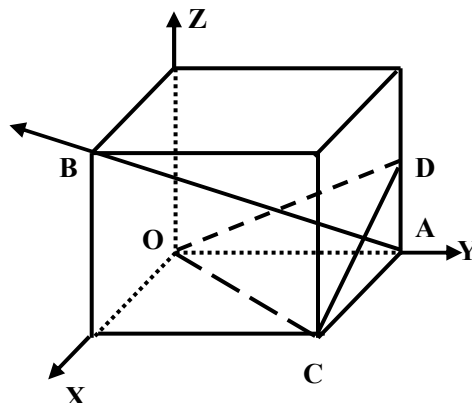


一、填空题（每空 0.5 分，共 30 分）

1. 常见的金属晶体结构类型是\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_。  
Al 的晶体结构是\_\_\_\_\_，它的致密度为\_\_\_\_\_。该晶格原子密度最大的晶面是{\_\_\_\_\_}，在晶格中有\_\_\_\_\_个，在该晶面上原子密度最大的晶向是<\_\_\_\_\_>，有\_\_\_\_\_个，因此其滑移系数为\_\_\_\_\_。

2. 右图为一立方晶胞，A、B、C 为顶点，  
D 为棱边中点，AB 的晶向指数为  
[\_\_\_\_\_]，OCD 的晶面指数为  
(\_\_\_\_\_)。



3. 晶体缺陷按几何形态，可分为三大类：\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_和面缺陷，其中面缺陷主要有\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_。
4. 金属结晶时，\_\_\_\_\_是必要条件；而\_\_\_\_\_是晶核的形成和长大的驱动力。
5. 二元合金相图中最多可有\_\_\_\_\_个相平衡共存，在相图中表现为\_\_\_\_\_线。  
二元合金相图中常见的恒温转变包括\_\_\_\_\_转变、\_\_\_\_\_转变和\_\_\_\_\_转变。
6. 合金的基本强化方式包括\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_等。
7. 合金中的基本相结构，有\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_两类，后者如  $\text{Fe}_3\text{C}$ 。
8. 金属塑性变形大多数情况下是以 \_\_\_\_\_ 的方式进行的，这种方式的实质是

- \_\_\_\_\_的运动而造成的。
9. 铁碳合金按其碳的质量分数及室温平衡组织分为三大类, 即\_\_\_\_、\_\_\_\_和\_\_\_\_。其中\_\_\_\_\_室温平衡组织为铁素体加少量三次渗碳体。
10. 除 Co 外, 大多数合金元素溶入奥氏体后, 总是不同程度地使“C”曲线向\_\_\_\_移动, 使钢临界冷却速度  $V_k$ \_\_\_\_\_, 淬透性\_\_\_\_\_。
11. 共析钢奥氏体的形成是由\_\_\_\_、\_\_\_\_、\_\_\_\_和\_\_\_\_四个基本过程组成的。
12. 纯铁的同素异构转变表达式填空:
- $$\delta\text{-Fe} \xrightarrow{1394^\circ\text{C}} \gamma\text{-Fe} \xrightarrow{912^\circ\text{C}} \alpha\text{-Fe}$$
- 晶格类型: [\_\_\_\_] [\_\_\_\_] [\_\_\_\_]
13. 高速钢淬火后需经\_\_\_\_\_℃\_\_\_\_\_次回火, 回火后其组织由\_\_\_\_\_构成, 其性能具有\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_和高的红硬性。
14. 合金元素 Ti 在 1Cr18Ni9Ti 钢中的主要作用是\_\_\_\_\_, 而在 20CrMnTi 中的主要作用是\_\_\_\_\_。
15. HT200、QT450-5、RuT400、KTZ400-03 四种铸铁的石墨形态分别是\_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_。其中热处理对于型号为\_\_\_\_\_的铸铁的性能提高作用最大。
16. 硬铝合金的热处理强化, 是先进行\_\_\_\_\_处理, 得到\_\_\_\_\_组织, 这时强度仍较低, 接着经\_\_\_\_\_处理, 强度、硬度才明显提高。

## 二、选择题 (每小题 1 分, 共 20 分)

1. 根据滑移系的数目, 具有三种典型晶体结构金属的塑性好坏顺序一般是\_\_\_\_\_。
- A. 体心立方>面心立方>密排六方

- B. 面心立方>体心立方>密排六方  
C. 密排六方>体心立方>面心立方
2. 符号  $\{h\ k\ l\}$  表示\_\_\_\_\_。
- A. 晶面族                  B. 晶面                  C. 晶向族                  D. 晶向
3. 变形金属加热时发生的再结晶过程是一个新晶粒代替旧晶粒的过程，这种新晶粒的晶体结构\_\_\_\_\_。
- A. 与变形前的金属相同                  B. 与变形后的金属相同  
C. 形成新的晶体结构
4. 一根弯曲的位错线，\_\_\_\_\_。
- A. 具有唯一的位错类型                  B. 具有唯一的柏氏矢量  
C. 位错类型和柏氏矢量处处相同
5. 金属结晶后晶粒大小取决于结晶时的形核率  $N$  和长大速度  $G$ ，要细化晶粒必须\_\_\_\_\_。
- A. 增大  $N$  和  $G$                   B. 增大  $N$ 、降低  $G$                   C. 降低  $N$ 、增大  $G$
6. 间隙固体中原子扩散机制为\_\_\_\_\_。
- A. 换位扩散机制                  B. 空位扩散机制                  C. 间隙扩散机制
7. 为了保证精密工件尺寸的长期稳定性，通常进行冷处理，其目的是为了消除\_\_\_\_\_。
- A. 应力                  B. 成分偏析                  C. 残余奥氏体
8. 以 60Si2Mn 钢制造的弹簧，淬火后经 450°C 回火获得\_\_\_\_\_组织，从而具有高弹性极限。
- A. 回火马氏体                  B. 回火托氏体                  C. 回火索氏体
9. 有两件 T12 钢制冷冲模具，第一件以  $A_{c1}+40^{\circ}\text{C}$  加热后水冷淬火，第二件以  $A_{cm}+40^{\circ}\text{C}$  加热后水冷淬火，硬度较高的是\_\_\_\_\_。
- A. 第一件                  B. 第二件                  C. 两件都一样
10. 马氏体片的粗细，主要取决于\_\_\_\_\_。

- A. 淬火冷却速度      B. 母相奥氏体的晶粒度      C. Ms 点的高低
11. 下贝氏体比上贝氏体强韧性好, 主要是由于\_\_\_\_\_不同。
- A.  $\text{Fe}_3\text{C}$  形态与分布      B.  $\text{Fe}_3\text{C}$  与 F 的片层间距      C. 亚结构
12. 钢感应加热表面淬火的淬硬层深度, 主要取决于\_\_\_\_\_。
- A. 钢的含碳量      B. 冷却介质的冷却能力
- C. 感应电流频率      D. 感应电流电压
13. 有一过共析钢工件, 淬火后组织为粗针马氏体+大量残余奥氏体, 硬度、韧性、耐磨性偏低, 其最可能的原因是\_\_\_\_\_。
- A. 淬火冷却速度过慢      B. 加热温度过高, 超过了  $A_{cm}$
- C. 加热时间不足, 奥氏体未均匀化
14. 碳素工具钢和低合金刀具钢的预先热处理宜采用\_\_\_\_\_。
- A. 球化退火      B. 完全退火      C. 调质      D. 正火
15. 关于离异共晶, 错误的说法是\_\_\_\_\_。
- A. 略小于极限溶解度的合金, 在快冷条件下, 将会出现离异共晶
- B. 离共晶点很远的亚共晶合金, 在慢冷条件下, 将会出现离异共晶
- C. 在先共晶相数量甚少而共晶组织较多的情况下, 容易出现离异共晶
16. 大多数机械零件的热处理技术要求只标注\_\_\_\_\_。
- A. 硬度指标      B. 强度指标      C. 塑性指标
17. 钢的晶粒大小, 主要取决于\_\_\_\_\_。
- A. 奥氏体化的温度      B. 奥氏体化后的冷却速度      C. 奥氏体成分的均匀程度
18. 有一  $\text{Cr12MoV}$  钢制的模具, 淬火后发现硬度较低 (HRC50 左右), 但经  $510^\circ\text{C}$  回火后, 硬度升至 HRC61, 可能的原因是\_\_\_\_\_。
- A. 淬火时冷却速度小于  $V_{\text{临}}$       B. 淬火温度较高, 产生二次硬化
- C. 淬火温度偏低
19. 在室温平衡状态下, 钢的力学性能主要受\_\_\_\_\_的数量、形态和分布所影响。

A. 渗碳体      B. 铁素体      C. 奥氏体

20. T12 与 20CrMnTi 钢相比:

- A. 淬透性低而淬硬性高些      B. 淬透性高而淬硬性低些  
C. 淬透性高, 淬硬性也高      D. 淬透性低, 淬硬性也低些

**三、判断题 (正确用“√”, 错误用“×”表示。每小题 1 分, 共 15 分)**

- ( ) 1. 在立方晶系中, 晶向 $[123]$ 与晶面 $(123)$ 互相垂直。
- ( ) 2. Cr12 钢和 1Cr13 钢成分及性能相近, 因此可以互相代用。
- ( ) 3. 为了避免焊接构件的变形和开裂, 焊接用钢不应选用淬透性高的钢。
- ( ) 4. 金属结晶时过冷度越大, 结晶后晶粒越粗。
- ( ) 5. 除 Co 和 Al 外, 大多数合金元素总是不同程度地升高钢的  $M_s$  点, 从而可降低钢淬火后的残余奥氏体量。
- ( ) 6. 间隙原子的扩散激活能比置换原子的小, 所以扩散速度比较快。
- ( ) 7. 冲压杯状零件时出现“制耳”现象是由于用了有“织构”的板材。
- ( ) 8. 平衡状态的铁碳二元合金在室温下都是由  $F+Fe_3C$  两个基本相组成, 含碳量不同, 只是这两个相的数量、形态和分布不同而已。
- ( ) 9. 钢的品质, 主要依据杂质含量来评价。
- ( ) 10. 两元素形成间隙固溶体时, 只要晶格类型相同, 原子直径相近, 就可以形成无限固溶体。
- ( ) 11. 淬火马氏体在回火时出现的第一类回火脆性, 既不能用热处理, 也不能用合金化加以消除。
- ( ) 12. 要求有较好塑性的铜导线, 冷拔之后应进行回复退火。
- ( ) 13. Cu-Zn 合金一般称为黄铜, 而 Cu-Sn 合金一般称为青铜。
- ( ) 14. 因为  $\alpha$ -Fe 的致密度比  $\gamma$ -Fe 的小, 即  $\alpha$ -Fe 的晶格内总间隙比  $\gamma$ -Fe 的大, 所以当 C 进入 Fe 形成固溶体时,  $\alpha$ -Fe 的溶碳能力肯定比  $\gamma$ -Fe 大。
- ( ) 15. 一个位错, 如果其位错线与柏氏矢量垂直就是刃型位错, 与柏氏矢量平

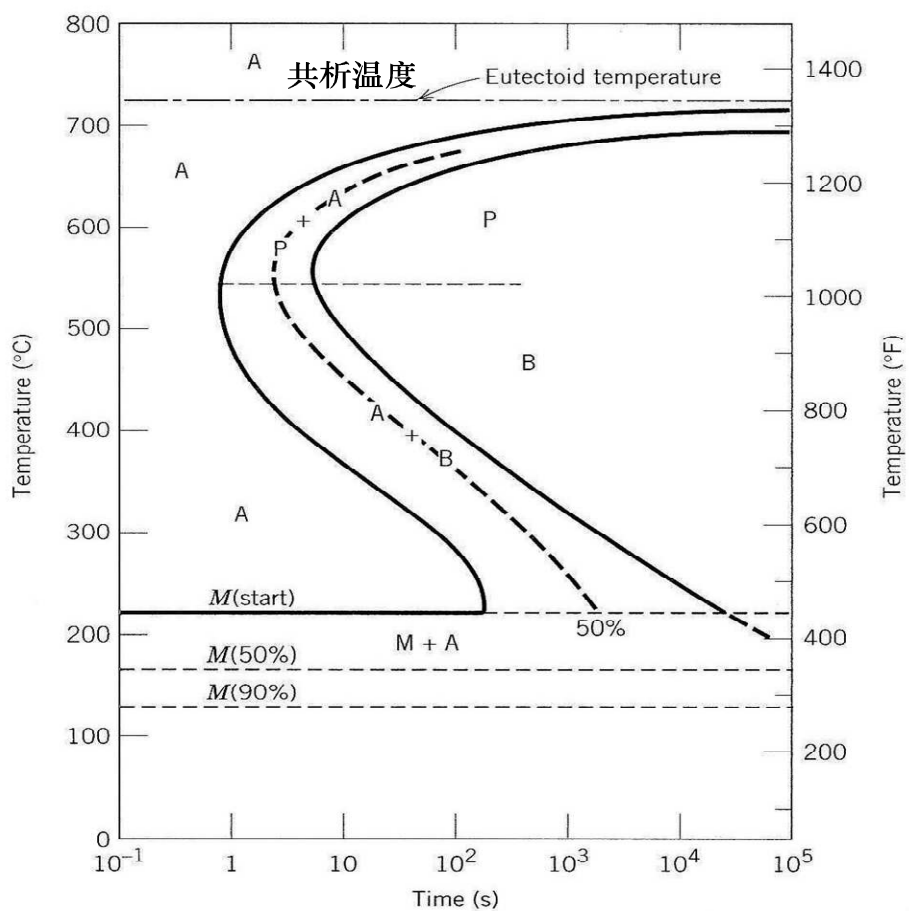
行就是螺型位错。

#### 四、简答题（每小题 6 分, 共 30 分）

1. 试简述马氏体转变和珠光体转变之间的主要不同之处。
2. 简述为什么锡、铅、锌等金属在室温下（ $\sim 22^{\circ}\text{C}$ ）变形时不存在应变硬化现象。（锡、铅、锌的熔点分别为  $232^{\circ}\text{C}$ 、 $327^{\circ}\text{C}$ 、 $420^{\circ}\text{C}$ ）。
3. 在陶瓷材料中会发生再结晶过程吗？为什么？
4. 简述为什么铁素体不锈钢和奥氏体不锈钢无法进行热处理强化。
5. 在铁碳相图中有四条重要线，请说明这些线上所发生的转变并指出生成物（如 HJB 水平线，冷却时发生包晶转变， $L_B + \delta_H \xrightarrow{1495^{\circ}\text{C}} \gamma_J$ ，生成 J 点成分的  $\gamma$  相）。  
ECF 水平线，\_\_\_\_\_；  
PSK 水平线，\_\_\_\_\_；  
ES 线，\_\_\_\_\_；  
GS 线，\_\_\_\_\_。

#### 五、分析、论述题（55 分）

1. Fe-C 合金（钢）根据热处理工艺的不同而具有不同的组织特征，通常有三种典型的组织，试述将钢奥氏体化后如何采用不同的热处理（主要冷却工艺）以获得上述不同的典型组织，并总结出相应的规律。（15 分）
2. 含碳量为 0.65%、重量为 2.5 公斤的 Fe-C 合金从奥氏体温度冷却至  $727^{\circ}\text{C}$  以下，试回答以下问题：（a）先共析相为何种结构的组织？（b）铁素体和渗碳体各自的总析出量是多少？（c）珠光体和先共析相各自的总析出量是多少？（d）示意画出最终的显微组织图。（计算结果只保留小数点后两位）（8 分）
3. 下图为某共析钢（Fe-C）的等温转变图，A 表示奥氏体，B 表示贝氏体，M 表示马氏体，P 表示珠光体。试在图中示意画出从共析温度冷却以获得近似 100% 细小珠光体组织的冷却曲线，并说明原因。（8 分）



4. 某小工件由共析钢 (Fe-C) 制造, 该钢的等温转变图如上 (题 3 图) 所示; 假定该工件已充分保温而完全奥氏体化并从 760°C 开始冷却, 试确定该工件按下述三种冷却方式处理后的显微组织特征 (室温下为何种组织), 并阐述原因: (9 分)
- (a) 快冷至 350°C, 保温 10000 秒, 然后淬火至室温;
  - (b) 快冷至 250°C, 保温 100 秒, 然后淬火至室温;
  - (c) 快冷至 650°C, 保温 20 秒, 再快冷至 400°C 后保温 1000 秒, 最后淬火至室温。
- (注意: 上面等温转变图的时间坐标为对数)

5. 某制造商生产摩擦压力机大型主轴，尺寸  $\Phi 420 \times 4500$ （直径  $\times$  长度，单位： $mm$ ），4 线螺杆，重量 4.75 吨。要求主轴表面高硬度、耐磨性好，而心部具有良好的综合力学性能。材料供应商提供的钢材如下：45 钢、40Cr、20CrMnTi、35CrMo、20CrMo、42CrMo 和 35CrNi。请根据上述的主轴性能要求，为该制造商提出制造方案，方案内容应包括：①选用何种材料；②制订加工工艺路线；③指出各道热处理工序的作用，并说明主轴最终组织状态；④如果你选用的材料因尺寸原因不能用，能选用哪种钢代替？（15 分）