

扬州大学

2020 年硕士研究生招生考试初试试题 (A 卷)

科目代码 827 科目名称 材料科学基础

满分 150

注意：① 认真阅读答题纸上的注意事项；② 所有答案必须写在答题纸上，写在本试题纸或草稿纸上均无效；③ 本试题纸须随答题纸一起装入试题袋中交回！

一、单项选择填空题（在所给定的选项中选择最合适的字母填写至答题纸的相应位置，每小题 3 分，共 10 题，合计 30 分）

1. 材料按照发展状态可分为新材料与传统材料。以下关于传统材料与新材料的描述不正确的是 ①。
A. 新材料与传统材料之间并无明显的界限，它们之间随着技术的发展可相互动态转化；
B. 传统材料是发展业已成熟，工业批量生产，并大量应用的一类材料；
C. 新材料代表了材料发展趋势，性能上往往全面超越传统材料，理应优先发展新材料。
2. 固体材料从液相凝固结晶一般经历 ② 过程。液相体系中过冷度的存在，可使得液相状态达到凝固结晶的临界条件，从而使得固相从液相母相中结晶出来。
A. 形核-长大； B. 扩散-长大； C. 相变-扩散
3. 作为高分子的一个重要的特征温度，玻璃化转变温度是指高分子的 ③ 从启动至自由运动的转变过程所对应的特征温度。
A. 共价键； B. 链段； C. 分子链
4. 从合成与加工难度来看，适应于制造物美价廉的塑料制品，配方中选择高分子化合物分子量大小及分子量分布应在满足性能要求的前提下，一般遵循 ④ 的原则。
A. 分子量小、分布宽； B. 分子量小、分布窄； C. 分子量大、分布宽
5. 无机非金属材料成型工艺一般包括粉末化 (P)、热处理 (H)、成型 (F) 等主要工序。对于传统陶瓷材料，一般按先后的工序组合为 ⑤。
A. P-F-H； B. P-H-F； C. H-P-H-P
6. 玻璃以 Si-O 四面体及桥氧结构为基础，形成无定形网络结构。玻璃配方中加入 Na₂O 主要作为 ⑥，降低玻璃液的粘度。
A. 网络破坏体； B. 网络生成体； C. 网络中间体
7. 金属固溶强化是提升金属材料强度的有效方法之一，这是由于固溶元素对于金属中位错的滑移起到了阻碍作用。从这个角度而言，间隙元素固溶强化的效果一般 ⑦ 置换式固溶元素的强化效果。
A. 小于； B. 相近于； C. 大于
8. 随着碳钢中含碳量的提高，碳钢的硬度、强度增加，但其塑性降低，故而，对于调节碳钢的综合力学性能，控制碳钢中碳含量是至关重要的一个方面。一般而言，中碳钢的含碳量控制在 ⑧。
A. 0.25%以上； B. 0.25%至 0.60%； C. 0.60%以上
9. 增强型复合材料一般由 ⑨ 等几个部分组成，通过复合以获得单一材料不具有优异力学性能。
A. 增强体、基体； B. 填充体、基体； C. 增强体、界面、基体
10. 追求高比强度是增强型复合材料一个重要目标。在选择高分子复合材料增强体时，以下常见纤维材料中一般不作为其增强体的是 ⑩。
A. 铜丝纤维； B. 玻璃纤维； C. 芳纶纤维

二、判断说明题（判断正确与否，并简单说明理由。每小题 4 分，共 5 题，合计 20 分）

1. 材料的性能很大程度上取决于材料中的缺陷结构，常见材料缺陷形式包括点缺陷、线缺陷、面缺陷以及堆垛缺陷等。
2. 高分子化合物是以共价键键联、分子量过万的纯净物。由于分子量大，分子链与链之间的相互作用力增加，可与化学键媲美，故而，高分子化合物一般没有气态。
3. 陶瓷烧成是经过干燥的坯体进行高温煅烧，通过一系列物理化学变化，形成预期的矿物组成和显微结构，从而达到固定外形并获得所预期的性能的过程。
4. 金属焊接是将两个分离的固态金属借助于原子间结合力实现连接的方法，其本质是在能量作用下分离的固态金属间进行表面扩散、形成键合的过程。
5. 通过增强体表面修饰，促进增强体与基体之间化学反应键合，大幅度提升增强体与基体之间界面结合强度，可有效地发挥增强体在基体中的作用。

三、简答题（简要回答所述问题，每小题 8 分，共 10 题，合计 80 分）

1. 钢铁、水泥、橡胶是材料行业中消耗资源和能源的大户，也是重污染的代表。基于“材料环”的基本观点，钢铁、水泥、橡胶生产企业适应国家绿色发展战略，提升自身竞争力的出路大体有哪些？
2. 基于金属和高分子材料的键合结构特点，结合材料电导率 $\sigma = nq\mu$ （其中 n 为载流子浓度， q 为载流子带电电荷数， μ 为载流子的迁移率），讨论金属和高分子材料在导电性上通常存在哪些差异？
3. 简述悬浮聚合和乳液聚合这两种不同的高分子聚合反应实施方式在配方体系、聚合方法以及产物组成上的特点与差异？
4. 简述高分子加工成型过程中通常实现哪三种变化？在加工成型实现这三个变化的过程中如何考虑高分子粘弹性形变的滞后效应？
5. 简述造成陶瓷实际强度一般要比理论强度低得多的原因，并由此说明改善陶瓷强度与韧性的主要途径有哪些？
6. 简述影响陶瓷材料中气孔率的工艺因素有哪些？结合陶瓷断裂的一般过程，讨论气孔的存在对于陶瓷的强度有什么的影响？
7. 合金化是改善金属材料综合性能的有效途径之一。简述合金钢中合金元素实现对合金钢改性的作用机制是什么？
8. 铁碳合金中碳元素一般有哪些存在形式？各种碳的存在形式对于铁碳合金的性能有何影响？
9. 复合材料结构功能一体化是其发展的一个重要方向。以碳纤维/膨胀石墨填充改性聚苯硫醚所得到导电高强高分子基复合材料为例，其增强相、功能相和基体相分别是什么？其分别起到什么作用？
10. 复合材料的弹性模量 E 一般满足混合定律： $E = \sum V_i E_i$ 的体积加权关系（其中 V 为体积分数）。某颗粒增强型复合材料中，颗粒与基体的弹性模量分别为 100 GPa 和 20 GPa，颗粒与基体的体积分数分别为 25% 和 75%，则根据混合定律预测复合材料的弹性模量为多少？如实测该复合材料弹性模量为 30 GPa，讨论造成预测值与实测值之间偏差可能有哪些因素？

四、材料分析题（根据所给分析材料，回答所列问题，每题 20 分，共 1 题，合计 20 分）

分析材料：

1) 因在可充电锂离子电池开发方面的突出贡献, 2019 年诺贝尔化学奖授予了 John. B. Goodenough(约翰·班宁斯特·古迪纳夫)、Stanley Whittingham(斯坦利·惠廷汉姆)和吉野彰(Akira Yoshino)三位科学家。三位科学家对这种轻便、可充电电池的开发做出了重要贡献, 这些电池如今驱动着移动电话等便携式电子设备, 让“零化石燃料的社会”成为了可能——该技术成功引领了一场世界储能革命。

2) 科技日报(2018年6月):“一层隔膜两重天: 国产锂离子电池尚需拨云见日”: 作为新能源车的“心脏”, 国产锂离子电池目前“跳”得还不够稳。电池四大核心材料中, 正负极材料、电解液都已实现了国产化, 唯独隔膜仍是短板。高端隔膜目前依然大量依赖进口。高端隔膜技术具有相当高的门槛, 不仅要投入巨额的资金, 还需要有强大的研发和生产团队、纯熟的工艺技术和高水平的生产线。隔膜是锂离子电池的关键组件之一, 隔膜主要材质为多孔质的高分子膜, 包括聚乙烯及聚丙烯。锂电池用的隔膜对安全性、渗透性、孔隙度及厚度都有严苛的要求。隔膜是锂电材料中技术壁垒最高的一种材料, 其技术难点在于造孔技术、基体材料以及制造设备。由于技术要求高, 价格自然就贵, 差不多占到了电池总成本 10%以上。

回答下列问题:

- 1) 结合上述分析材料, 讨论材料在锂离子电池发展过程中所起的作用有哪些? (4分)
- 2) 结合上述分析材料, 讨论国产锂离子电池现状以及所面临的挑战有哪些? (6分)
- 3) 结合上述分析材料, 讨论锂离子电池的高端隔膜产品的国产化, 可通过哪些途径得以实现? (6分)
- 4) 结合分析材料, 面对在高科技领域中类似“锂离子电池高端隔膜”这样“卡脖子”技术, 作为未来材料研究人员, 你觉得你可以有哪些大有可为之地? (4分)

