



UFERSA – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
 PROPPG – Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação  
 PPGCEM – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Engenharia de Materiais

## PROCESSO SELETIVO 2020.1 (Prova)

IDENTIFICAÇÃO DO CANDIDATO																								
NOME COMPLETO																								
DOCUMENTO - TIPO																								
NUMERAÇÃO																								
ORGÃO EXPEDITOR																								

### INSTRUÇÕES SOBRE A PROVA

- Este Caderno de Prova contém vinte e cinco questões objetivas, com quatro alternativas cada: (A), (B), (C) e (D).
- Verifique se o número de questões está correto e se o caderno apresenta algum tipo de irregularidade. Caso identifique algum defeito, chame o Fiscal e solicite a sua substituição. Observe que nenhuma reclamação será aceita após 30 minutos do início da prova.
- Escreva seu nome e os dados de seu documento de identificação nos locais reservados para tal fim, na Capa e Folha de Respostas deste caderno. Assine cada folha do caderno no espaço reservado no rodapé.
- A prova tem duração de 3 (três) horas. Ao concluí-la, devolva este Caderno de Provas ao Fiscal.

### FOLHA DE RESPOSTAS

- As respostas deverão ser marcadas de caneta preta ou azul.
- Cada questão admite apenas uma alternativa correta (Marcar duas alternativas anula o resultado da questão)
- Qualquer forma de marcação que deixe dúvidas quanto à resposta do candidato anulará a resposta.
- A correta marcação na Folha de Respostas é de sua inteira responsabilidade. Apenas as respostas marcadas na Folha de Respostas serão corrigidas e qualquer rasura anulará a resposta da questão.
- A folha de respostas deverá ser entregue juntamente com o caderno de questões. **Não destaque a folha de respostas.**

### ATENÇÃO

- Durante a prova, é vedado o empréstimo ou troca de materiais de qualquer natureza entre os candidatos.
- Celulares não são permitidos, devendo ser desligados e acondicionados em sacos mantidos sob a carteira.
- A fraude ou sua tentativa, bem como a indisciplina ou o desrespeito às autoridades responsáveis pela condução dos trabalhos são fatores suficientes para eliminar o candidato do Processo Seletivo.
- Mantenha sempre consigo o seu Documento de Identidade Oficial, apresentando-o quando for solicitado.
- Nenhum candidato poderá entregar a Prova antes de uma hora de sua realização e, ao final, os dois últimos candidatos a entregarem a prova deverão fazê-lo simultaneamente.



1. O Fe apresenta o fenômeno da alotropia, podendo apresentar-se na forma de Fe alfa, Fe gama ou Fe delta. As estruturas cristalinas que os mesmos apresentam são respectivamente:

- (A) CCC, CFC e CCC.
- (B) CS, CCC e CFC.
- (C) HS, HC e HS.
- (D) CCC, CCC e CFC.

2. Os defeitos cristalinos podem ser classificados em puntiformes (lacunas ou vacâncias, substitucionais e intersticiais), lineares (discordâncias ou deslocções) e bidimensionais (defeitos de empilhamento, contornos de macla, contornos de sub-grão, contornos de grão, contornos de antifase e interfaces entre fases diferentes). Com base nas características dos defeitos, avalie as seguintes afirmações.

- I. Os defeitos puntiformes mencionados acima causam distorções na rede cristalina, mas não influenciam as propriedades do material.
- II. Ao contrário dos sólidos iônicos, os metais não têm sua neutralidade elétrica alterada pela presença de defeitos cristalinos.
- III. Os átomos de soluto dissolvidos no metal desempenham um papel importante na deformação plástica, causando o endurecimento por solução sólida.
- IV. Denomina-se lacuna ou vacância uma posição desocupada do reticulado. Ela desempenha papel muito importante na difusão.
- V. Átomos estranhos, de impurezas ou adicionados intencionalmente, não são considerados defeitos puntiformes.

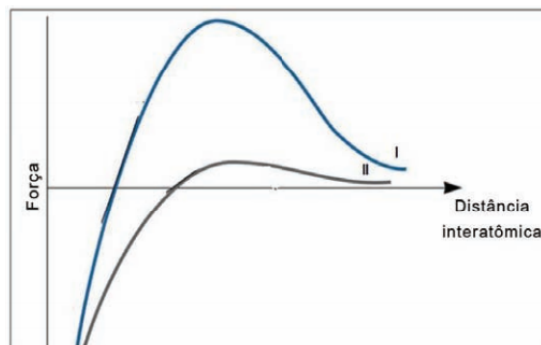
É correto apenas o que se afirma em:

- (A) I, II e III.
- (B) I, IV e V.
- (C) II, III e IV.
- (D) III, IV e V.

3. A respeito dos materiais conhecidos como iônicos, assinale a alternativa **incorreta**:

- (A) Em geral, apresentam alta temperatura de fusão.
- (B) Devido à força de ligação, em geral são materiais duros e frágeis.
- (C) São bons condutores de eletricidade, devido à alta mobilidade dos elétrons.
- (D) Devido à estabilidade da ligação química, são pouco sensíveis à corrosão atmosférica.

4. As propriedades dos materiais podem ser analisadas com base nas ligações químicas predominantes estabelecidas nos mesmos. Análise criteriosa nos tipos de ligações químicas pode qualificar os materiais para diversas aplicações. A comparação das forças de ligação de diferentes materiais em um gráfico da força versus a separação interatômica resulta em um conjunto de propriedades inerentes aos materiais avaliados. Propriedades como o módulo de elasticidade e o coeficiente linear de dilatação térmica podem ser extraídas do gráfico Força versus separação interatômica:



ASKELAND, D. R.; PHULE, P. P. *Ciência e Engenharia dos Materiais*. São Paulo: Cenage Learning, 2008, p.39 (com adaptações)

Com base no texto e no gráfico acima, avalie as afirmações a seguir:

- I. O material apresentado na curva I tem maior resistência à deformação elástica do que o material da curva II.
- II. A curva II apresenta um material com baixa variação dimensional quando submetido a temperaturas inferiores à temperatura de fusão do mesmo.
- III. Para aplicações que necessitam de baixas variações dimensionais, o material indicado é o da curva I.

IV. A diferença de eletronegatividade entre átomos classificados como metais e ametais acentua a força de ligação como demonstrado na curva II.

É correto apenas o que se afirma em:

- (A) I.
- (B) I e III.
- (C) II e IV.
- (D) III e IV.

5. A caracterização microestrutural por microscopia óptica permite relacionar a microestrutura com as propriedades de um material. O resultado de uma boa caracterização depende do conhecimento teórico da técnica. Em relação à microscopia óptica, analise as afirmações abaixo.

- I. A imagem observada é caracterizada por três parâmetros: aumento, resolução e contraste.
- II. O aumento depende somente da lente objetiva.
- III. Na microscopia, o contraste é o fator mais importante, pois permite observar mais a fundo o material.
- IV. A resolução de um sistema microscópico significa a sua capacidade de separar individualmente detalhes adjacentes de uma imagem.

É correto apenas o que se afirma em:

- (A) I e II.
- (B) I e IV.
- (C) II e III.
- (D) I, III e IV.

6. Materiais cristalinos, em uma escala atômica, idealizados como sólidos perfeitos não existem, pois todos contêm um grande número de vários defeitos ou imperfeições. Dentre as imperfeições cristalinas têm-se os defeitos de ponto, os defeitos lineares e os defeitos interfaciais que se exemplificam, respectivamente, assim:

- (A) vacância, discordância mista e átomos de soluto intersticial.
- (B) discordâncias em espiral, discordância de aresta e discordância mista.
- (C) discordância de aresta, discordância mista e falhas de empilhamento.
- (D) vacância, discordâncias em espiral e falhas de empilhamento.

7. As propriedades mecânicas de um material estão diretamente associadas ao nível de energia envolvido nas ligações atômicas que correlacionam seus componentes químicos. Entre os tipos mais comuns, um se destaca pelo fato de os elétrons da camada de valência serem compartilhados a partir de átomos com alta eletronegatividade, formando ligações direcionais. Com base no exposto, assinale a alternativa que indica a ligação química apresentada

- (A) Covalente.
- (B) Metálica.
- (C) Iônica.
- (D) Van der Waals.

8. Uma característica importante das estruturas cristalinas é o fator de empacotamento atômico (FEA), que consiste na razão entre a soma dos volumes de todos os átomos presentes em uma célula unitária (considerando o modelo atômico de esferas rígidas), e o volume total da célula. Assinale a alternativa correta:

- (A) O maior FEA, 0,74, corresponde à célula CCC.
- (B) O menor FEA, 0,54, corresponde à célula CS.
- (C) O maior FEA, 0,76, corresponde à célula HC.
- (D) O maior FEA, 0,74, corresponde às células CFC e HC.

9. Considerando que o volume total da célula unitária é calculado com base na relação entre o parâmetro de rede e o raio dos átomos assinale a alternativa correta:

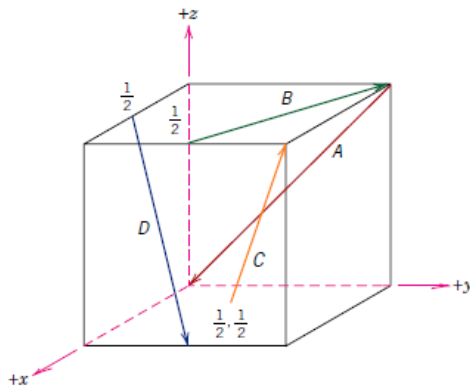
- (A) O volume da CCC é  $\frac{64R^3}{3\sqrt{3}}$ .

- (B) O volume da CS é  $2a^3$ .  
 (C) O volume da CFC é  $16R^3\sqrt{3}$ .  
 (D) O volume da CCC é  $64R^3/2\sqrt{3}$ .

10. No campo da ciência de materiais, defeito ou imperfeição estrutural significa que ocorre uma interrupção, uma irregularidade ou um desarranjo na estrutura do material. A presença de imperfeições não implica, necessariamente, em um efeito negativo sobre as propriedades. A respeito desse tema, assinale a opção **incorreta**.

- (A) Lacunas são imperfeições no arranjo atômico que, geralmente, estão presentes em materiais metálicos e cerâmicos, o que possibilita a difusão atômica, necessária para a maioria dos processos de transformação de fase.  
 (B) O contorno de grão, imperfeição estrutural tipicamente presente em materiais monocristalinos, influencia as propriedades mecânicas do material. Reduzindo-se o tamanho do grão, é possível diminuir o limite de resistência do material.  
 (C) A presença de poros pode — ou não — ser desejável, dependendo da aplicação do material. Poros podem ser introduzidos intencionalmente, por exemplo, para reduzir a condutividade térmica de materiais.  
 (D) A adição intencional de impurezas em um material, mesmo em pequenas quantidades, pode afetar significativamente suas propriedades ópticas e elétricas.

11. Considere a figura a seguir,



Callister Jr., W.D., *Ciência e Engenharia dos Materiais, uma Introdução*, 7ª Edição, Ed. Guanabara, 2008.

Os índices de Miller correspondentes as direções A, B, C, e D, respectivamente, apresentadas são:

- (A) [0 -1 -1], [-2 -1 0], [-1 -1 2], [-1 1 -2].  
 (B) [0 1 1], [-2 -1 0], [-1 -1 2], [-1 1 -2].  
 (C) [0 -1 1], [2 1 0], [1 1 2], [1 -1 2].  
 (D) [0 1 1], [2 1 0], [1 1 -2], [1 -1 2].

12. Com base nos conhecimentos sobre polimorfismo e alotropia considere as assertivas a seguir e marque a alternativa que contém as corretas.

- I. Alotropia é quando um metal ou não-metal possui, em seu estado sólido, mais de uma estrutura cristalina, dependendo da temperatura e pressão.  
 II. Materiais de mesma composição química, mas que podem apresentar estruturas cristalinas diferentes, são denominados de alotrópicos ou polimórficos.  
 III. Geralmente as transformações polimórficas são acompanhadas de mudanças na densidade e mudanças de outras propriedades físicas.  
 IV. Anisotropia é quando as propriedades variam conforme a orientação cristalina.  
 V. Propriedades que podem apresentar diferentes valores em diferentes direções são condutividade elétrica, módulo de elasticidade e índice de refração.

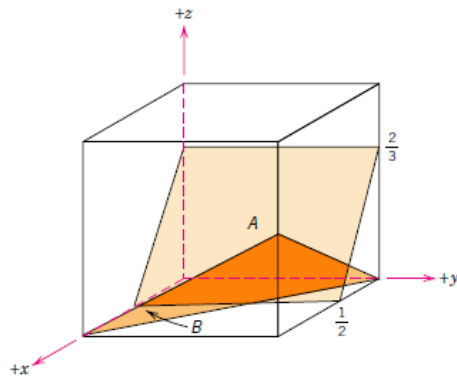
- (A) I, II, IV e V.

- (B) II, III e V.  
 (C) I, II, III, IV e V.  
 (D) II, IV e V.

13. Com relação a técnica de difração de raios X, assinale a afirmação **incorreta**:

- (A) Os raios X são uma forma de radiação eletromagnética que possui baixas energias e comprimentos de onda curtos.  
 (B) Quando um feixe de raios X colide com um material sólido, uma parte desse feixe será espalhada em todas as direções dos elétrons associados a cada átomo ou íon que se encontra dentro do caminho do feixe.  
 (C) A difração ocorre quando uma onda encontra uma série de obstáculos regularmente espaçados que (1) são capazes de espalhar a onda e (2) possuem espaços comparáveis em magnitude ao comprimento de onda.  
 (D) A difração é uma consequência de relações de fase específicas estabelecidas entre duas ou mais ondas que foram espalhadas pelos obstáculos

14. Determine os índices de Miller correspondente aos planos A e B da Figura.



Callister Jr., W.D., **Ciência e Engenharia dos Materiais, uma Introdução**,  
 7ª Edição, Ed. Guanabara, 2008.

- (A) (2 0 3) e (1 1 2).  
 (B) (4 0 3) e ( $\bar{1} \bar{1} 2$ ).  
 (C) (2 0 3/2) e (1 1 -1/2).  
 (D) (4 0 3) e (1  $\bar{1} 2$ ).

15. Assinale a opção correta sobre ligações e interações químicas.

- (A) Van Der Waals e dipolo permanente são as principais interações responsáveis pela ligação dos átomos dentro de uma molécula.  
 (B) As interações do tipo dipolo permanente acontecem, principalmente, entre moléculas apolares.  
 (C) As interações de dipolo permanente são mais fracas quando comparadas às ligações iônicas.  
 (D) As interações de Van Der Waals são consideradas forças de longo alcance.

16. Relacione adequadamente as colunas a seguir e marque a alternativa com a sequência numérica correspondente.

- A – Defeito linear que pode ser descrito como um semiplano de átomos extra inserido no material.  
 B – Defeito pontual que ocorre quando um átomo de matriz é substituído por um átomo diferente, cujos raios atômicos não são iguais.  
 C – Defeito superficial que representa a fronteira entre dois grãos. Cada cristal tem uma orientação diferente em cada lado desse contorno.  
 D – Materiais compostos de um ou muitos pequenos cristais ou grãos.  
 E – Arranjo dos átomos de um material sob a forma de uma rede regular e repetitiva.  
 F – Defeito pontual que ocorre quando um átomo diferente ocupa um espaço vazio na matriz.

- 1 – Defeito intersticial
- 2 – Materiais Cristalinos
- 3 – Defeito substitucional
- 4 – Contorno de grão
- 5 – Discordância em aresta
- 6 - Estrutura cristalina

- (A) 5, 1, 4, 2, 6, 3.
- (B) 5, 3, 4, 2, 6, 1.
- (C) 4, 1, 5, 2, 6, 3.
- (D) 4, 3, 5, 2, 6, 1.

17. Para se descrever os parâmetros de rede dos sistemas cristalinos é suficiente que se conheça:

- (A) O volume da célula unitária.
- (B) Os comprimentos dos vetores de base da célula unitária.
- (C) Os ângulos entre os vetores de base da célula unitária.
- (D) Os comprimentos dos vetores de base e ângulos entre os vetores de base da célula unitária.

18. Acerca das notações usadas para descrever direções e planos em um cristal, assinale a opção correta.

- (A) Um eixo de zona é a direção que define uma série de planos paralelos em um cristal.
- (B) A direção comum para a interseção de planos perpendiculares é chamada de índice planar ou índice de Miller.
- (C) Os eixos de zona e os índices de Miller têm por base os eixos cristalográficos ou vetores do retículo que delimitam ou definem a célula unitária do cristal, exceto em alguns casos em que diferentes células unitárias podem ser usadas para representar o mesmo cristal.
- (D) No caso dos retículos de Bravais cúbicos, que podem ser descritos em termos de uma célula unitária de face centrada, ou de uma célula unitária romboédrica, é apropriado introduzir um quarto eixo para descrever as direções interplanares, chamadas de índices de Miller-Bravais.

19. Para algumas aplicações específicas, muitos nanomateriais devem permanecer suspensos em um solvente, a fim de se formar um sistema coloidal. Uma das alternativas para se conseguir colocar essas nanopartículas em solução, é recobri-las com uma camada de látex (polímero a base de hidrocarbonetos) e, em seguida, dispersá-las com ajuda de um aparato ultrassônico. Entretanto, apesar da pequena dimensão, há tendência de que as nanopartículas se juntem para formar aglomerados, induzindo-as à precipitação. Nesse caso, o que faz as nanopartículas se aglomerarem é:

- (A) A interação metálica.
- (B) A interação covalente.
- (C) A interação coordenada.
- (D) A interação de Van Der Waals.

20. A respeito das redes de Bravais, assinale a opção correta.

- (A) O sistema cúbico apresenta apenas duas das 14 redes de Bravais, que são a de corpo centrado e a centrada nas faces.
- (B) Em um sistema tetragonal, os ângulos entre os vetores de base são todos de  $90^\circ$  e o elemento essencial de simetria para sua caracterização é um eixo quaternário de rotação.
- (C) O sistema monoclinico apresenta três redes de Bravais diferentes: simples, centrada na base e corpo centrado.
- (D) Quatro eixos ternários de rotação são os elementos essenciais para caracterização de um sistema ortorrômbico.

21. Considerando que o parâmetro de rede de uma célula unitária CCC do Fe é igual a 0,2866 nm e que sua massa atômica é 55,845 u, sua massa específica teórica será:

- (A) 3,946 g/cm<sup>3</sup>
- (B) 7,879 g/cm<sup>3</sup>

- (C) 7,679 g/cm<sup>3</sup>  
 (D) 15,758 g/cm<sup>3</sup>

22. Com relação aos defeitos pontuais assinale a alternativa **incorreta**.

- (A) São descontinuidades localizadas nos arranjos atômicos ou iônicos, teoricamente considerados perfeitos, de uma estrutura cristalina.  
 (B) Impurezas são elementos ou compostos químicos que se originam de matérias-primas ou do processamento.  
 (C) Os cristais de silício produzidos em cadinhos de quartzo contêm oxigênio como impureza.  
 (D) Em geral, o efeito das impurezas, assim como dos dopantes é deletério para as propriedades dos materiais.

23. A densidade planar e a distância interplanar para os planos (112) e (110) para o ferro CCC cujo parâmetro de rede é 0,2866 nm são, respectivamente:

- (A) Densidade de  $1,72 \times 10^{15}$  átomos/cm<sup>2</sup> e  $0,994 \times 10^{15}$  átomos/cm<sup>2</sup>. Distância de  $2,0266 \times 10^{-8}$  cm e  $1,17 \times 10^{-8}$  cm.  
 (B) Densidade de  $0,994 \times 10^{15}$  átomos/cm<sup>2</sup> e  $1,72 \times 10^{15}$  átomos/cm<sup>2</sup>. Distância de  $1,17 \times 10^{-8}$  cm e  $2,0266 \times 10^{-8}$  cm.  
 (C) Densidade de  $0,994 \times 10^{16}$  átomos/cm<sup>2</sup> e  $1,72 \times 10^{15}$  átomos/cm<sup>2</sup>. Distância de  $2,0266 \times 10^{-8}$  cm e  $1,17 \times 10^{-8}$  cm.  
 (D) Densidade de  $0,994 \times 10^{16}$  átomos/cm<sup>2</sup> e  $1,72 \times 10^{15}$  átomos/cm<sup>2</sup>. Distância de  $1,17 \times 10^{-8}$  cm e  $2,0266 \times 10^{-8}$  cm.

24. Com base nos conhecimentos a respeito do movimento das discordâncias assinale alternativa que contém as afirmações verdadeiras apresentadas abaixo.

I. A tensão necessária para fazer a discordância se mover aumenta exponencialmente com o módulo do vetor de Burgers.

II. A tensão necessária para fazer a discordância se mover aumenta exponencialmente com o aumento da distância entre os planos de escorregamento.

III. O escorregamento ocorre mais facilmente entre planos de átomos menos afastados entre si, isto é, com uma distância entre os planos relativamente pequena.

IV. As discordâncias não se movem facilmente em materiais como o silício, pois eles se ligam covalentemente. Em virtude da resistência e direcionalidade dessas ligações, os materiais em geral fraturam de modo frágil antes que a tensão se torne intensa o suficiente para causar um escorregamento observável.

- (A) I e IV.  
 (B) II, III e IV.  
 (C) II e III.  
 (D) I, II, e IV.

25. O número de átomos em uma célula unitária de um metal nas estruturas cúbica de corpo centrado, cúbica de face centrada e hexagonal compacta são:

- (A) 4, 2, 6, respectivamente.  
 (B) 6, 4, 2, respectivamente.  
 (C) 2, 4, 6, respectivamente.  
 (D) 2, 6, 4, respectivamente..



