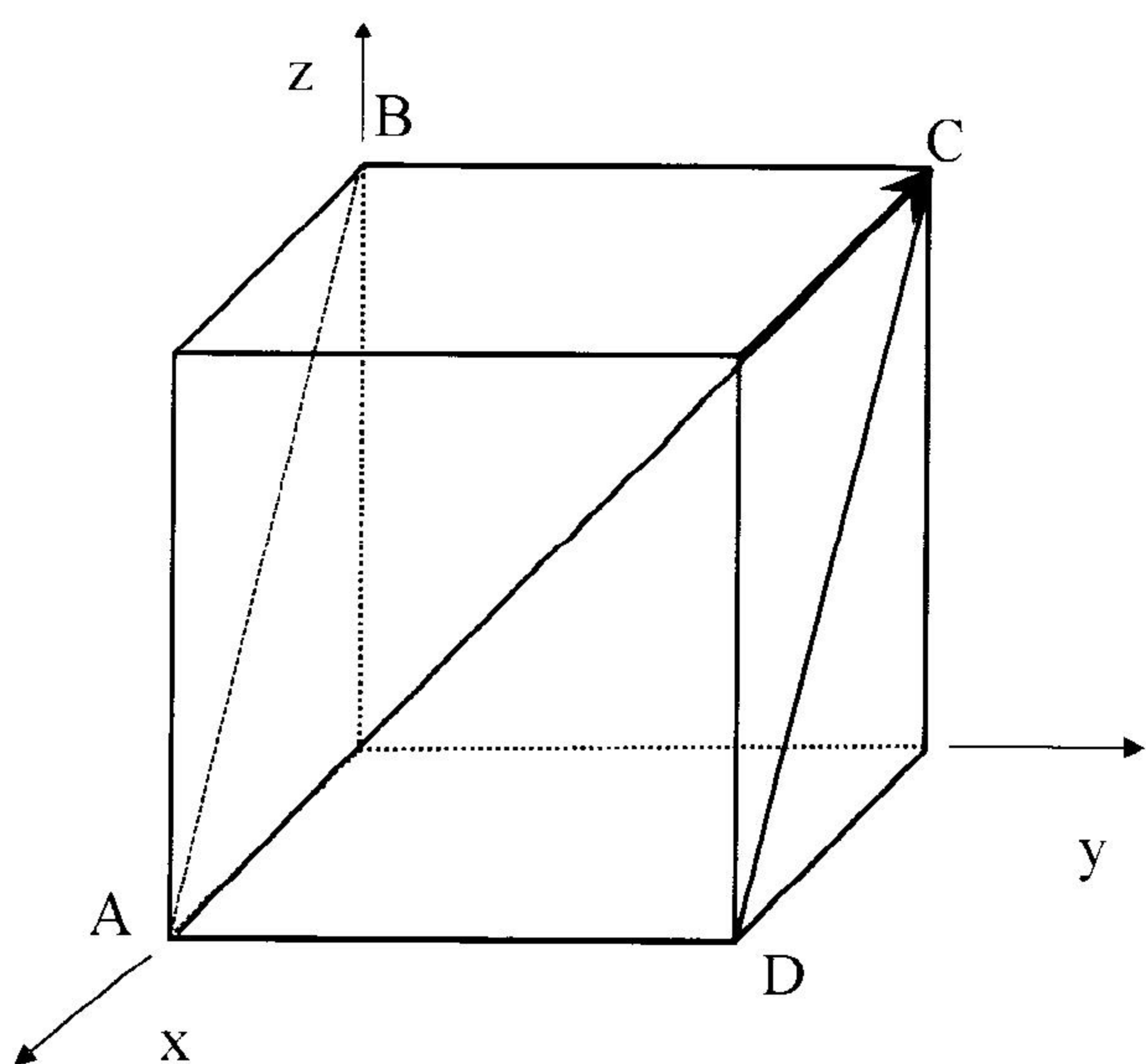
2. 已知如下图所示的边长为 a 的立方晶胞中，ABCD 晶面及 AC 晶向是晶体的一个滑移系。回答下列问题：

(1) 写出 ABCD 晶面及 AC 晶向的米勒指数，并计算 ABCD 晶面的面间距。(6 分)

(2) 写出该晶体属于哪种布拉维格子，该晶体晶胞内原子数、配位数、致密度是多少？(5 分)

(3) 当 ABCD 晶面及 AC 晶向组成的滑移系首先开动后，若晶体发生交滑移，写出可能的交滑移系。(2 分)

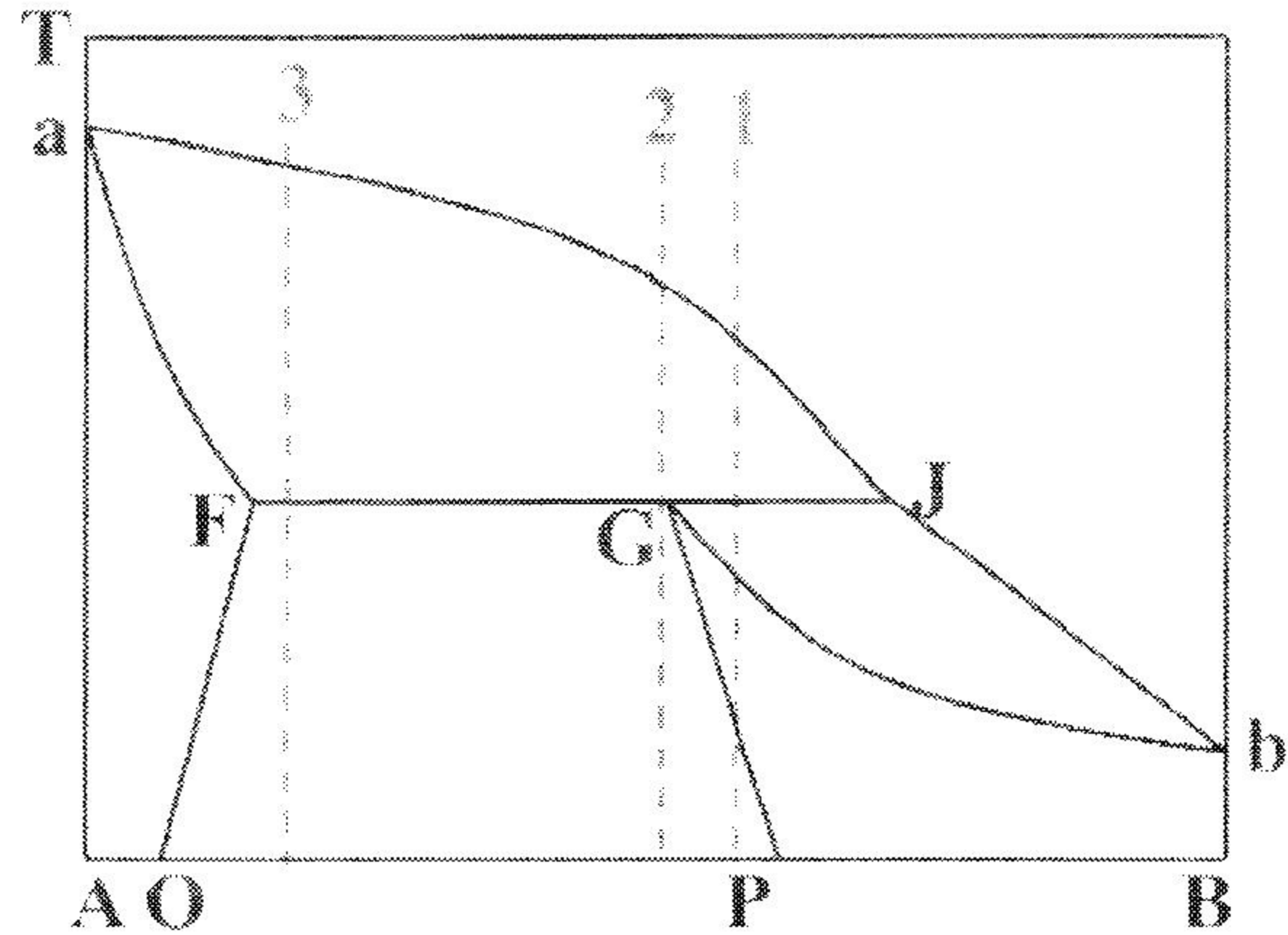
(4) 当作用在 ABCD 晶面及 AC 晶向组成的滑移系的临界分切力为 60 MPa ，试问在 $[001]$ 和 $[010]$ 方向必须施加多少的应力才会发生滑移？(4 分)



特别提醒：答案必须写在答题纸上，若写在试卷或草稿纸上无效。

六、相图题：(28分)

1、下图为具有包晶转变的二元系统相图示意图，其中B在A中形成的固溶体为 α ，A在B中形成的固溶体为 β ，回答下列问题。(14分)



(1)指出相图中的相区有几个，分别是什么？(6分)

(2)描述合金点1的平衡凝固过程。(4分)

(3)与合金点1相比，指出合金点2和3在平衡凝固过程中的相变化有什么不同。(4分)

2、Fe-Fe₃C相图分析(14分)

(1)画出Fe-Fe₃C相图。(4分)

(2)某碳钢在平衡冷却条件下所得的显微组织中，含有50%的珠光体和50%的铁素体，求出该合金中含碳质量分数是多少？分析该合金的平衡冷却过程并画出冷却曲线。(6分)

(3)将(2)中的合金加热到730 °C，在平衡条件下将获得什么组织？若加热到850 °C，又将得到什么平衡组织？(4分)

特别提醒：答案必须写在答题纸上，若写在试卷或草稿纸上无效。