



Ministério da Educação  
Instituto Federal do Espírito Santo  
Reitoria

# CONCURSO PÚBLICO

Edital nº 01/2022  
Docentes

## Caderno de Provas

### Metalurgia I

#### Instruções:

1. Aguarde autorização para abrir o caderno de provas.
2. Após a autorização para o início da prova, confira-a, com a máxima atenção, observando se há algum defeito (de encadernação ou de impressão) que possa dificultar a sua compreensão.
3. A prova terá duração máxima de 3 (três) horas, não podendo o candidato retirar-se com a prova antes que transcorram 2 (duas) horas do seu início.
4. A prova é composta de **40 questões objetivas**.
5. As respostas às questões objetivas deverão ser assinaladas no Cartão Resposta a ser entregue ao candidato. Lembre-se de que para cada questão objetiva há **APENAS UMA** resposta.
6. A prova deverá ser feita, obrigatoriamente, com caneta esferográfica (tinta azul escuro ou preta).
7. A interpretação dos enunciados faz parte da aferição de conhecimentos. Não cabem, portanto, esclarecimentos.
8. Não é permitido o uso de aparelhos eletrônicos.
9. O candidato deverá devolver ao Fiscal o Cartão Resposta, ao término de sua prova.



# LÍNGUA PORTUGUESA

## Teste de saliva de Covid-19 é mais rápido e seguro do que cotonetes nasais

O teste genético feito com amostra de saliva consegue identificar o vírus SARS-CoV-2 mais rapidamente do que os testes realizados com cotonetes nasais. É o que diz uma pesquisa, revisada por pares, publicada nesta segunda-feira, 21, no *Microbiology Spectrum*, jornal da Sociedade Americana de Microbiologia. “É uma descoberta muito importante porque pode evitar que as pessoas espalhem o vírus da Covid-19 antes de saberem que o tem”, disse Donald K. Milton, coautor do estudo e professor de saúde ocupacional e ambiental do Instituto de Saúde Ambiental da Universidade Maryland, nos Estados Unidos. “A detecção precoce pode reduzir a propagação da doença”, afirma. A pesquisa foi motivada justamente pela necessidade de aumentar os testes no início da pandemia, acompanhada pela escassez de swabs nasais, até então o método padrão de coleta de amostras para testes.

Disponível em: <https://veja.abril.com.br/saude/teste-de-saliva-de-covid-19-e-mais-rapido-e-seguro-do-que-cotonetes-nasais/>. Acesso em: 24 mar. 2022

**01.** A função da linguagem predominante no texto é

- a) emotiva.
- b) apelativa.
- c) referencial.
- d) fática.
- e) metalinguística.

**02.** Assinale a alternativa em que a mudança da pontuação do trecho não desrespeita as regras da norma culta nem muda o sentido original.

- a) A pesquisa foi motivada, justamente, pela necessidade de aumentar os testes no início da pandemia, acompanhada pela escassez de swabs nasais, até então, o método padrão de coleta de amostras para testes.
- b) A pesquisa, foi motivada justamente, pela necessidade de aumentar os testes no início da pandemia, acompanhada pela escassez de swabs nasais até, então, o método padrão de coleta de amostras para testes.
- c) A pesquisa foi motivada justamente pela necessidade de aumentar os testes, no início da pandemia, acompanhada pela escassez, de swabs nasais, até então o método padrão de coleta de amostras para testes.
- d) A pesquisa foi motivada, justamente, pela necessidade de aumentar, os testes no início da pandemia, acompanhada pela escassez de swabs nasais, até então o método padrão de coleta de amostras para testes.
- e) A pesquisa foi motivada justamente pela necessidade de aumentar, os testes no início da pandemia, acompanhada pela escassez, de swabs nasais, até então o método padrão de coleta de amostras para testes.

**03.** Os períodos “É uma descoberta muito importante porque pode evitar que as pessoas espalhem o vírus da Covid-19 antes de saberem que o tem” (linhas 4 e 5) e “A detecção precoce pode reduzir a propagação da doença” (linhas 7 e 8), dentro do contexto em questão, podem ser conectadas, por

- a) pois.
- b) já que.
- c) portanto.
- d) não obstante.
- e) e.

## O bem e o mal do estrangeirismo

O terror dos puristas da língua em Portugal é um youtuber nascido e criado no Engenho Novo, bairro da Zona Norte do Rio de Janeiro: Luccas Neto. Dono do canal infantil Luccas Toon, com 36,9 milhões de seguidores no YouTube, o carioca também é um hit entre \_\_\_ crianças portuguesas. \_\_\_ tal ponto que, em novembro do ano passado, o jornal lisboeta Diário de Notícias publicou uma matéria em tom xenofóbico, reclamando que os miúdos de lá estão cada vez mais \_\_\_ falar “brasileiro” de tanto assistir Luccas e outros influenciadores daqui.

“Dizem ‘grama’ em vez de relva, autocarro é ‘ônibus’, reбуçado é ‘bala’, riscas são ‘listras’ e leite está na ‘geladeira’ em vez de no frigorífico”, alertou o jornal. “Os educadores notam-no sobretudo depois do confinamento - \_\_\_ conta de muitas horas de exposição \_\_\_ conteúdos feitos por youtubers brasileiros.” Pais e educadores portugueses estão preocupados. Mas talvez não devessem levar o caso tão \_\_\_ sério. Afinal, mais do que o jeitinho de falar de sua antiga colônia, os lusos usam e abusam de palavras do francês e do inglês - e aí sem \_\_\_ mesma vergonha.

Disponível em: <<https://super.abril.com.br/sociedade/o-bem-e-o-mal-do-estrangeirismo/>>. Acesso em 04 abr. 2022.

**04.** A sequência que completa **CORRETAMENTE** os espaços do texto é:

- a) as – A – a – à – a – a – a
- b) as – À – a – a – a – à – a
- c) às – À – à – à – a – à – a
- d) as – A – a – a – a – a – a
- e) às – A – a – à – a – a – à

**05.** Assinale a alternativa **INCORRETA** acerca dos processos de referenciação presentes no texto.

- a) “o carioca” (linha 3) retoma “Luccas Neto” (linha 2).
- b) “miúdos de lá” (linha 5) retoma “crianças portuguesas” (linha 3).
- c) “o jornal” (linha 8) retoma “Diário de Notícias” (linha 4).
- d) “-no” (linha 8) retoma “um youtuber nascido e criado no Engenho Novo” (linha 1).
- e) “sua antiga colônia” (linha 11) faz referência a um elemento ausente no texto, mas que pode ser retomado a partir do conhecimento enciclopédico de quem lê.

# LEGISLAÇÃO

**06.** De acordo com a Constituição da República Federativa do Brasil, assinale a alternativa **CORRETA**:

- a) Ninguém será obrigado a fazer ou deixar de fazer alguma coisa senão em virtude de lei, de decreto ou de portaria.
- b) É livre a manifestação do pensamento, de forma que fica garantido o anonimato daquele que expressar suas ideias.
- c) A publicidade dos atos, programas, obras, serviços e campanhas dos órgãos públicos deverá ter caráter educativo, informativo ou de orientação social, dela não podendo constar nomes, símbolos ou imagens que caracterizem promoção pessoal de autoridades ou servidores públicos.
- d) A educação, direito de todos e dever exclusivo do Estado, será promovida e incentivada com a colaboração da sociedade, visando ao pleno desenvolvimento da pessoa, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho.
- e) As universidades gozam de autonomia didático-científica, administrativa e de gestão financeira e patrimonial, e obedecem ao princípio de indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão, não se aplicando essas disposições às instituições de pesquisa científica e tecnológica, como é o caso dos Institutos Federais.

**07.** Considerando a Lei 8.112/1990, que dispõe sobre o regime jurídico dos servidores públicos civis da União, das autarquias e das fundações públicas federais, assinale a alternativa **INCORRETA**:

- a) O servidor em débito com o erário, que for demitido, exonerado ou que tiver sua aposentadoria ou disponibilidade cassada, terá o prazo de sessenta dias para quitar o débito, sendo que a sua não quitação, no prazo previsto, implicará sua inscrição em dívida ativa.
- b) Poderá ser concedida licença ao servidor para acompanhar cônjuge ou companheiro que foi deslocado para outro ponto do território nacional, para o exterior ou para o exercício de mandato eletivo dos Poderes Executivo e Legislativo.
- c) O vencimento, a remuneração e o provento não serão objeto de arresto, sequestro ou penhora, exceto nos casos de prestação de alimentos resultante de decisão judicial.
- d) Ao servidor é permitido atribuir, com parcimônia, a pessoa estranha à repartição, o desempenho de atribuição que seja de sua responsabilidade ou de seu subordinado.
- e) Após cada quinquênio de efetivo exercício, o servidor poderá, no interesse da Administração, afastar-se do exercício do cargo efetivo, com a respectiva remuneração, por até três meses, para participar de curso de capacitação profissional.

**08.** A Lei nº 9.394/1996 estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. De acordo com essa lei, assinale a alternativa **INCORRETA**:

- a) A educação básica tem por finalidades desenvolver o educando, assegurar-lhe a formação comum indispensável para o exercício da cidadania e fornecer-lhe meios para progredir no trabalho e em estudos posteriores. Ademais, poderá se organizar em séries anuais, períodos semestrais, ciclos, alternância regular de períodos de estudos, grupos não-seriados, com base na idade, na competência e em outros critérios, ou por forma diversa de organização, sempre que o interesse do processo de aprendizagem assim o recomendar.
- b) A educação profissional técnica de nível médio, a critério de cada instituição de ensino, poderá observar os objetivos e definições contidos nas diretrizes curriculares nacionais estabelecidas pelo Conselho Nacional de Educação.
- c) Os diplomas de cursos de educação profissional técnica de nível médio, quando registrados, terão validade nacional e habilitarão ao prosseguimento de estudos na educação superior.
- d) A educação profissional técnica de nível médio será desenvolvida de forma articulada com o ensino médio ou de forma subsequente, esta em cursos destinados a quem já tenha concluído o ensino médio.
- e) A educação superior será ministrada em instituições de ensino superior, públicas ou privadas, com variados graus de abrangência ou especialização.

**09.** De acordo com o Código de Ética Profissional do Servidor Público Civil do Poder Executivo Federal (Decreto nº 1.171, de 22 de junho de 1994, e suas atualizações), assinale a alternativa **INCORRETA**:

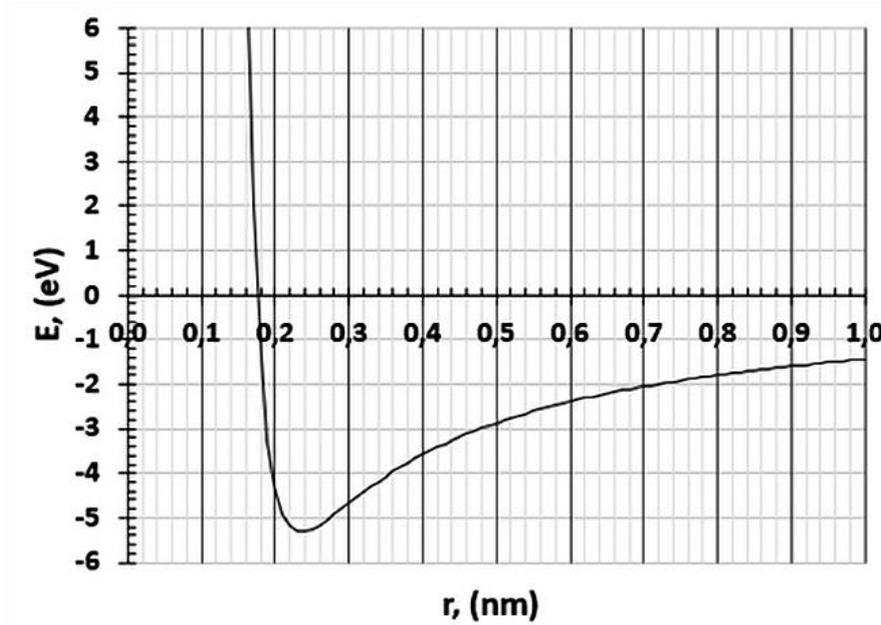
- a) Pode o servidor, por liberdade de consciência, deixar de utilizar os avanços técnicos e científicos ao seu alcance ou do seu conhecimento para atendimento do seu mister.
- b) É vedado ao servidor público, em função de seu espírito de solidariedade, ser conivente com erro ou infração ao Código de Ética Profissional do Servidor Público Civil do Poder Executivo Federal ou ao Código de Ética de sua profissão.
- c) A moralidade da Administração Pública não se limita à distinção entre o bem e o mal, devendo ser acrescida da ideia de que o fim é sempre o bem comum. O equilíbrio entre a legalidade e a finalidade, na conduta do servidor público, é que poderá consolidar a moralidade do ato administrativo.
- d) É vedado ao servidor público retirar da repartição pública, sem estar legalmente autorizado, qualquer documento, livro ou bem pertencente ao patrimônio público.
- e) É vedado ao servidor público permitir que perseguições, simpatias, antipatias, caprichos, paixões ou interesses de ordem pessoal interfiram no trato com o público, com os jurisdicionados administrativos ou com colegas hierarquicamente superiores ou inferiores.

**10.** Tendo como referência a Lei nº 11.892/2008, que cria os Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia, e a Constituição da República Federativa do Brasil de 1988, assinale a alternativa **INCORRETA**:

- a) Cada Instituto Federal é organizado em estrutura multicampi, com proposta orçamentária anual identificada para cada campus e a reitoria, exceto no que diz respeito a pessoal, encargos sociais e benefícios aos servidores.
- b) O Conselho Superior, de caráter consultivo e deliberativo, será composto por representantes dos docentes, dos estudantes, dos servidores técnico-administrativos, dos egressos da instituição, da sociedade civil, do Ministério da Educação e do Colégio de Dirigentes do Instituto Federal, assegurando-se a representação paritária dos segmentos que compõem a comunidade acadêmica.
- c) A administração dos Institutos Federais tem como órgãos superiores o Colégio de Dirigentes, o Conselho Superior e o Diretório Central dos Estudantes.
- d) A todos os cidadãos, no âmbito judicial e administrativo, são assegurados a razoável duração do processo e os meios que garantam a celeridade de sua tramitação.
- e) Um dos objetivos dos Institutos Federais é desenvolver atividades de extensão, de acordo com os princípios e finalidades da educação profissional e tecnológica, em articulação com o mundo do trabalho e os segmentos sociais.

## CONHECIMENTOS ESPECÍFICOS

**11.** Considerando-se a ligação química para o composto  $XY$ , a figura a seguir, mostra a energia resultante ( $E$ ) para os íons  $X^+$  e  $Y^-$ , em função da distância " $r$ ".



Assim, para essas condições, temos as seguintes equações que governam a ligação:

$$E = E_a + E_r \quad E_a = -\frac{A}{r} \quad E_r = \frac{B}{r^n}$$

Os termos ( $E_a$ ) e ( $E_r$ ) representam, respectivamente, as energias de atração e repulsão em eV, nos quais ( $A$ ), ( $B$ ) e ( $n$ ) valem respectivamente (1,436), ( $7,32 \times 10^{-6}$ ) e (8). Assim, com relação:

- I) a expressão que permite calcular a distância interatômica de equilíbrio ( $r_0$ );
- II) o valor aproximado de ( $r_0$ );
- III) com relação a  $F$  de ligação,

tem-se que I), II) e III) correspondem, respectivamente, a: (escolha a opção **CORRETA**).

- a) I)  $r_0 = \left(\frac{nB}{A}\right)^{\frac{1}{(n-1)}}$ ;      II)  $\cong 0,18 \text{ nm}$  ;      III)  $F = \frac{-nB}{r_0^{(n+1)}} + \frac{A}{r_0^2}$ ;
- b) I)  $r_0 = \left(\frac{nB}{A}\right)^{\frac{1}{(1-n)}}$ ;      II)  $\cong 0,24 \text{ nm}$  ;      III)  $F = \frac{-nB}{r_0^{(n+1)}} + \frac{A}{r_0^2}$ ;
- c) I)  $r_0 = \left(\frac{nA}{B}\right)^{\frac{1}{(n+1)}}$ ;      II)  $\cong 0,18 \text{ nm}$  ;      III)  $F = \frac{-nB}{r_0^{(n+1)}} + \frac{A}{r_0^2}$ ;
- d) I)  $r_0 = \left(\frac{nA}{B}\right)^{\frac{1}{(n-1)}}$ ;      II)  $\cong 0,18 \text{ nm}$  ;      III)  $F = 0$  ;
- e) I)  $r_0 = \left(\frac{nB}{A}\right)^{\frac{1}{(n-1)}}$ ;      II)  $\cong 0,24 \text{ nm}$  ;      III)  $F = 0$  ;

**12.** A respeito da teoria da termodinâmica e cinética da nucleação e crescimento é possível afirmar que

- a) o crescimento do sólido se dá por migração de átomos do líquido para o sólido, acoplando os átomos, nas posições de equilíbrio, na superfície do líquido (reticulado cristalino), que é específico do metal em questão.
- b) o núcleo é um sólido que pode crescer ou se dissolver, independentemente da temperatura do sistema.
- c) a nucleação homogênea ocorre aleatoriamente em todo o sistema, ou seja, não existem sítios preferenciais para a formação de núcleo, e é obtida com o super-resfriamento do sistema.
- d) nas operações industriais de vazamento de metal líquido, a nucleação será certamente heterogênea, pelo fato de que a superfície a ser criada pela nucleação, a partir de um substrato, é menor, (comparada à superfície da nucleação homogênea) podendo facilitar o processo, pois a força motriz para vencer a barreira energética de superfície é maior.
- e) o trabalho realizado,  $W$ , para formar um núcleo esférico, por nucleação homogênea, é dado pela equação da variação total de energia livre na transformação de um líquido em um sólido não deformado, como segue:

$$W = \Delta G_{hom} = \frac{4}{3}\pi r^3 \Delta G_v - 3\pi r^2 \gamma.$$

**13.** Considerando o alumínio PM = 27g e a densidade igual a 2700 kg/m<sup>3</sup>, a opção mais próxima do número de átomos presentes em 2 mm<sup>3</sup> é

- a) 1,204 x 10<sup>23</sup> átomos.
- b) 6,02 x 10<sup>23</sup> átomos.
- c) 6,02 x 10<sup>17</sup> átomos.
- d) 1,204 x 10<sup>20</sup> átomos.
- e) 2,408 x 10<sup>23</sup> átomos.

**14.** Considerando um sistema com um componente, por que os alotrópicos estáveis, nas temperaturas mais altas, têm Entalpias maiores do que os alotrópicos estáveis, nas temperaturas mais baixas, por exemplo  $H_{Fe\gamma} > H_{Fe\alpha}$  ?

- a) Porque as fases estáveis, em temperaturas mais altas, têm entropias mais altas.
- b) Porque as fases estáveis, em temperaturas mais altas, têm capacidades caloríficas constantes.
- c) Porque as fases estáveis, em temperaturas mais altas, têm energias livres mais altas.
- d) Porque as fases estáveis, em temperaturas mais baixas, têm o valor do termo ( $-T\Delta S$ ) na expressão para  $\Delta G$  praticamente desprezível.
- e) Porque as fases estáveis, em temperaturas mais baixas, possuem o valor da energia livre de Helmholtz menor.

**15.** Considerando a célula unitária do C, na forma de diamante e grafite, escolha a opção **CORRETA:**

- a) No grafite, os átomos estão organizados em camadas. Em cada camada, os átomos são dispostos em um arranjo hexagonal e essas camadas são ligadas entre si por ligações secundárias. Já o diamante, é formado exclusivamente por ligações covalentes, nas quais elétrons são compartilhados. Devido a essas características, o carbono, na forma de diamante, pode ser designado como um excelente agente abrasivo. Já o carbono, na forma de grafite, é um excelente condutor de eletricidade, devido às suas ligações covalentes com elétrons livres.
- b) No grafite, elétrons participam de ligações fracas, do tipo Van der Waals, entre as camadas de anéis hexagonais formados por conjuntos de 6 átomos de carbono, e, como consequência dessas ligações interplanares fracas, a clivagem é fácil, dando assim origem às suas excelentes propriedades lubrificantes.
- c) O grafite e o diamante são excelentes condutores de eletricidade, ambos, quando dopados com Ge, atingem a supercondutividade.
- d) Tanto no diamante quanto no grafite, as estruturas cristalinas são constituídas exclusivamente por ligações do tipo primárias covalentes. Nesses sistemas, não existem ligações fracas, como as do tipo Van der Waals.
- e) O diamante é constituído por uma estrutura tetragonal cúbica, em que os átomos de carbono estão ligados entre si, por ligações exclusivamente covalentes. Já o grafite tem uma estrutura hexagonal com elevada dureza e, por isso, trata-se de um material designado como agente abrasivo.

**16.** Marque a alternativa que indique uma condição físico-química adequada para que um elemento químico se dissolva, intersticialmente, na estrutura cristalina de um outro elemento:

- a) Os elementos devem possuir uma compatibilidade química muito próxima, ou seja, as suas bandas de valência devem ser completas.
- b) A diferença de tamanho entre os elementos deve estar na ordem de 0,59 a razão entre os diâmetros atômicos, ou seja, o átomo intersticial (soluto) deve ser muito menor que o átomo do solvente.
- c) Os pequenos átomos de soluto intersticial se dissolvem mais facilmente nos elementos eletronegativos do que em outros metais.
- d) Os átomos intersticiais devem difundir-se mais facilmente pelo reticulado do solvente devido à presença das lacunas.
- e) A solubilidade dos átomos de soluto intersticial depende do fator de empacotamento da estrutura cristalina do solvente.

**17.** A equação que dará o valor **CORRETO** da densidade aproximada do alumínio cristalino CFC, em  $[kg/m^3]$ , caso o raio ( $r$ ) atômico seja substituído em  $[m]$  será: (considere o PM do Al 27g).

a)  $\rho \cong \frac{6,6 \cdot \sqrt{2} \cdot 10^{-27}}{r^3} [kg/m^3];$

b)  $\rho \cong \frac{5,6 \cdot \sqrt{2} \cdot 10^{-24}}{r^3} [kg/m^3];$

c)  $\rho \cong \frac{4,1 \cdot \sqrt{2} \cdot 10^{-27}}{r^3} [kg/m^3];$

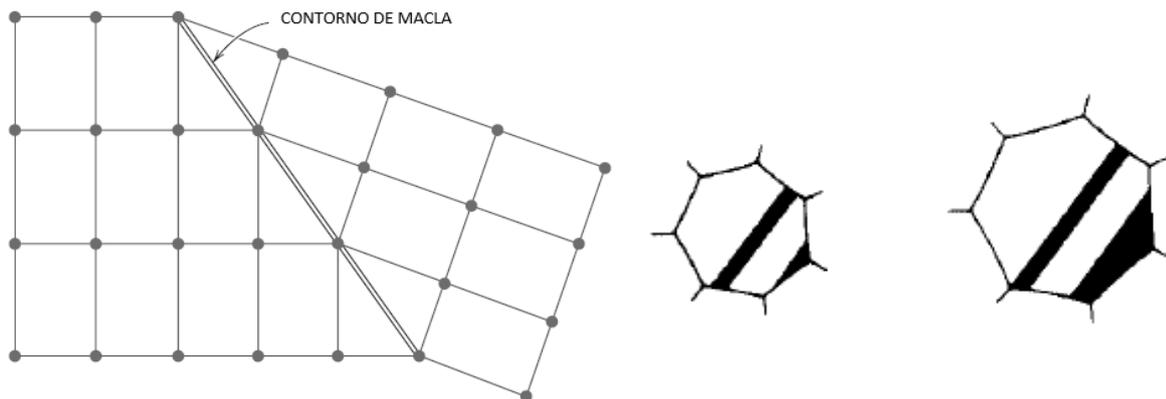
d)  $\rho \cong \frac{5,6 \cdot \sqrt{2} \cdot 10^{-27}}{r^3} [kg/m^3];$

e)  $\rho \cong \frac{6,6 \cdot \sqrt{2} \cdot 10^{-24}}{r^3} [kg/m^3].$

**18.** Suponha que você deseja maximizar a resistência " $\sigma$ " (limite de resistência) de uma liga metálica, controlando o tamanho de grão do metal, em um processo de conformação mecânica a quente. Então, você deve atuar no incremento da taxa de nucleação " $\dot{N}$ " dos sítios de formação de novos grãos e na diminuição da taxa de crescimento " $C$ " do grão, no processo de recristalização da microestrutura dessa liga. Dessa forma, escolha a opção que descreve corretamente como é possível provocar esses efeitos, na prática, atuando no controle dos parâmetros do processo:

- a) Deformar mais intensamente o metal ( $\uparrow$  maior  $\varepsilon$  e/ou maior  $\uparrow$  taxa de deformação  $\dot{\varepsilon}$ ) e controlar a perda de temperatura (maior  $\uparrow$  velocidade de resfriamento).
- b) Deformar mais intensamente o metal (maior  $\uparrow$  deformação  $\varepsilon$  e/ou maior  $\uparrow$  taxa de deformação  $\dot{\varepsilon}$ ) e controlar a perda de temperatura (menor  $\downarrow$  velocidade de resfriamento).
- c) Deformar menos intensamente o metal (menor  $\downarrow$  deformação  $\varepsilon$  e/ou menor  $\downarrow$  taxa de deformação  $\dot{\varepsilon}$ ) e controlar a perda de temperatura (maior  $\uparrow$  velocidade de resfriamento).
- d) Deformar menos intensamente o metal (menor  $\downarrow$  deformação  $\varepsilon$  e/ou menor  $\downarrow$  taxa de deformação  $\dot{\varepsilon}$ ) e controlar a perda de temperatura (menor  $\downarrow$  velocidade de resfriamento).
- e) Deformar homoganeamente o metal (deformação  $\varepsilon$  e taxa de deformação  $\dot{\varepsilon}$  constantes) e aplicar um resfriamento acelerado.

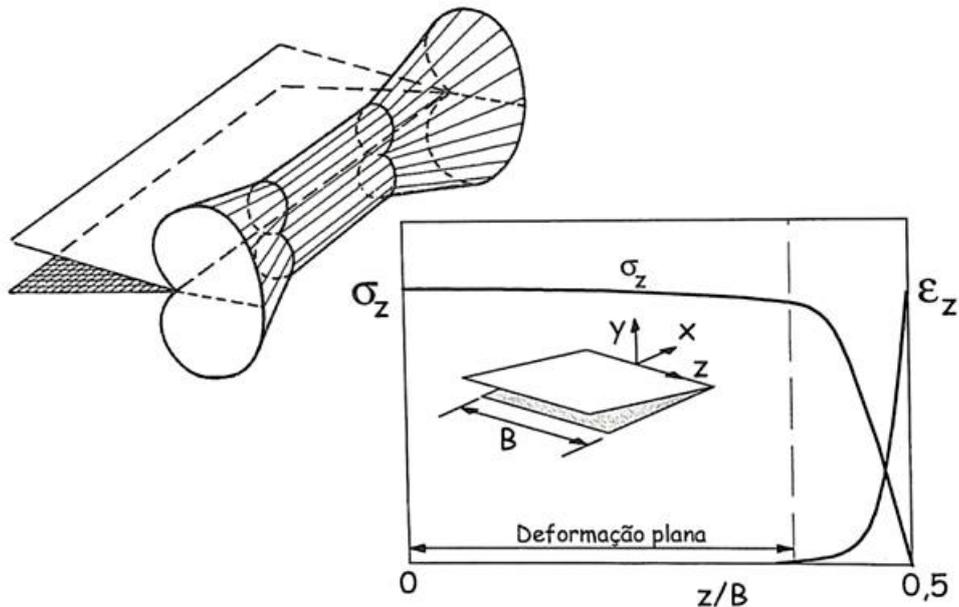
19. Com relação às maclas, escolha a opção **CORRETA**:



- a) Em cristais HC e CCC, as maclas podem ser formadas como resultado da deformação sob baixas temperaturas e provocadas por forças mecânicas, dando, assim, origem às maclas de deformação ou maclas mecânicas. Em alguns casos, as maclas podem ser formadas durante tratamentos térmicos após deformação, resultando nas maclas de recozimento. As de recozimento são mais frequentes em materiais com baixa EDE (Energia de Defeito de Empilhamento), pois a energia do contorno coerente de macla é aproximadamente a metade da energia de defeito de empilhamento. Dessa maneira, é esperado que materiais com baixa EDE apresentem alta frequência de maclas de recozimento.
- b) As estruturas CFC recristalizadas comumente poderão ter maclas de recozimento. Um cristal de Cu puro terá sua EDE aumentada com a adição de elementos, tais como Zn, Al, Sn e Ge. Com o aumento da EDE, as maclas de recozimento ocorrem mais facilmente.
- c) A maclação é importante no processo total de deformação dos metais que possuem poucos sistemas de deslizamento, como é o caso dos metais HC. Isso ocorre porque a maclação favorece a ativação de novos sistemas de deslizamento. Assim, praticamente todo cristal terá seu volume reorientado e, por isso, os metais HC possuirão maior ductilidade do que metais que apresentam maior número de sistemas de deslizamento, como os do tipo CFC.
- d) Quanto mais baixa a EDE de um cristal CFC, maior é a separação entre as discordâncias parciais e mais larga é a falha de empilhamento. Assim, em linhas gerais, a tendência de formação de maclas de recozimento em cristais CFC será mais fácil quanto mais alta for a EDE.
- e) As maclas de recozimento são frequentemente encontradas em metais e ligas fundidas, pois, durante o processo de resfriamento e solidificação, tem-se uma intensa e rápida migração de contornos.

**20.** A figura abaixo mostra o estado de tensões à frente de uma trinca que atravessa toda a largura de uma chapa de espessura “e”. De acordo com a teoria da mecânica da fratura, considere as perguntas a seguir e escolha a opção **CORRETA**:

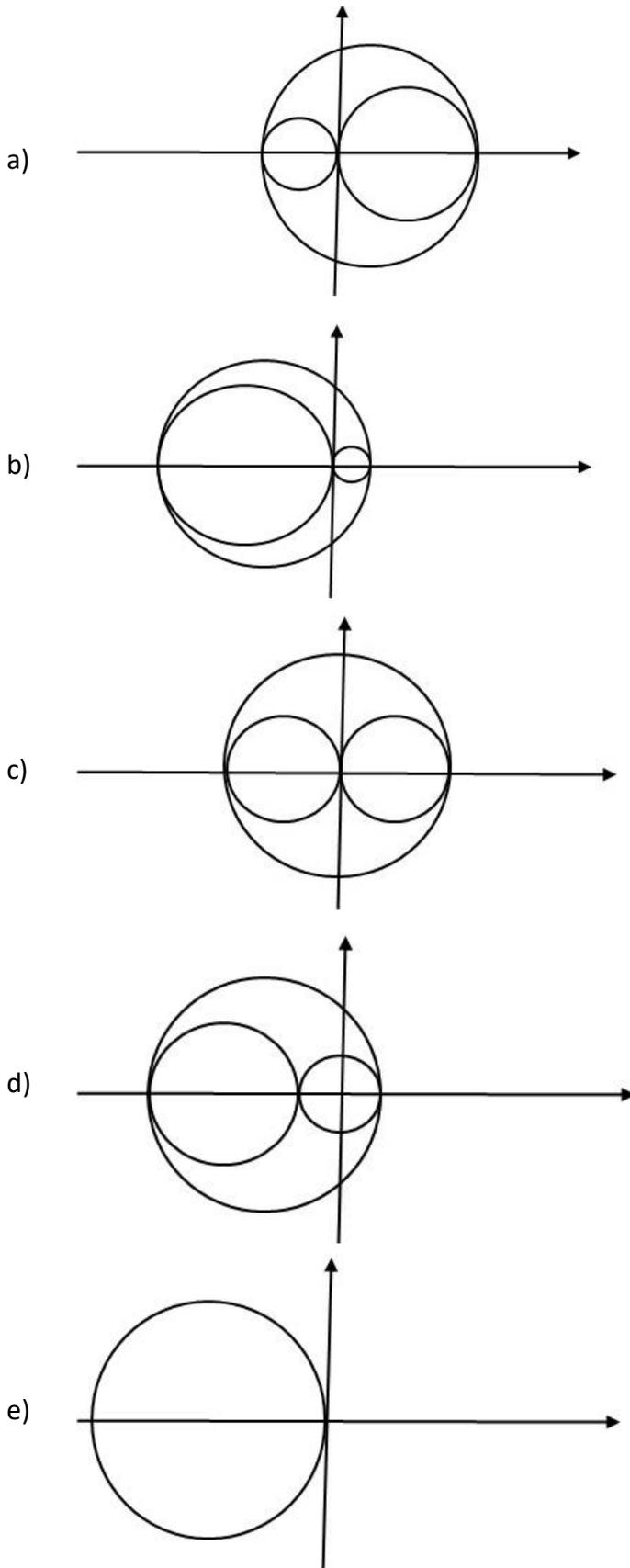
- I. Nas regiões próximas às bordas e na região central da chapa, quais são, respectivamente, as zonas plásticas desenvolvidas?
- II. Nas bordas da placa, qual é o valor de  $\sigma_z$ ?
- III. Qual é o efeito da espessura da chapa no valor da tenacidade à fratura  $K_{IC}$ ?



Fonte: Godefroid, L. B. Apostila Fundamentos da Mecânica da Fratura, ABM, 1999.

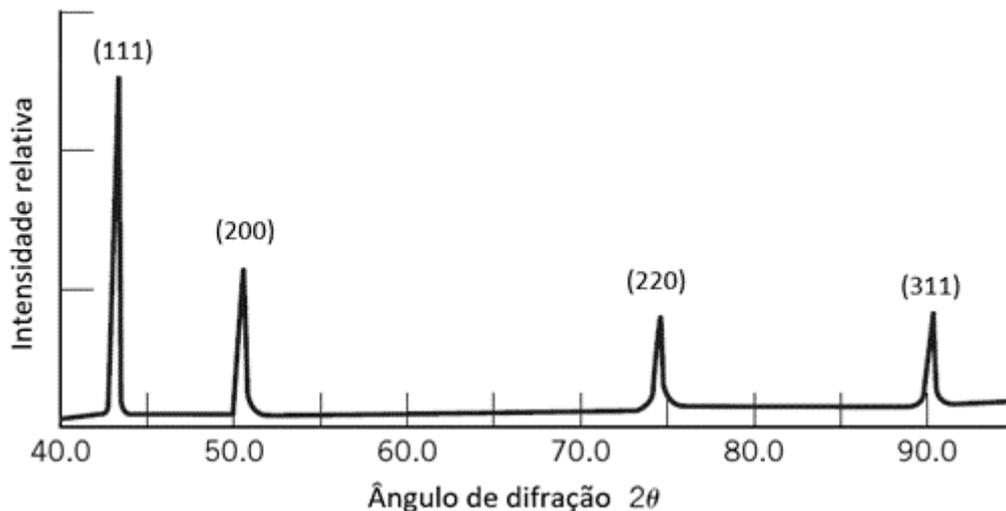
- a) I. Estado Plano de Tensão (EPT) e Estado Plano de Deformação (EPD);  
II.  $\sigma_z \neq 0$ ;  
III.  $K_{IC}$  maior  $\uparrow$  em chapas de menor  $\downarrow$  espessura.
- b) I. Estado Plano de Deformação (EPD) e Estado Plano de Tensão (EPT);  
II.  $\sigma_z = 0$ ;  
III.  $K_{IC}$  maior  $\uparrow$  em chapas de menor  $\downarrow$  espessura.
- c) I. Estado Plano de Deformação (EPD) e Estado Plano de Tensão (EPT);  
II.  $\sigma_z = 0$ ;  
III.  $K_{IC}$  menor  $\downarrow$  em chapas de maior  $\uparrow$  espessura.
- d) I. Estado Plano de Deformação (EPD) e Estado Plano de Tensão (EPT);  
II.  $\sigma_z \neq 0$ ;  
III.  $K_{IC}$  menor  $\downarrow$  em chapas de maior  $\uparrow$  espessura.
- e) I. Estado Plano de Tensão (EPT) e Estado Plano de Deformação (EPD);  
II.  $\sigma_z = 0$ ;  
III.  $K_{IC}$  maior  $\uparrow$  em chapas de menor  $\downarrow$  espessura.

**21.** Entre os desenhos mostrados abaixo, qual é a representação geométrica que melhor configura o círculo de "Mohr", para a seguinte condição de estado de tensão, dada por  $\sigma_1 = 10MPa, \sigma_2 = -10MPa$  e  $\sigma_3 = -50MPa$ :



**22.** A figura abaixo mostra o resultado de difração de raios-X para uma amostra de cobre cristalino com 100% de pureza. Os resultados foram obtidos com uma fonte monocromática  $K_{\alpha\text{Cu}} \cong 0,1540 \text{ nm}$ . Considerando o resultado dessa análise, escolha a alternativa que responde corretamente às seguintes perguntas:

- I. Por que a reflexão de difração, para alguns planos, como (101), não aparece?
- II. O que ocorrerá com a posição dos picos caso a mesma análise seja feita, utilizando-se uma fonte monocromática  $K_{\alpha\text{Mo}} \cong 0,0711 \text{ nm}$  e mantendo-se idênticas as demais condições de análise?



- a) I. Os planos da família {110} da estrutura CFC do cobre não são suficientemente densos para que ocorra a difração;  
II. os picos serão deslocados para esquerda.
- b) I. Para estruturas CFC a difração ocorre somente se os índices h,k,l forem misto de números pares e ímpares;  
II. os picos serão deslocados para direita.
- c) I. Para as estruturas cúbicas simples e tetragonal simples a lei de Bragg é uma condição suficiente para a difração. Porém, no exemplo acima, alguns planos não difratam porque estruturas cristalinas com células unitárias não primitivas possuem átomos em locais adicionais da rede além dos vértices das arestas;  
II. os picos serão deslocados para esquerda.
- d) I. Para estruturas CFC a difração ocorre somente se o resultado da soma dos índices h+k+l for igual a um número ímpar;  
II. os picos serão deslocados para esquerda.
- e) I. Os planos da família {110} da estrutura CFC do cobre não difratam porque os planos da família {111} são mais densos e impedem a reflexão dos demais planos menos densos;  
II. os picos serão deslocados para direita.

**23.** Indique qual é a expressão **CORRETA** usada para obter o valor da tenacidade de uma liga metálica, na qual a curva de tensão verdadeira  $\times$  deformação obedece à lei potencial simples dada pela equação  $\sigma = k\varepsilon^n$ :

- a)  $U_T = K \frac{1}{n} \varepsilon^{n+1}$
- b)  $U_T = K \frac{1}{n} \varepsilon^n$
- c)  $U_T = K \frac{1}{n+1} \varepsilon^{n+1}$
- d)  $U_T = K \frac{1}{n+1} \varepsilon^n$
- e)  $U_T = K \varepsilon^n$

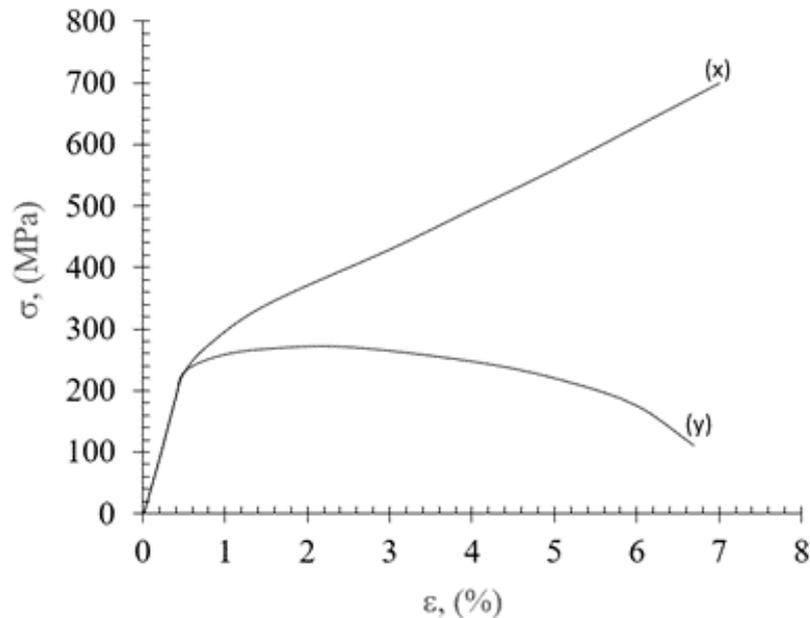
**24.** São mecanismos de endurecimento de metais e suas ligas:

- a) Inclusão de elementos em solução sólida substitucional e/ou intersticial; precipitação coerente e/ou incoerente; redução de tamanho de grão com diminuição de contornos de alto ângulo; aumento de contornos de subgrãos de baixo ângulo.
- b) Manutenção do sistema monofásico com aumento de tamanho de grão; inclusão de elementos em solução sólida substitucional e/ou intersticial; precipitação coerente no contorno de grão; precipitação incoerente em defeitos tais como discordâncias.
- c) Precipitação de segunda fase coerente e/ou incoerente; redução de tamanho de grão por meio do aumento de contornos de baixo ângulo; aumento de concentração de defeitos tais como discordâncias; eliminação de discordâncias por meio da inclusão de elementos em solução sólida substitucional e/ou intersticial.
- d) Inclusão de elementos em solução sólida substitucional e/ou intersticial; precipitação coerente e/ou incoerente na matriz; redução de tamanho de grão com aumento de contornos de alto ângulo; aumento de concentração de defeitos tais como discordâncias por meio da deformação plástica.
- e) Inclusão de elementos em solução sólida substitucional e/ou intersticial; precipitação coerente e/ou incoerente na matriz; manutenção do sistema isento de contornos de alto ângulo; aumento de concentração de defeitos tais como discordâncias por meio da deformação plástica.

**25.** Uma experiência foi realizada no Laboratório de Ensaio Mecânicos, com um corpo de prova de um aço baixo carbono, que foi tracionado além da estrição. O ensaio foi interrompido nesse ponto e o corpo de prova foi descarregado e usinado para um diâmetro um pouco menor que o estrangulamento formado. Em um novo ensaio de tração subsequente, por que o corpo de prova não rompeu no ponto onde houve a formação do estrangulamento?

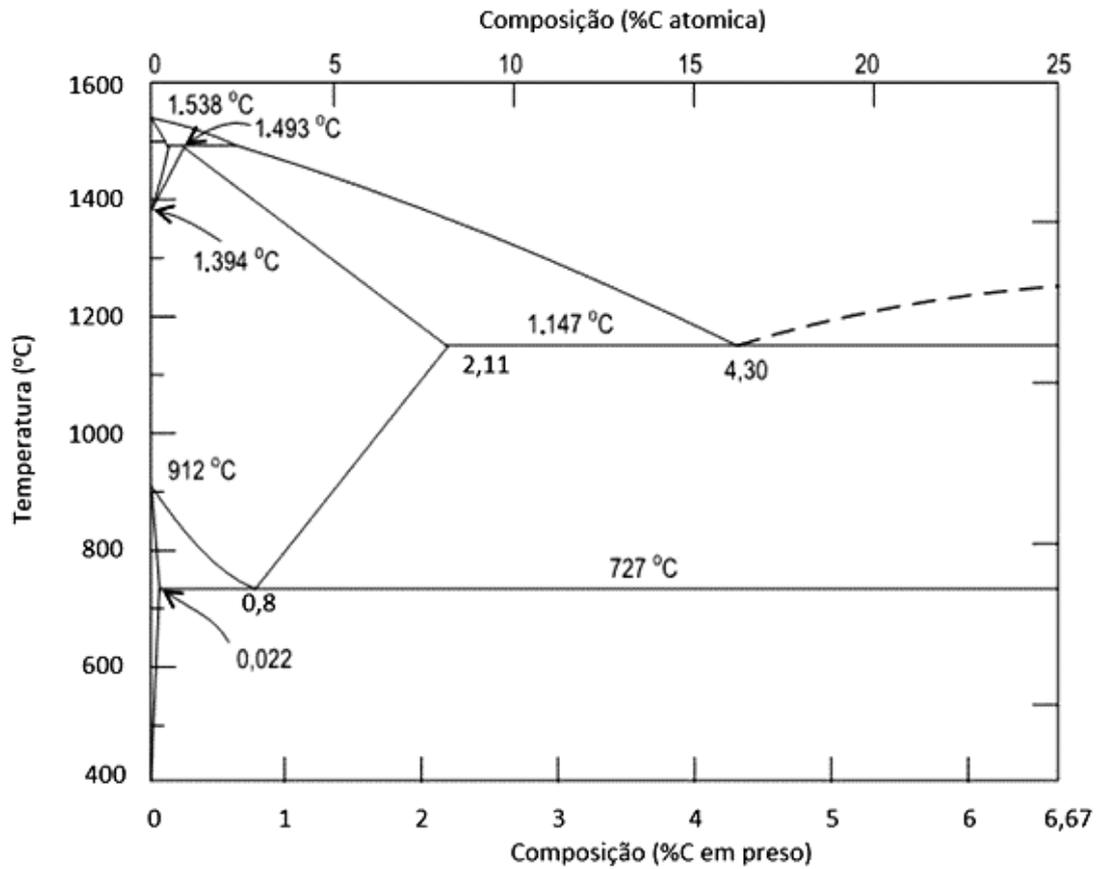
- a) Porque houve formação de maclas na microestrutura dessa região.
- b) Porque a microestrutura dessa região foi fortemente encruada.
- c) Porque houve o aumento da superfície dos contornos de grão nessa região, prejudicando a movimentação das discordâncias.
- d) Porque a nova taxa de deformação imposta no ensaio de tração favorecerá a recristalização dos grãos nessa região, diminuindo seu tamanho e aumentando a resistência.
- e) Porque na região do estrangulamento os campos de tensão em torno das discordâncias reagem entre si de maneira complexa, dificultando a movimentação do circuito de discordâncias.

26. A figura a seguir mostra as curvas (x) e (y) que relacionam a tensão com a deformação, para um ensaio de tração de uma liga metálica. Escolha a opção que descreve **CORRETAMENTE** o comportamento dessas curvas:



- A curva (y) apresenta a tensão verdadeira. A tensão cai com a deformação porque o corpo de prova sofre uma estricção durante a deformação plástica, a partir da tensão de pico.
- A expressão  $\sigma_T = K \cdot (\varepsilon)^n$ , para muitos metais, pode descrever a tensão verdadeira  $\sigma_T$  em função da deformação ( $\varepsilon$ ) da curva (x), a partir do início da deformação plástica, em que K e n são constantes que dependem do tipo de liga. A curva (y) é conhecida como “curva de engenharia” ou “tensão de engenharia”.
- A expressão  $\sigma_T = K \cdot (\varepsilon)^n$  para muitos metais pode descrever a tensão verdadeira  $\sigma_T$  em função da deformação ( $\varepsilon$ ) da curva (x) a partir do início da deformação plástica, em que K e n são constantes que não dependem do tipo de liga, mas dependem da máquina de ensaio de tração. O n é conhecido como “coeficiente de ajuste”, normalmente possui valores inferiores a 1 e quanto maior seu valor, menor é a taxa de encruamento do material quando é deformado plasticamente.
- A Lei de Hooke pode ser usada para descrever tanto a deformação plástica como a elástica, em ambas as situações, ou seja, curva (x) e curva (y).
- A curva (x) representa a tensão verdadeira, pois leva em consideração a redução da seção transversal do corpo de prova durante o ensaio de tração. Por isso, a Lei de Hooke vale em toda a extensão da curva.

27. Um aço hipereutetóide, com 1,1 %C, é resfriado de forma que a quantidade de perlita presente na microestrutura é 98,7%. A razão entre as espessuras das lamelas de ferrita e cementita na perlita é dada pela equação  $R = \frac{\%Fe_{\alpha}}{\%Fe_3C}$ . Considere que as densidades da ferrita e cementita sejam iguais. Marque a alternativa que apresenta **CORRETAMENTE** a razão entre a espessura das lamelas obtida por meio desse resfriamento:



- a) 7.
- b) 5,1.
- c) 6.
- d) 5,6.
- e) 4,9.

**28.** Qual é a variação de entropia quando se aquece o cobre de 300 K a 900 K?

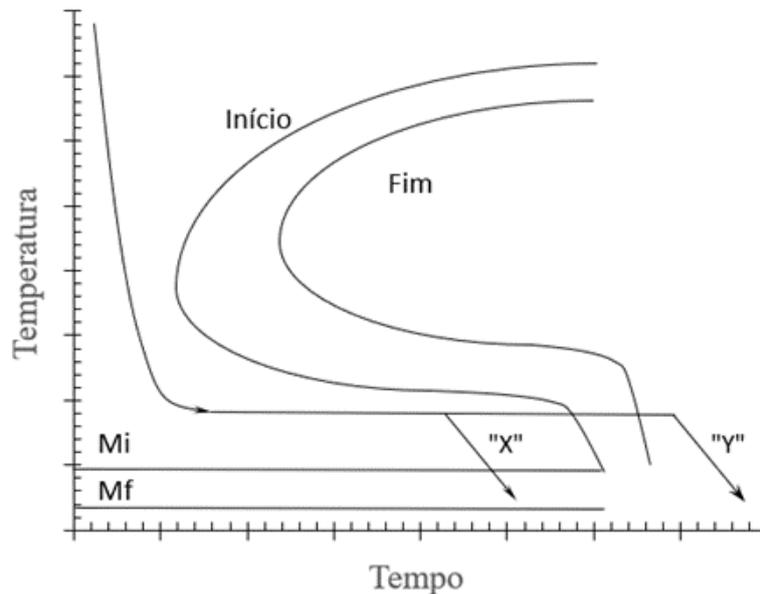
Dados: assumo  $C_p$  do Cu =  $22,6 + (6,3 \times 10^{-23}) \cdot T$  (J/mol);  $\ln(3) \cong 1,1$

- a)  $\Delta S \cong 2,49 \frac{\text{J}}{\text{mol.K}}$  ;
- b)  $\Delta S \cong 20 \frac{\text{J}}{\text{mol.K}}$  ;
- c)  $\Delta S \cong 24,9 \frac{\text{J}}{\text{mol.K}}$  ;
- d)  $\Delta S \cong 0,20 \frac{\text{J}}{\text{mol.K}}$  ;
- e)  $\Delta S \cong 249 \frac{\text{J}}{\text{mol.K}}$  .

**29.** A presença de elementos de liga em solução sólida tende a decrescer a taxa de nucleação durante a recristalização. Por que esse efeito se manifesta durante o processo de recristalização?

- a) Porque os elementos de liga criam barreiras para a movimentação das discordâncias no reticulado cristalino e esses elementos, em solução sólida, tendem a migrar para os contornos de grão, para facilitar o escorregamento dos planos cristalinos. Como na recristalização a nucleação é sempre heterogênea, tudo que dificultar o movimento da interface do contorno de grão, vai prejudicar a recristalização.
- b) Porque os elementos de liga criam barreiras para a movimentação das discordâncias no reticulado cristalino e esses elementos, em solução sólida, tendem a migrar para os contornos de grão, para facilitar o escorregamento dos planos cristalinos. Como na recristalização a nucleação é sempre homogênea, tudo que dificultar o movimento da interface do contorno de grão, vai prejudicar a recristalização.
- c) Porque os elementos de liga criam campos de compressão no reticulado cristalino e esses elementos, em solução sólida, tendem a migrar para os campos de tração dos contornos de grão, para minimizar a energia elástica interna. Como na recristalização a nucleação é sempre heterogênea, tudo que dificultar o movimento da interface do contorno de grão, vai prejudicar a recristalização.
- d) Porque os elementos de liga criam campos de tração no reticulado cristalino e esses elementos, em solução sólida, tendem a migrar para os campos de compressão dos contornos de grão, para minimizar a energia elástica interna. Como na recristalização a nucleação é sempre heterogênea, tudo que dificultar o movimento da interface do contorno de grão, vai prejudicar a recristalização.
- e) Porque os elementos de liga criam barreiras para a movimentação das discordâncias no reticulado cristalino e esses elementos, em solução sólida, tendem a migrar para os contornos de grão, para facilitar o escorregamento dos planos cristalinos. Como na recristalização a nucleação é sempre heterogênea, tudo que dificultar o movimento da interface do contorno de grão, vai prejudicar a recristalização.

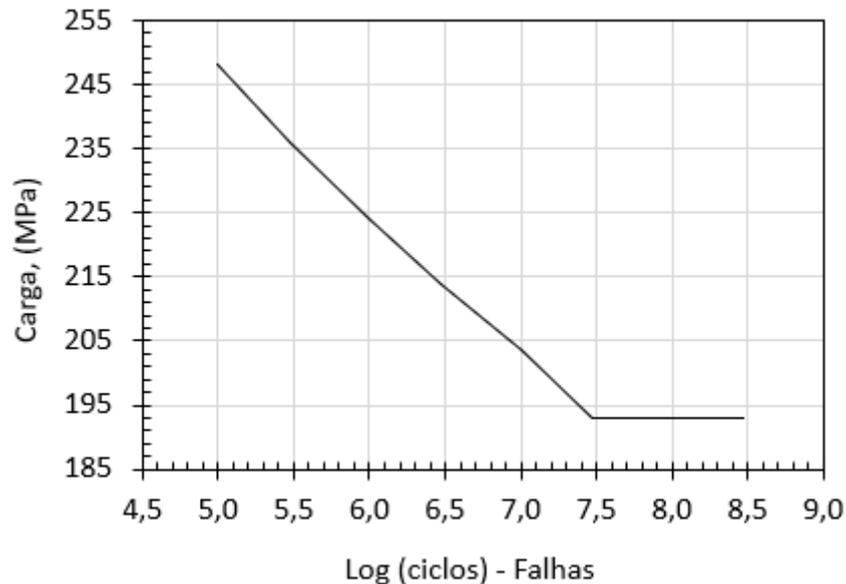
30. A figura a seguir mostra esquematicamente o diagrama das curvas TTT utilizadas para auxiliar no planejamento de tratamentos térmicos objetivando melhorar a relação resistência/ductilidade dos aços. Com base nesse diagrama, escolha a opção que descreve **CORRETAMENTE** os caminhos dos tratamentos térmicos "X" e "Y":



- "X" e "Y" correspondem, respectivamente, aos tratamentos de têmpera e austêmpera. No caso da têmpera, devido ao resfriamento brusco, frequentemente é muito comum a formação de trincas devido a tensões térmicas formadas. Já para a austêmpera, o aço é resfriado, passando pela transformação bainítica, de modo diminuir a formação de tensões.
- Tanto em "X" quanto em "Y" teremos uma condição de alívio de tensões quando comparado com a têmpera. Assim, o "Y" é conhecido como martêmpera porque é um tratamento que permite a formação de bainita, mas o estágio isotérmico causa um profundo alívio de tensões. Já "X" é o conhecido tratamento térmico de austêmpera, no qual o aço, apesar de formar martensita, apresenta excelentes propriedades mecânicas sem a presença de trincas ou defeitos causados por tensões térmicas.
- "X" e "Y" correspondem, respectivamente, aos tratamentos de martêmpera e austêmpera. No caso da martêmpera, devido ao resfriamento mais brusco e rápida passagem pelos limites (Mi-Ms), quando comparado com a têmpera, frequentemente é muito comum a formação de tensões térmicas, trincas e empenamentos. Por isso, é um tratamento que não dispensa o posterior revenimento. No caso da austêmpera, o aço é resfriado sem cortar as curvas de início e fim de transformação, passando depois pela transformação bainítica, de modo a viabilizar melhor relação dureza e ductilidade.
- "X" e "Y" correspondem, respectivamente, aos tratamentos de martêmpera e austêmpera. A martêmpera consiste em uma modificação da têmpera em que o aço sofre um rápido resfriamento sem cortar o "nariz" da curva TTT (início-fim). Porém, antes que se atinja a temperatura  $M_i$ , o resfriamento é interrompido e mantido isotermicamente, por um tempo, acima dessa temperatura ( $M_i$ ). Esse intervalo de tempo permite a liberação de tensões em excesso, viabilizando uma maior uniformização da temperatura para, finalmente, resfriar o aço passando através de  $M_i$  até  $M_s$ . O importante desse tratamento é que, a partir da temperatura isotérmica, o tempo é controlado de modo que posteriormente será formada a martensita, porém com menor distorção. Já o tratamento térmico "Y" refere-se à austêmpera, nesse caso se deseja a formação de bainita que poderá ser útil, devido à relação dos valores de dureza e tenacidade que são atingidos.

- e) "X" e "Y" correspondem, respectivamente, à martêmpera e austêmpera. O tratamento térmico "X" é similar a um recozimento no qual o intervalo isotérmico favorece o crescimento da fase ferrítica. Assim, ao final do processo tem-se grãos ferríticos com agulhas de Widmanstätten e excelente relação resistência mecânica e ductilidade. Já o tratamento térmico "Y" é indicado para situações nas quais se deseja uma estrutura final bainítica, sem a presença de martensita.

**31.** Com base na figura a seguir, que mostra os resultados para ductilidade (Fadiga) de um ferro fundido, escolha a opção que está **CORRETAMENTE** relacionada com os dados da curva S-N:



- a) A curva S-N mostra que o material não irá falhar, independentemente da carga e do número de ciclos.
- b) Sob cargas elevadas, por exemplo, superiores a 195 Mpa, podemos observar que o material resiste e não irá falhar.
- c) O limite de fadiga para liga é de aproximadamente 193 MPa.
- d) Quanto menor o número de ciclos, menor é a carga limite para que se tenha a falha do material.
- e) Não existe um limite de carga seguro para que o material apresentado não falhe por fadiga.

**32.** Uma barra de cobre, originalmente com 10,00 cm de comprimento, foi tracionada até uma deformação  $\epsilon=0,002$ . Considerando uma deformação totalmente elástica e sabendo que o módulo de elasticidade de Young (E) vale 110 GPa, escolha a alternativa que apresenta, respectivamente, os valores **CORRETOS** do comprimento final da barra e da carga aplicada:

- a) 100,2 cm; 210 MPa.
- b) 1,002 cm; 210 MPa.
- c) 10,02 cm; 220 MPa.
- d) 10,01 cm; 220 GPa.
- e) 10,01 cm; 210 MPa.

**33.** Admita que uma solução sólida seja formada por átomos de dois tipos, A e B e que qualquer átomo, seja A ou B, não tenha preferência pela natureza de seus vizinhos. Nesse caso, não haverá tendência dos átomos de A ou de B se agruparem ou de átomos de natureza distintas se atraírem. Uma solução desse tipo é considerada uma solução ideal e a variação das energias livres molares parciais são dadas abaixo para cada elemento. Entretanto, sabemos que a maioria das soluções líquidas e sólidas não são ideais e, para soluções reais, suas energias livres parciais são definidas pelas equações mostradas abaixo com a introdução de um parâmetro “a”, denominado coeficiente de atividade.

Solução Ideal

$$\Delta\widetilde{G}_A = RT\ln N_A$$

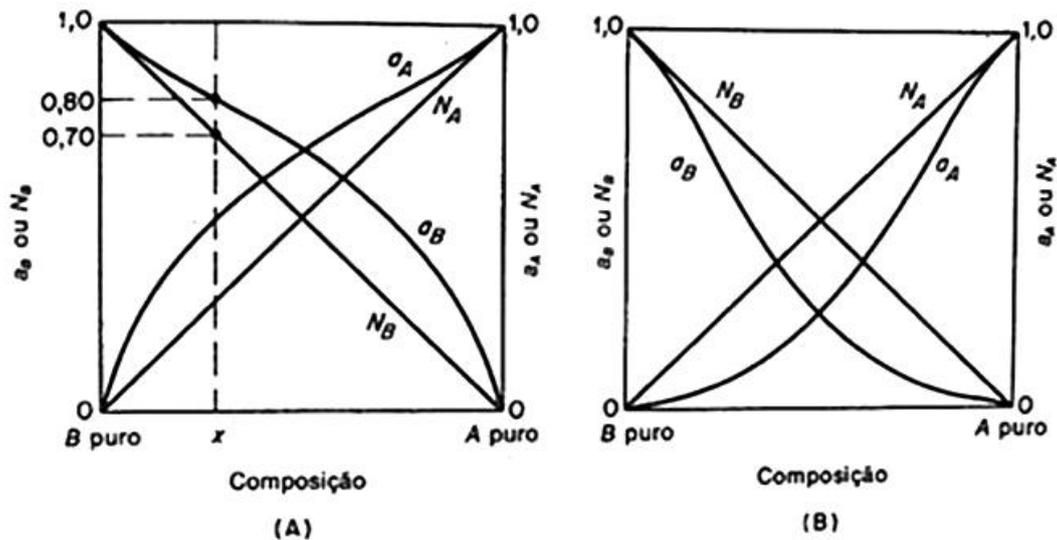
$$\Delta\widetilde{G}_B = RT\ln N_B$$

Solução Real

$$\Delta\widetilde{G}_A = RT\ln a_A$$

$$\Delta\widetilde{G}_B = RT\ln a_B$$

A figura abaixo mostra as curvas típicas de dois tipos de liga, em que são apresentadas as curvas de atividades mostrando a quanto uma solução se afasta da idealidade. As curvas da figura A apresentam os desvios positivos e, as curvas da figura B, os desvios negativos. Qual é o significado físico-químico desses desvios positivo e negativo, respectivamente?



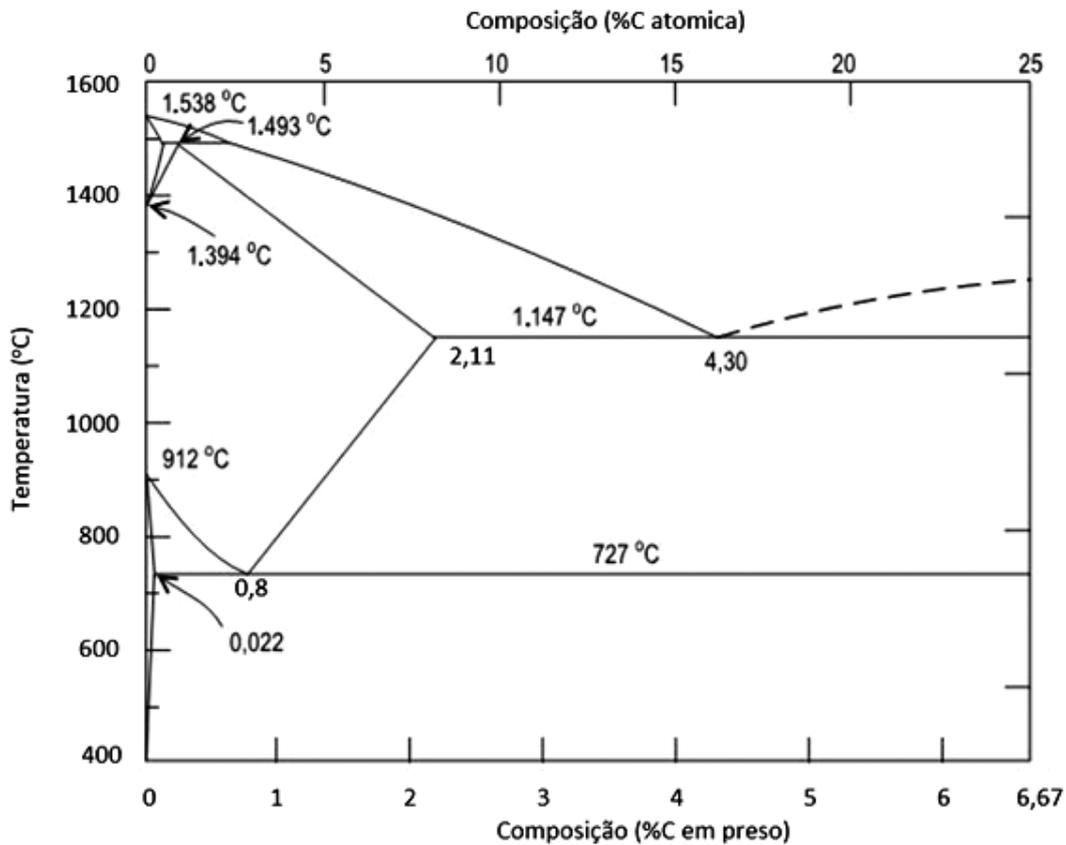
Fonte: Reed-Hill, Robert. Princípios de Metalurgia Física, Guanabara, 1ª edição, 1982.

- A atração entre átomos do mesmo tipo é igual à atração entre átomos de natureza distinta; e os átomos de natureza distinta atraem-se mais intensamente do que átomos de natureza semelhante.
- A atração dos átomos do mesmo tipo é menor do que a atração entre átomos de natureza distinta; e os átomos de natureza distinta atraem-se mais intensamente do que átomos de natureza semelhante.
- A atração dos átomos do mesmo tipo é maior do que a atração entre átomos de natureza distinta; e os átomos de natureza distinta atraem-se mais intensamente do que átomos de natureza semelhante.
- A atração dos átomos do mesmo tipo é maior do que a atração entre átomos de natureza distinta; e os átomos de natureza distinta atraem-se menos intensamente do que átomos de natureza semelhante.
- A atração dos átomos do mesmo tipo é maior do que a atração entre átomos de natureza distinta; e os átomos de natureza distinta atraem-se com a mesma intensidade do que átomos de natureza semelhante.

**34.** Existe uma discrepância entre o limite de escoamento teórico e o observado nos cristais reais. De acordo com a literatura da área, isso é devido à existência de defeitos no reticulado dos materiais cristalinos, conhecidos como “discordâncias”. Essas discordâncias tendem a se acumular nos planos de escorregamento, o que facilita o escoamento plástico dos materiais metálicos, quando estes são submetidos a uma tensão de cisalhamento crítico, proveniente de um esforço mecânico externo e/ou tensões residuais internas geradas durante algum processamento de conformação. Então, é muito importante que a discordância seja caracterizada teoricamente para facilitar o seu estudo e melhorar o seu entendimento. Existem dois tipos de discordâncias: em “cunha” (também denominada em aresta) e em “hélice” (também denominada em parafuso). O vetor de *Burgers* de uma discordância é uma propriedade importante porque, se o vetor *Burgers* e a orientação da linha de discordância são conhecidos, a discordância está completamente descrita. Nesse contexto, é possível afirmar, que:

- a) a discordância em cunha é paralela ao vetor de *Burgers*, move-se (em seu plano de escorregamento) na direção do vetor de *Burgers* (direção de escorregamento), sob uma tensão de cisalhamento de sentido  $\rightleftarrows$ , sendo que uma discordância positiva  $\perp$  se move para a esquerda e uma negativa T para a direita. A discordância em hélice é paralela ao seu vetor de *Burgers* e se move (no plano de escorregamento) numa direção paralela ao vetor de *Burgers* (direção de escorregamento).
- b) A discordância em cunha é perpendicular ao vetor de *Burgers*, move-se (em seu plano de escorregamento) na direção do vetor de *Burgers* (direção de escorregamento), sob uma tensão de cisalhamento de sentido  $\rightleftarrows$ , sendo que uma discordância positiva  $\perp$  se move para a esquerda e uma negativa T para a direita. A discordância em hélice é paralela ao seu vetor de *Burgers* e se move (no plano de escorregamento) numa direção paralela ao vetor de *Burgers* (direção de escorregamento).
- c) A discordância em cunha é perpendicular ao vetor de *Burgers*, move-se (em seu plano de escorregamento) na direção do vetor de *Burgers* (direção de escorregamento), sob uma tensão de cisalhamento de sentido  $\rightleftarrows$ , uma discordância positiva  $\perp$  se move para a direita e uma negativa T para a esquerda. A discordância em hélice é paralela ao seu vetor de *Burgers* e se move (no plano de escorregamento) numa direção paralela ao vetor de *Burgers* (direção de escorregamento).
- d) A discordância em cunha é perpendicular ao vetor de *Burgers*, move-se (em seu plano de escorregamento) na direção do vetor de *Burgers* (direção de escorregamento), sob uma tensão de cisalhamento de sentido  $\rightleftarrows$ , sendo que uma discordância positiva  $\perp$  se move para a esquerda e uma negativa T para a direita. A discordância em hélice é paralela ao seu vetor de *Burgers* e se move (no plano de escorregamento) numa direção perpendicular ao vetor de *Burgers* (direção de escorregamento).
- e) A discordância em cunha é perpendicular ao vetor de *Burgers*, move-se (em seu plano de escorregamento) na direção do vetor de *Burgers* (direção de escorregamento), sob uma tensão de cisalhamento de sentido  $\rightleftarrows$ , sendo que uma discordância positiva  $\perp$  se move para a direita e uma negativa T para a esquerda. A discordância em hélice é paralela ao seu vetor de *Burgers* e se move (no plano de escorregamento) numa direção perpendicular ao vetor de *Burgers* (direção de escorregamento).

35. Considerando o diagrama de fases Fe-C a seguir, escolha a opção **CORRETA**:

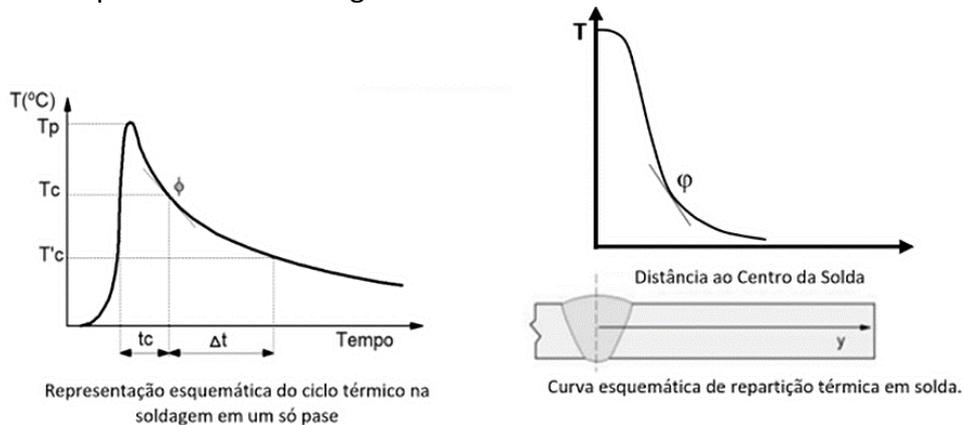


- a) A solubilidade máxima de carbono na ferrita é 0,8% e independe da temperatura.
- b) Em um aço com 0,8% de C, no equilíbrio, a perlita será constituída de ~79% ferro  $\alpha$  e ~21%  $Fe_3C$ .
- c) Em função da temperatura, a solubilidade máxima de carbono na austenita poderá ser até 0,8%.
- d) Em um aço com 0,8% de C, no equilíbrio a 400°C, a perlita é constituída de ~88% ferro  $\alpha$  e ~12%  $Fe_3C$ .
- e) Em um aço com 0,8% de C, no equilíbrio a 726°C, a perlita é constituída de ~11,7% ferro  $\alpha$  e ~88,3%  $Fe_3C$ .

36. Com relação às leis da recristalização, escolha a opção **CORRETA**:

- a) Não é necessária uma deformação mínima para causar a recristalização.
- b) Diminuindo o tempo de recozimento, diminui-se a temperatura necessária para a recristalização.
- c) O tamanho de grão final depende (fortemente) do grau de deformação e (fracamente) da temperatura de recozimento. Quanto maior o grau de deformação e/ou menor a temperatura de recozimento, menor será o tamanho de grão final.
- d) A quantidade de deformação requerida para dar um grau de deformação/formação de defeitos equivalente diminui com o aumento da temperatura de trabalho.
- e) Continuando o aquecimento após a recristalização se completar, o tamanho de grão diminui, devido ao aumento das interfaces de alto ângulo.

**37.** Na maioria dos processos de soldagem por fusão, uma fonte de calor concentrada, de alta intensidade, é aplicada em uma posição da junta e deslocada ao longo desta. O calor gerado por essa fonte escoa principalmente por condução através das peças e, exceto para a soldagem de peças de pequenas dimensões, as perdas por radiação e convecção na superfície da peça e o efeito de outras fontes de calor pode ser desprezada. Essa transferência de calor da fonte para a junta causa alterações de temperatura na solda e nas regiões adjacentes do metal de base, que dependem da forma com que o calor é difundido para o restante do material sendo soldado. Por sua vez, essas variações de temperatura causam, além da fusão e solidificação do cordão de solda, variações dimensionais e alterações microestruturais localizadas, que podem resultar em efeitos indesejáveis. Existem dois parâmetros muito importantes na soldagem, que são a “Energia de Soldagem” e a “Temperatura de Pré-Aquecimento”, que são facilmente controlados e monitorados, e que influenciam significativamente no perfil do fluxo de calor na soldagem. Esses parâmetros, devidamente ajustados, podem minimizar os efeitos deletérios, tais como: tensões residuais e distorção; deterioração de propriedades mecânicas (ductilidade, tenacidade, resistência mecânica, etc.); formação de trincas; deterioração de propriedades físicas, químicas, etc. Com base nas considerações acima e nas curvas a seguir, marque a alternativa que apresenta **CORRETAMENTE** quais são os efeitos provocados na taxa de resfriamento e no gradiente térmico, na região da solda, pela variação da Energia de Soldagem e pela aplicação do Pré-aquecimento na soldagem.



Fonte: Marques, P. V.; Modenesi, P.J. Bracarense, A. Q.: Soldagem: fundamentos e tecnologia, UFMG, 2011.

- O aumento da Energia de Soldagem provoca o aumento da taxa de resfriamento  $\phi [d_T/d_t]$  e o aumento do gradiente térmico  $\phi [\partial_T/d_y]$ . A aplicação do Pré-aquecimento provoca o aumento da taxa de resfriamento  $\phi [d_T/d_t]$  e o aumento do gradiente térmico  $\phi [\partial_T/d_y]$ .
- O aumento da Energia de Soldagem provoca a diminuição da taxa de resfriamento  $\phi [d_T/d_t]$  e a diminuição do gradiente térmico  $\phi [\partial_T/d_y]$ . A aplicação do Pré-aquecimento provoca o aumento da taxa de resfriamento  $\phi [d_T/d_t]$  e o aumento do gradiente térmico  $\phi [\partial_T/d_y]$ .
- O aumento da Energia de Soldagem provoca o aumento da taxa de resfriamento  $\phi [d_T/d_t]$  e o aumento do gradiente térmico  $\phi [\partial_T/d_y]$ . A aplicação do Pré-aquecimento provoca a diminuição da taxa de resfriamento  $\phi [d_T/d_t]$  e a diminuição do gradiente térmico  $\phi [\partial_T/d_y]$ .
- O aumento da Energia de Soldagem provoca a diminuição da taxa de resfriamento  $\phi [d_T/d_t]$  e a diminuição do gradiente térmico  $\phi [\partial_T/d_y]$ . A aplicação do Pré-aquecimento provoca a diminuição da taxa de resfriamento  $\phi [d_T/d_t]$  e a diminuição do gradiente térmico  $\phi [\partial_T/d_y]$ .
- O aumento da Energia de Soldagem provoca o aumento da taxa de resfriamento  $\phi [d_T/d_t]$  e a diminuição do gradiente térmico  $\phi [\partial_T/d_y]$ . A aplicação do Pré-aquecimento provoca a diminuição da taxa de resfriamento  $\phi [d_T/d_t]$  e o aumento do gradiente térmico  $\phi [\partial_T/d_y]$ .

**38.** A cementação é um típico tratamento térmico superficial, aplicado para melhorar a resistência da superfície de trabalho dos aços. A cementação depende dos processos difusivos. A tabela abaixo apresenta alguns valores de coeficiente de difusão (D) para o C, na rede cristalina CCC e CFC: Assim, com relação ao tratamento de cementação, a afirmativa **CORRETA** é:

Difusão do C em alguns sistemas				
Sistema	Do, (cm <sup>2</sup> /s)	Q, (kJ/mol)	(D) a 20 °C, cm <sup>2</sup> /s	(D) a 800 °C, cm <sup>2</sup> /s
Fe-α	0,0079	75,8	10 <sup>-17</sup>	10 <sup>-5</sup>
Fe-γ	0,21	141,5	10 <sup>-27</sup>	10 <sup>-8</sup>

- Os tratamentos térmicos de cementação dos aços serão mais eficientes abaixo da temperatura de austenitização porque, na condição ferrítica, o coeficiente de difusão e a solubilidade são maiores.
- A cementação é um processo de endurecimento superficial designado para os aços. Normalmente, é feito sob temperaturas da ordem de 850 °C a 950 °C, nas quais tem-se a forma alotrópica CFC, a qual possui maior capacidade de dissolver o C na rede cristalina, quando comparado com o ferro CCC.
- A profundidade de cementação não depende da temperatura, pois o coeficiente de difusão é muito baixo no ferro CCC e CFC.
- A cementação deve ser feita sob temperaturas reduzidas, pois, assim, o tratamento não irá distorcer a rede cristalina provocando a formação de trincas e tensões. Além disso, com a menor temperatura, reduz-se o gradiente de carbono ao longo da espessura cementada.
- A energia de difusão do Fe-α é menor que a energia de difusão do Fe-γ. Então, os processos de cementação serão mais eficientes na condição ferrítica, obtendo-se camadas mais espessas. Assim, teremos maior concentração e menor gradiente de C ao longo da espessura cementada.

**39.** De modo geral, quais são os possíveis efeitos da velocidade de deformação ( $\dot{\epsilon} = \frac{d\epsilon}{dt}$ ) na temperatura e na carga de laminação a quente, respectivamente?

- Maior  $\dot{\epsilon}$  → Maior temperatura e Carga de laminação constante.
- Maior  $\dot{\epsilon}$  → Maior temperatura e Menor Carga de laminação.
- Maior  $\dot{\epsilon}$  → Temperatura constante e Carga de laminação constante.
- Maior  $\dot{\epsilon}$  → Menor temperatura e Menor Carga de laminação.
- Maior  $\dot{\epsilon}$  → Menor temperatura e Maior Carga de laminação.

**40.** Considere as perguntas a seguir, bem como a definição das variáveis, e escolha a opção que contém as respostas **CORRETAS**:

I. Quais são os tipos de difusão atômica nos sólidos, de acordo com a literatura da área de Metalurgia?

II. Qual é a relação das Energias de Ativação, em termos de suas ordens de grandeza?

$Q_v$  — Energia de Ativação de Volume;

$Q_{cg}$  — Energia de Ativação de Contorno de grão;

$Q_s$  — Energia de Ativação na Superfície;

$Q_i$  — Energia de Ativação na Interface.

a) I. Difusão no Volume; Difusão no Contorno de Grão e Difusão na Superfície.

II.  $Q_v > Q_{cg} > Q_s$ .

b) I. Difusão no Volume; Difusão no Contorno de Grão e Difusão na Superfície.

II.  $Q_v < Q_{cg} < Q_s$ .

c) I. Difusão no Volume; Difusão no Contorno de Grão e Difusão na Interface.

II.  $Q_v > Q_{cg} > Q_i$ .

d) I. Difusão no Volume; Difusão no Contorno de Grão e Difusão na Interface.

II.  $Q_v < Q_{cg} < Q_i$ .

e) I. Difusão no Volume; Difusão no Contorno de Grão e Difusão na Interface.

II.  $Q_v > Q_i > Q_{cg}$ .





Ministério da Educação  
Instituto Federal do Espírito Santo  
Reitoria

# CONCURSO PÚBLICO

## Folha de Resposta (Rascunho)

Questão	Resposta	Questão	Resposta	Questão	Resposta	Questão	Resposta
01		11		21		31	
02		12		22		32	
03		13		23		33	
04		14		24		34	
05		15		25		35	
06		16		26		36	
07		17		27		37	
08		18		28		38	
09		19		29		39	
10		20		30		40	