



ENADE 2005

EXAME NACIONAL DE DESEMPENHO DOS ESTUDANTES

Aplicação: 6/11/2005

Área:

Engenharia – Grupo V

LEIA COM ATENÇÃO AS INSTRUÇÕES ABAIXO.

CESPE
UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
Criando Oportunidades para Realizar Sonhos

- 1 Este caderno é constituído de questões objetivas e discursivas, referentes à **formação geral** e ao **componente específico** da área. No final do caderno, há um **questionário de percepção sobre a prova**, constituído de 9 questões. As questões da prova estão assim distribuídas:

Partes	N.º das questões		Peso de cada parte	
	objetivas	discursivas	objetivas	discursivas
Formação Geral	1 a 7	8 a 10	55%	45%
Núcleo de Conteúdos Básicos	11 a 20	–	100%	–
Núcleo de Conteúdos Profissionalizantes Específicos do Grupo V	21 a 26 28, 30, 31 33 a 35	27, 29 e 32		
Componente Específico	Engenharia de Materiais, sem ênfase Engenharia de Materiais com ênfase em materiais metálicos Engenharia de Materiais com ênfase em materiais cerâmicos e Engenharia de Materiais-Cerâmica Engenharia de Materiais com ênfase em materiais poliméricos e Engenharia de Materiais-Plástico Engenharia Metalúrgica e Engenharia de Fundição Engenharia Física	36 a 40 41 a 45 46 a 50 51 a 55 56 a 60 61 a 65	80% 20%	– – – – – –

- 2 Caso este caderno esteja incompleto, solicite ao fiscal de sala que o substitua.
- 3 Nas questões objetivas, marque, em cada uma, a única opção correta (A, B, C, D ou E), de acordo com o respectivo comando.
- 4 Durante a prova, você não deverá levantar-se nem comunicar-se com outros estudantes. Além disso, não será permitida a utilização de material de consulta.
- 5 Ao terminar a prova, chame o fiscal de sala e devolva-lhe a sua folha de respostas e o caderno de respostas das questões discursivas. Você só poderá sair levando este caderno de prova decorridos **noventa** minutos do início da prova.
- 6 A duração da prova é de **quatro horas**, já incluído o tempo destinado à identificação e ao preenchimento da folha de respostas e do caderno de respostas das questões discursivas.

FORMAÇÃO GERAL

QUESTÃO 1

Está em discussão, na sociedade brasileira, a possibilidade de uma reforma política e eleitoral. Fala-se, entre outras propostas, em financiamento público de campanhas, fidelidade partidária, lista eleitoral fechada e voto distrital. Os dispositivos ligados à obrigatoriedade de os candidatos fazerem declaração pública de bens e prestarem contas dos gastos devem ser aperfeiçoados, os órgãos públicos de fiscalização e controle podem ser equipados e reforçados.

Com base no exposto, mudanças na legislação eleitoral poderão representar, como principal aspecto, um reforço da

- Ⓐ política, porque garantirão a seleção de políticos experientes e idôneos.
- Ⓑ economia, porque incentivarão gastos das empresas públicas e privadas.
- Ⓒ moralidade, porque inviabilizarão candidaturas despreparadas intelectualmente.
- Ⓓ ética, porque facilitarão o combate à corrupção e o estímulo à transparência.
- Ⓔ cidadania, porque permitirão a ampliação do número de cidadãos com direito ao voto.

QUESTÃO 2

Leia e relacione os textos a seguir.

O Governo Federal deve promover a inclusão digital, pois a falta de acesso às tecnologias digitais acaba por excluir socialmente o cidadão, em especial a juventude.

Projeto Casa Brasil de inclusão digital começa em 2004. In: Mariana Mazzza. **JB online**.



Comparando a proposta acima com a charge, pode-se concluir que

- Ⓐ o conhecimento da tecnologia digital está democratizado no Brasil.
- Ⓑ a preocupação social é preparar quadros para o domínio da informática.
- Ⓒ o apelo à inclusão digital atrai os jovens para o universo da computação.
- Ⓓ o acesso à tecnologia digital está perdido para as comunidades carentes.
- Ⓔ a dificuldade de acesso ao mundo digital torna o cidadão um excluído social.

QUESTÃO 3

As ações terroristas cada vez mais se propagam pelo mundo, havendo ataques em várias cidades, em todos os continentes. Nesse contexto, analise a seguinte notícia:

No dia 10 de março de 2005, o Presidente de Governo da Espanha, José Luis Rodriguez Zapatero, em conferência sobre o terrorismo, ocorrida em Madri para lembrar os atentados do dia 11 de março de 2004, assinalou que “os espanhóis encheram as ruas em sinal de dor e solidariedade e, dois dias depois, encheram as urnas, mostrando, assim, o único caminho para derrotar o terrorismo: a democracia”. Também proclamou que não existe álibi para o assassinato indiscriminado. Zapatero afirmou que não há política, nem ideologia, resistência ou luta no terror, só há o vazio da futilidade, a infâmia e a barbárie. Também defendeu a comunidade islâmica, lembrando que não se deve vincular esse fenômeno com nenhuma civilização, cultura ou religião. Por esse motivo, apostou na criação pelas Nações Unidas de uma aliança de civilizações, para que não se continue ignorando a pobreza extrema, a exclusão social ou os Estados falidos, que constituem, segundo ele, “um terreno fértil para o terrorismo”.

Isabel Mancebo. **Madri fecha conferência sobre terrorismo e relembra os mortos de 11-M.** Disponível em: <http://www2.rnw.nl/rnw/pt/actualidade/europa/at050311-onzedemarco?Acesso> em Set. 2005 (com adaptações).

A principal razão, indicada pelo governante espanhol, para que haja tais iniciativas do terror está explicitada na seguinte afirmação:

- Ⓐ O desejo de vingança desencadeia atos de barbárie dos terroristas.
- Ⓑ A democracia permite que as organizações terroristas se desenvolvam.
- Ⓒ A desigualdade social existente em alguns países alimenta o terrorismo.
- Ⓓ O choque de civilizações aprofunda os abismos culturais entre os países.
- Ⓔ A intolerância gera medo e insegurança criando condições para o terrorismo.

QUESTÃO 4



Laerte. O condomínio.



Laerte. O condomínio.

Internet: <<http://www2.uol.com.br/laerte/tiras/index-condominio.html>>.

As duas charges de Laerte são críticas a dois problemas atuais da sociedade brasileira, que podem ser identificados

- A** pela crise na saúde e na segurança pública.
 - B** pela crise na assistência social e na habitação.
 - C** pela crise na educação básica e na comunicação.
 - D** pela crise na previdência social e pelo desemprego.
 - E** pela crise nos hospitais e pelas epidemias urbanas.

QUESTÃO 5

Leia trechos da carta-resposta de um cacique indígena à sugestão, feita pelo governo do estado da Virgínia (EUA), de que uma tribo de índios enviasse alguns jovens para estudar nas escolas dos brancos.

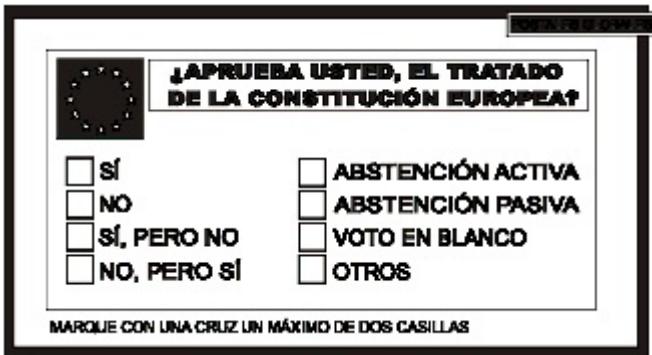
(...) Nós estamos convencidos, portanto, de que os senhores desejam o nosso bem e agradecemos de todo o coração. Mas aqueles que são sábios reconhecem que diferentes nações têm concepções diferentes das coisas e, sendo assim, os senhores não ficarão ofendidos ao saber que a vossa idéia de educação não é a mesma que a nossa. (...) Muitos dos nossos bravos guerreiros foram formados nas escolas do Norte e aprenderam toda a vossa ciência. Mas, quando eles voltaram para nós, eram maus corredores, ignorantes da vida da floresta e incapazes de suportar o frio e a fome. Não sabiam caçar o veado, matar o inimigo ou construir uma cabana e falavam nossa língua muito mal. Eles eram, portanto, inúteis. (...) Ficamos extremamente agradecidos pela vossa oferta e, embora não possamos aceitá-la, para mostrar a nossa gratidão, concordamos que os nobres senhores de Virgínia nos enviem alguns de seus jovens, que lhes ensinaremos tudo que sabemos e faremos deles homens.

Carlos Rodrigues Brandão. **O que é educação**. São Paulo: Brasiliense, 1984.

A relação entre os dois principais temas do texto da carta e a forma de abordagem da educação privilegiada pelo cacique está representada por:

- A** sabedoria e política / educação difusa.
 - B** identidade e história / educação formal.
 - C** ideologia e filosofia / educação superior.
 - D** ciência e escolaridade / educação técnica.
 - E** educação e cultura / educação assistemática.

QUESTÃO 6



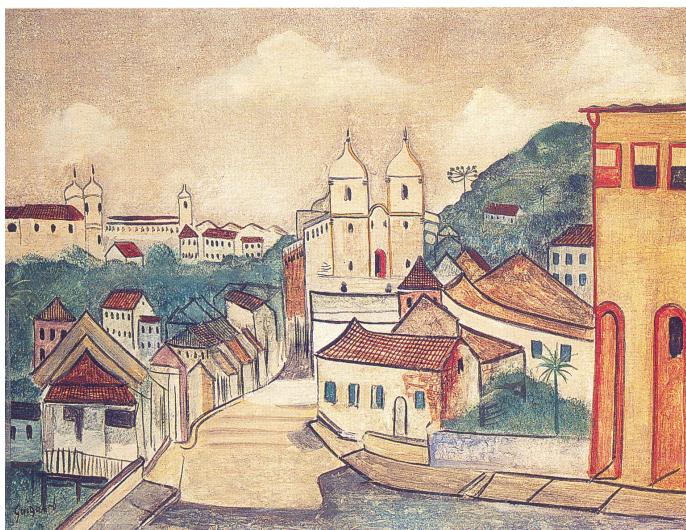
La Vanguardia, 4/12/2004.

O referendo popular é uma prática democrática que vem sendo exercida em alguns países, como exemplificado, na charge, pelo caso espanhol, por ocasião da votação sobre a aprovação ou não da Constituição Européia. Na charge, pergunta-se com destaque: "Você aprova o tratado da Constituição Européia?", sendo apresentadas várias opções, além de haver a possibilidade de dupla marcação.

A **crítica** contida na charge indica que a prática do referendo deve

- Ⓐ ser recomendada nas situações em que o plebiscito já tenha ocorrido.
- Ⓑ apresentar uma vasta gama de opções para garantir seu caráter democrático.
- Ⓒ ser precedida de um amplo debate prévio para o esclarecimento da população.
- Ⓓ significar um tipo de consulta que possa inviabilizar os rumos políticos de uma nação.
- Ⓔ ser entendida como uma estratégia dos governos para manter o exercício da soberania.

QUESTÃO 7



Coleção Roberto Marinho. *Seis décadas da arte moderna brasileira*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1989. p. 53.

A “cidade” retratada na pintura de Alberto da Veiga Guignard está tematizada nos versos

- Ⓐ Por entre o Beberibe, e o oceano
Em uma areia sábia, e lagadiça
Jaz o Recife povoação mestiça,
Que o belga edificou ímpio tirano.

Gregório de Matos. *Obra poética*. Ed. James Amado. Rio de Janeiro: Record, v. II, 1990. p. 1191.

- Ⓑ Repousemos na pedra de Ouro Preto,
Repousemos no centro de Ouro Preto:
São Francisco de Assis! igreja ilustre, acolhe,
À tua sombra irmã, meus membros lassos.

Murilo Mendes. *Poesia completa e prosa*. Org. Luciana Stegagno Picchio. Rio de Janeiro: Nova Aguilar, 1994. p. 460.

- Ⓒ Bembelelém
Viva Belém!
Belém do Pará porto moderno integrado na equatorial
Beleza eterna da paisagem
Bembelelém
Viva Belém!

Manuel Bandeira. *Poesia e prosa*. Rio de Janeiro: Aguilar, v. I, 1958, p. 196.

- Ⓓ Bahia, ao invés de arranha-céus, cruzes e cruzes
De braços estendidos para os céus,
E na entrada do porto,
Antes do Farol da Barra,
O primeiro Cristo Redentor do Brasil!

Jorge de Lima. *Poesia completa*. Org. Alexei Bueno. Rio de Janeiro: Nova Aguilar, 1997. p. 211.

- Ⓔ No cimento de Brasília se resguardam
maneiras de casa antiga de fazenda,
de copiar, de casa-grande de engenho,
enfim, das casaronas de alma fêmea.

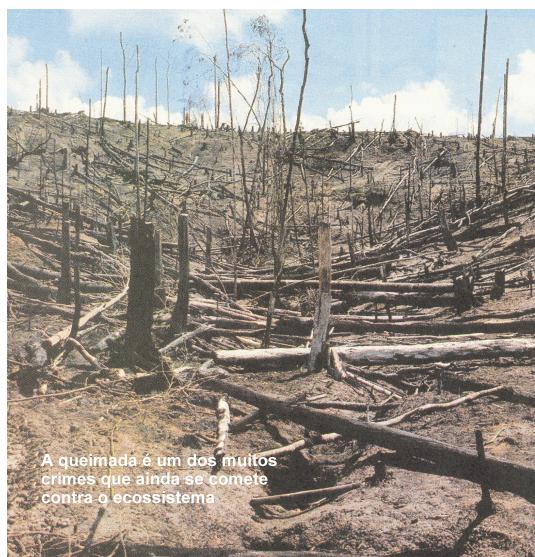
João Cabral Melo Neto. *Obra completa*. Rio de Janeiro: Nova Aguilar, 1994, p. 343.

Agora é vero. Deu na imprensa internacional, com base científica e fotos de satélite: a continuar o ritmo atual da devastação e a incompetência política secular do Governo e do povo brasileiro em conté-las, a Amazônia desaparecerá em menos de 200 anos. A última grande floresta tropical e refrigerador natural do único mundo onde vivemos irá virar deserto.

Internacionalização já! Ou não seremos mais nada. Nem brasileiros, nem terráqueos. Apenas uma lembrança vaga e infeliz de vida breve, vida louca, daqui a dois séculos.

A quem possa interessar e ouvir, assinam essa declaração: todos os rios, os céus, as plantas, os animais, e os povos índios, caboclos e universais da Floresta Amazônica. Dia cinco de junho de 2005. Dia Mundial do Meio Ambiente e Dia Mundial da Esperança. A última.

Felis Concolor. Amazônia? Internacionalização já! In: JB ecológico. Ano 4, n.º 41, jun./2005, p. 14-5 (com adaptações).



JB Ecológico. JB, Ano 4, n.º 41, jun./2005, p.21.

A tese da internacionalização, ainda que circunstancialmente possa até ser mencionada por pessoas preocupadas com a região, longe está de ser solução para qualquer dos nossos problemas. Assim, escolher a Amazônia para demonstrar preocupação com o futuro da humanidade é louvável se assumido também, com todas as suas consequências, que o inaceitável processo de destruição das nossas florestas é o mesmo que produz e reproduz diariamente a pobreza e a desigualdade por todo o mundo.

Se assim não for, e a prevalecer mera motivação “da propriedade”, então seria justificável também propor devaneios como a internacionalização do Museu do Louvre ou, quem sabe, dos poços de petróleo ou ainda, e neste caso não totalmente desprovido de razão, do sistema financeiro mundial.

Simão Jatene. Preconceito e pretensão. In: JB ecológico. Ano 4, n.º 42, jul./2005, p. 46-7 (com adaptações).

A partir das idéias presentes nos textos acima, expresse a sua opinião, fundamentada em dois argumentos, sobre

a melhor maneira de se preservar a maior floresta equatorial do planeta.

(valor: 10,0 pontos)

RASCUNHO

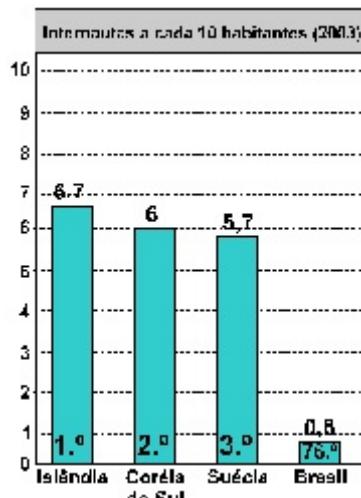
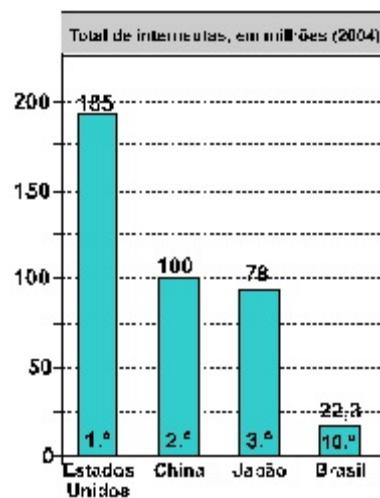
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	

QUESTÃO 9 – DISCURSIVA

Nos dias atuais, as novas tecnologias se desenvolvem de forma acelerada e a Internet ganha papel importante na dinâmica do cotidiano das pessoas e da economia mundial. No entanto, as conquistas tecnológicas, ainda que representem avanços, promovem consequências ameaçadoras.

Leia os gráficos e a situação-problema expressa por meio de um diálogo entre uma mulher desempregada, à procura de uma vaga no mercado de trabalho, e um empregador.

Acesso à Internet



Situação-problema

► **mulher:**

— Tenho 43 anos, não tenho curso superior completo, mas tenho certificado de conclusão de secretariado e de estenografia.

► **empregador:**

— Qual a abrangência de seu conhecimento sobre o uso de computadores? Quais as linguagens que você domina? Você sabe fazer uso da Internet?

► **mulher:**

— Não sei direito usar o computador. Sou de família pobre e, como preciso participar ativamente da despesa familiar, com dois filhos e uma mãe doente, não sobra dinheiro para comprar um.

► **empregador:**

— Muito bem, posso, quando houver uma vaga, oferecer um trabalho de recepcionista. Para trabalho imediato, posso oferecer uma vaga de copeira para servir cafézinho aos funcionários mais graduados.

Apresente uma conclusão que pode ser extraída da análise

- dos dois gráficos; (**valor: 5,0 pontos**)
- da situação-problema, em relação aos gráficos. (**valor: 5,0 pontos**)

item a)**RASCUNHO**

1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	

item b)

RASCUNHO

1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	

QUESTÃO 10 – DISCURSIVA

Vilarejos que afundam devido ao derretimento da camada congelada do subsolo, uma explosão na quantidade de insetos, números recorde de incêndios florestais e cada vez menos gelo — esses são alguns dos sinais mais óbvios e assustadores de que o Alasca está ficando mais quente devido às mudanças climáticas, disseram cientistas.

As temperaturas atmosféricas no estado norte-americano aumentaram entre 2 °C e 3 °C nas últimas cinco décadas, segundo a Avaliação do Impacto do Clima no Ártico, um estudo amplo realizado por pesquisadores de oito países.

Folha de S. Paulo, 28/9/2005.

O aquecimento global é um fenômeno cada vez mais evidente devido a inúmeros acontecimentos que, como os descritos no texto, têm afetado toda a humanidade. Apresente duas sugestões de providências a serem tomadas pelos governos que tenham como objetivo minimizar o processo de aquecimento global. (valor: 10,0 pontos)

RASCUNHO

1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	

CONTEÚDOS BÁSICOS (COMUM AOS GRUPOS DE I A VII DE ENGENHARIA)

QUESTÃO 11

O gás ozônio (O_3) e os clorofluorcarbonos (CFCs) são exemplos da dificuldade de se classificar uma substância como poluente, pois podem trazer benefícios ou prejuízos à sociedade e aos seres vivos. O ozônio, nas camadas mais baixas da atmosfera, é tóxico, mas, na estratosfera, absorve radiação ultravioleta (UV) proveniente do Sol, evitando os efeitos nocivos do excesso dessa radiação nos seres vivos.

Os CFCs apresentam baixa toxicidade e são inertes na baixa atmosfera. Entretanto, quando atingem a estratosfera, são decompuestos pela radiação UV, liberando átomos e compostos que destroem moléculas de ozônio, sendo, portanto, considerados os principais responsáveis pela destruição do ozônio na estratosfera.

De acordo com as idéias do texto acima,

- A os CFCs são nocivos ao seres vivos, pois impedem a incidência da radiação ultravioleta na superfície terrestre.
- B a camada de ozônio é responsável pela maior incidência da radiação ultravioleta na superfície terrestre.
- C o ozônio e os CFCs são os principais responsáveis pelas mudanças climáticas observadas nos últimos anos.
- D a camada de ozônio na estratosfera tem sido recuperada devido às interações da radiação ultravioleta com os CFCs.
- E a camada de ozônio protege os seres vivos do excesso de radiação ultravioleta e pode ser destruída pela ação dos CFCs na estratosfera.

QUESTÃO 12



Sydney Harris. In: Arthur W. Wiggins e C. M. Wynn.

As 5 maiores idéias da ciência (com adaptações).

De acordo com a fala do personagem na charge acima,

- A meio ambiente e produção industrial são fatores igualmente relevantes na discussão sobre ética e desenvolvimento.
- B a defesa da ética sobrepõe-se ao poder industrial, representado, na discussão, por Joana.
- C os estragos na camada de ozônio têm retardado a implementação de tecnologias voltadas para o desenvolvimento sustentável.
- D a camada de ozônio ameaça a indústria dos CFCs porque o gás O_3 reage com o cloro prejudicando a formação dos CFCs.
- E o discurso em defesa da ética na utilização de tecnologias estimula o avanço industrial.

QUESTÃO 13

O supercomputador T-Rex (Tiranossauro Rex) e o software Harpia são as mais novas armas da Receita Federal do Brasil para combater a sonegação fiscal. Esse hardware, que realiza 2.860 milhões de instruções por segundo, é capaz de cruzar informações, com rapidez e precisão, de um número de contribuintes equivalente ao de contribuintes do Brasil, dos EUA e da Alemanha juntos. O novo software vai permitir que, a partir de técnicas de inteligência artificial, sejam identificadas operações de risco para o fisco. A novidade do sistema é a capacidade que ele terá de aprender com o comportamento dos contribuintes e com isso detectar irregularidades.

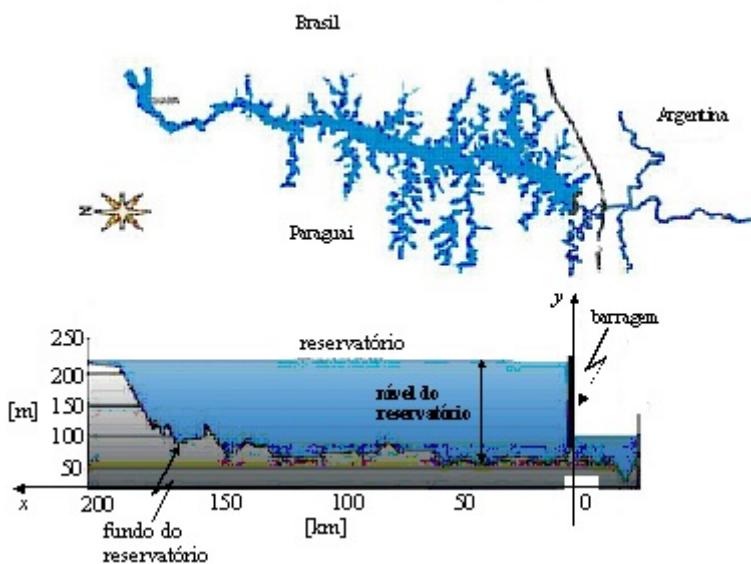
Folha de S.Paulo, p. B1, 16/10/2005 (com adaptações).

Considerando o texto acima, assinale a opção correta, relativa a informática.

- A A capacidade do T-Rex é equivalente à de 2.860 computadores pessoais de 1 GB de memória RAM, desde que suas capacidades possam ser adicionadas.
- B Para “cruzar informações, com rapidez e precisão”, o T-Rex poderá usar a Internet, que constitui meio inviolável de transmissão de informação entre bancos de dados.
- C É possível que a capacidade de “aprender com o comportamento dos contribuintes”, mencionada no texto, seja decorrente do uso de redes neurais como ferramenta de inteligência artificial.
- D Embora os computadores sejam indispensáveis a diversos ramos da engenharia, o estágio atual do desenvolvimento de sistemas operacionais restringe o uso de redes de computadores a grandes empresas.
- E O sistema de informação descrito no texto deve ter sido desenvolvido em Linux ou Unix, que constituem linguagens de programação avançadas usadas na implementação de sistemas de informação complexos.

RASCUNHO

Texto para as questões 14 e 15.



Internet: <<http://www.itaipu.gov.br>>.

A figura acima ilustra um corte longitudinal da região mais profunda do reservatório da usina hidrelétrica de Itaipu e sua localização no Rio Paraná.

QUESTÃO 14

A partir das informações acima, julgue os itens a seguir.

- I Considerando-se o sistema xOy inserido na figura, é correto afirmar que a função $y(x) = -\frac{x^2}{170} + 2x + 55$, para $0 \leq x \leq 170 \text{ km}$ e y em metros, constitui um modelo adequado para o corte longitudinal do fundo do reservatório ilustrado.
- II Sabendo-se que a superfície da lâmina d'água do reservatório da usina tem área igual a 1.350 km^2 , conclui-se que a capacidade desse reservatório é inferior a 270 km^3 .
- III Considerando-se que o reservatório tenha largura constante e que a força total exercida pela água sobre a barragem da usina seja produzida por uma pressão hidrostática que cresce linearmente com a profundidade, conclui-se que a variação do módulo dessa força total é uma função quadrática do nível do reservatório.

Assinale a opção correta.

- Ⓐ Apenas um item está certo.
- Ⓑ Apenas os itens I e II estão certos.
- Ⓒ Apenas os itens I e III estão certos.
- Ⓓ Apenas os itens II e III estão certos.
- Ⓔ Todos os itens estão certos.

QUESTÃO 15

A energia anual produzida na usina de Itaipu é da ordem de 90.000 GWh. Considere que o custo aproximado para a construção dessa usina tenha sido de 30 bilhões de reais e que o capital esteja sendo remunerado à taxa de juros de 10% ao ano. Nessas condições, a parcela do custo da energia produzida referente à remuneração anual do capital deve ser

- Ⓐ inferior a R\$ 10 por MWh.
- Ⓑ superior a R\$ 10 e inferior a R\$ 30 por MWh.
- Ⓒ superior a R\$ 30 e inferior a R\$ 50 por MWh.
- Ⓓ superior a R\$ 50 e inferior a R\$ 100 por MWh.
- Ⓔ superior a R\$ 100 por MWh.

RASCUNHO

Texto para as questões 16 e 17.

A taxa de evaporação de água em um reservatório depende da condição climática. Em um modelo simplificado, essa taxa, E , pode ser descrita por

$$E = \alpha v (100 - UR),$$

em que α é uma constante, v é a velocidade do vento, em m/s, e UR é a umidade relativa do ar, em porcentagem. Nas figuras I e II abaixo, são apresentados dados climáticos em determinado reservatório de água, em 12 semanas de observação.

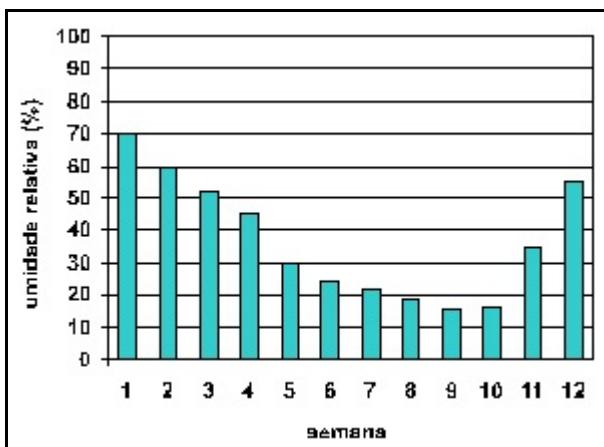


Figura I

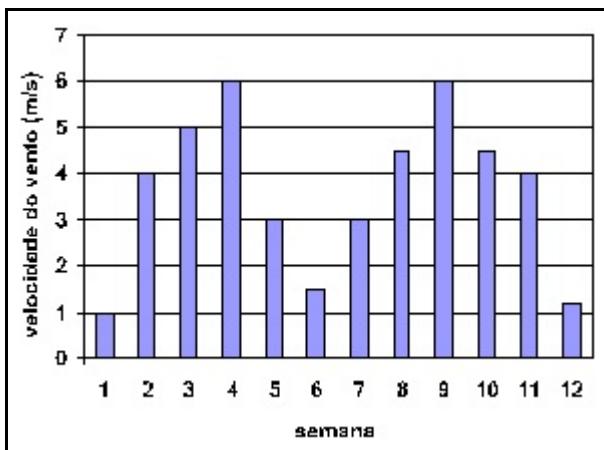


Figura II

QUESTÃO 16

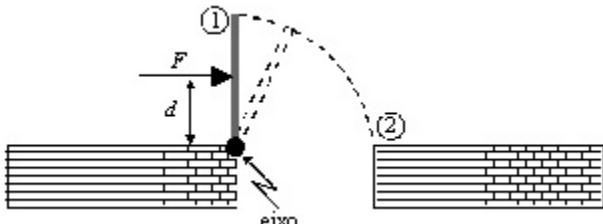
As informações acima permitem concluir que a taxa de evaporação de água no reservatório, nas 12 semanas observadas, foi maior na semana

- A** 1. **B** 4. **C** 6. **D** 9. **E** 12.

QUESTÃO 17

Para estimar a taxa de evaporação de água no reservatório, na 24.^a semana, considere que a umidade relativa do ar seja aproximada pelo valor médio dos dados da figura I e que a velocidade do vento seja aproximada por uma função periódica, com período igual a 6 semanas, obtida a partir dos dados da figura II. Qual das opções abaixo melhor estima essa taxa na 24.^a semana?

- A** 3α
- B** 80α
- C** 210α
- D** 480α
- E** 1.080α

QUESTÃO 18

No mecanismo ilustrado na figura acima, uma placa metálica gira em torno de um eixo devido à aplicação de uma força F , que provoca o aparecimento de um torque. Com relação a esse mecanismo e sabendo que o momento de inércia de massa é definido pela integral $\int r^2 dm$, em que r é a distância do eixo ao elemento de massa dm , julgue os itens seguintes.

- I Quanto menor for o valor da distância d , maior deverá ser a força F necessária para vencer o atrito no eixo.
- II O momento de inércia de massa da placa metálica independe do valor da distância d .
- III O tempo necessário para se girar a placa do ponto (1) ao ponto (2) independe do torque.

Assinale a opção correta.

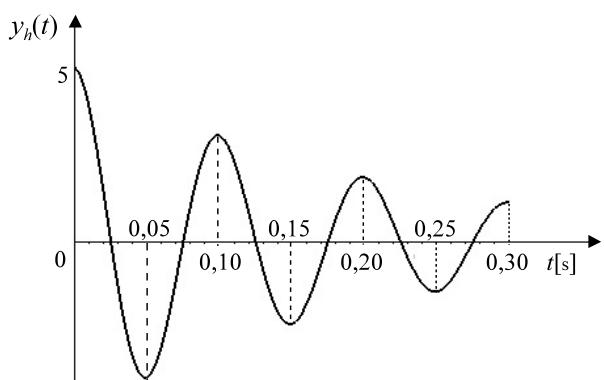
- A** Apenas um item está certo.
- B** Apenas os itens I e II estão certos.
- C** Apenas os itens I e III estão certos.
- D** Apenas os itens II e III estão certos.
- E** Todos os itens estão certos.

Texto para as questões 19 e 20.

Diversos sistemas físicos amortecidos encontrados em engenharia podem ter seu comportamento expresso por meio de equações diferenciais ordinárias não-homogêneas de segunda ordem. A resolução desse tipo de equação envolve a obtenção da resposta $y_h(t)$ da equação diferencial homogênea associada, que expressa o comportamento do sistema livre de excitações externas, e a obtenção de uma solução particular $y_p(t)$ da equação não-homogênea. A soma de $y_p(t)$ e $y_h(t)$ fornece a solução geral da equação não-homogênea. A resposta livre permite identificar a freqüência das oscilações amortecidas (f) e a constante de amortecimento (k) do sistema. Considere que a resposta livre de um sistema seja dada pela função

$$y_h(t) = 5e^{-kt} \cos(2\pi ft),$$

cujo gráfico está ilustrado na figura a seguir.

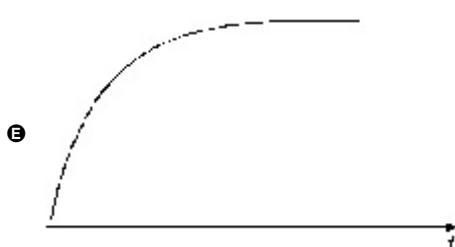
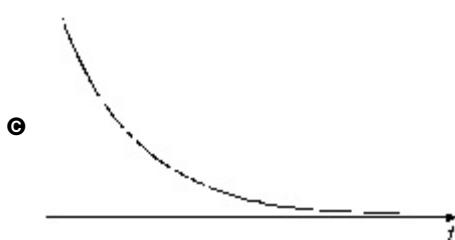
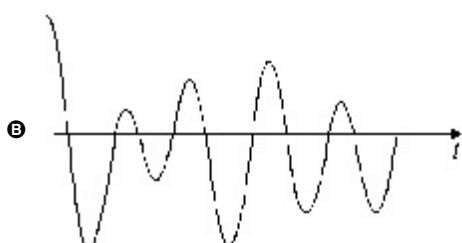
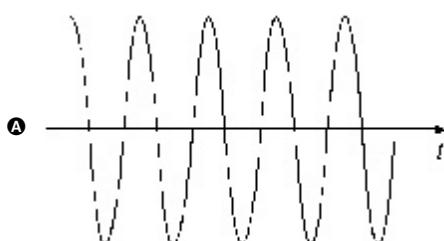
**QUESTÃO 19**

A freqüência das oscilações amortecidas do sistema cuja resposta livre está apresentada no texto é igual a

- A 0,1 Hz.
- B 0,15 Hz.
- C π rad/s.
- D 10 rad/s.
- E 10 Hz.

RASCUNHO**QUESTÃO 20**

Considere que $y_p(t) = 5\sin(100t)$ seja a solução particular da equação diferencial que representa o comportamento dinâmico do sistema cuja resposta livre está apresentada no texto. Assinale a opção que melhor esboça o gráfico da resposta completa do referido sistema, após transcorrido um minuto ($t > 60$ s).



CONTEÚDOS PROFISSIONALIZANTES ESPECÍFICOS (COMUNS A TODOS OS ESTUDANTES DO GRUPO V DE ENGENHARIA)

QUESTÃO 21

Materiais são constituídos por átomos que, no estado sólido, mantêm-se unidos por ligações químicas primárias e secundárias. O tipo de ligação afeta as propriedades químicas e físicas do material. Acerca desse assunto e sabendo que $Z(H) = 1$; $Z(C) = 6$; $Z(O) = 8$; $Z(Cl) = 17$; $Z(Ca) = 20$, assinale a opção **incorreta**.

- Ⓐ Diferentemente do que ocorre com materiais metálicos e cerâmicos, a temperatura de fusão dos polímeros é determinada por ligações primárias covalentes e não por ligações secundárias fracas, como ligações de Van der Waals e pontes de hidrogênio.
- Ⓑ A ligação química formada entre átomos de cálcio e oxigênio é predominantemente iônica.
- Ⓒ A ligação carbono-cloro tem energia menor que as ligações carbono-carbono e carbono-hidrogênio. Por essa razão, durante a degradação do policloreto de vinila (PVC), ocorre a liberação de ácido clorídrico (HCl) devido à quebra da ligação carbono-cloro.
- Ⓓ O módulo de elasticidade do silício metálico (Si) é menor que o da sílica (SiO_2), devido à mais alta energia das ligações presentes neste composto.
- Ⓔ O elemento químico cobre é encontrado na natureza na forma de óxido de cobre, dado que a ligação química iônica é mais estável que a ligação metálica.

QUESTÃO 22

Nosso entendimento da relação entre estrutura e propriedade de materiais provê a base para a seleção de materiais existentes e o desenvolvimento de novos materiais. Nós dependemos também desse conhecimento científico para utilizar materiais na obtenção de produtos úteis, uma vez que o processamento desses materiais depende da estrutura e das propriedades dos materiais que usamos e também as influencia.

O parágrafo acima retrata a inter-relação existente entre os três elementos básicos da ciência dos materiais: estrutura, propriedade e processamento. As opções abaixo contêm, cada uma, duas assertivas relativas a essa correlação, sendo que a segunda é uma justificativa da primeira. Assinale a opção em que as duas assertivas são verdadeiras e a segunda é uma justificativa correta para a primeira.

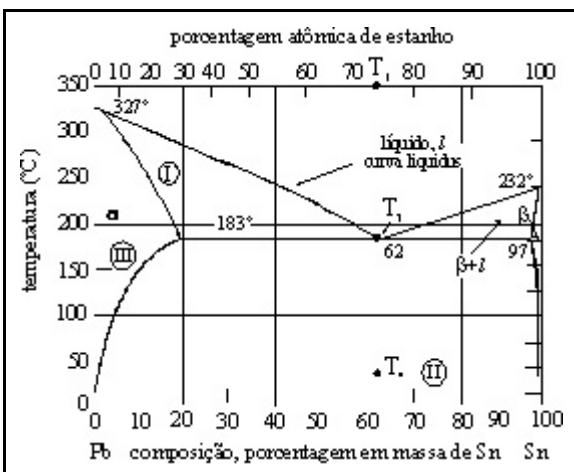
- Ⓐ Produtos cerâmicos não podem ser fabricados por processos que dependam de deformação plástica no material **porque** as matérias-primas utilizadas para fabricação de cerâmicas convencionais são naturais.
- Ⓑ A laminação a frio de metais causa aumento de sua dureza, mecanismo conhecido como encruamento, **porque** o tamanho do grão de metal diminui durante a laminação a frio.
- Ⓒ A consolidação dimensional de produtos cerâmicos obtidos por prensagem ocorre durante a queima **porque** a diminuição de porosidade advinda da sinterização acarreta aumento da resistência mecânica de cerâmicas.
- Ⓓ O controle da temperatura e da concentração do iniciador durante a síntese de polímeros influencia o limite de resistência à tração desses materiais **porque** tais parâmetros afetam a massa molar média do polímero obtido.
- Ⓔ Peças metálicas obtidas por fundição apresentam grão menor que o de peças do mesmo componente processadas por forjamento **porque** a solidificação de metais leva à formação de um material policristalino.

QUESTÃO 23

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**.

- Ⓐ 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.
- Ⓑ O contorno de grão, imperfeição estrutural tipicamente presente em materiais monocrystalinos, influencia as propriedades mecânicas do material. Reduzindo-se o tamanho do grão, é possível diminuir o limite de resistência do material.
- Ⓒ A deformação plástica de metais, por meio da qual são possíveis diversos processos de conformação mecânica, como, por exemplo, a laminação, ocorre por meio do movimento de discordâncias ou de deslocações.
- Ⓓ 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.
- Ⓔ A adição intencional de impurezas em um material, mesmo em pequenas quantidades, pode afetar significativamente suas propriedades ópticas e elétricas.

QUESTÃO 24



A figura acima mostra o diagrama de equilíbrio de fases binário do sistema chumbo-estanho. Com base nesse diagrama, julgue os itens seguintes.

- I As regiões I e II do diagrama apresentam, ambas, uma única fase, ou seja, são monofásicas.
- II A temperatura de fusão do estanho é superior à do chumbo.
- III O ponto T_3 , chamado eutético, corresponde à transformação da fase líquida em duas fases sólidas: $\alpha + \beta$.
- IV O ponto T_4 indica uma composição bifásica com quantidade relativa da fase α inferior à quantidade relativa da fase β .

Estão certos apenas os itens

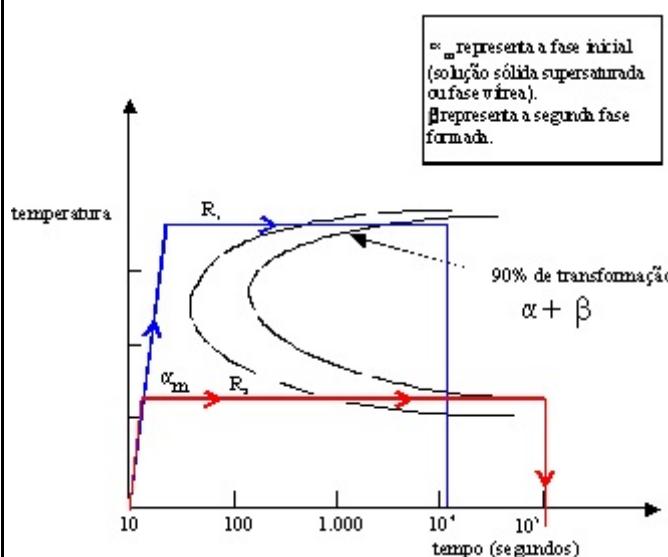
- A** I e II. **C** II e III. **E** III e IV.
B I e III. **D** II e IV.

QUESTÃO 25

O tempo de vida útil e o comportamento de um componente ou de um dispositivo dependem das condições ambientais a que este está exposto em serviço, tais como a temperatura de trabalho e o meio com o qual um componente ou dispositivo está em contato. As características de metais, cerâmicas e polímeros, que dependem das condições ambientais, podem ser determinantes na escolha de um material desses grupos para uma dada aplicação. Considerando o efeito das condições ambientais sobre o comportamento dos diversos materiais, assinale a opção correta.

- A** Metais mantêm suas propriedades mecânicas mesmo em temperaturas elevadas — superiores à metade da temperatura de fusão —, o que torna esses materiais os mais indicados para uso em alta temperatura.
- B** Degradação em meio líquido ocorre somente com materiais metálicos, pois cerâmicas e polímeros são resistentes à corrosão.
- C** Quando materiais metálicos e cerâmicos são submetidos à solicitação mecânica constante em temperaturas acima da metade de sua temperatura de fusão, verifica-se o mecanismo de deformação conhecido como fadiga.
- D** A temperatura pode afetar a estabilidade química e as propriedades mecânicas de materiais, mas não tem efeito sobre as propriedades elétricas, ópticas e magnéticas.
- E** O aumento de temperatura provoca contínua redução do módulo de elasticidade dos materiais. Na faixa da temperatura de transição vítreia para polímeros e vidros, esse efeito é muito mais acentuado.

QUESTÃO 26



Transformações de fase podem ser usadas para controle de microestrutura e, portanto, de propriedades de materiais. Grande parte das transformações de fase nos materiais ocorre por nucleação e crescimento de cristais a partir de uma fase metaestável, como no exemplo acima, que ilustra a cristalização a partir de um vidro e a precipitação a partir de uma solução sólida. Esse processo pode ser representado em um diagrama tempo-temperatura-transformação, ilustrado na figura acima. Dependendo do tratamento térmico a que o material metaestável inicial for submetido, diferentes microestruturas podem ser obtidas. Os ciclos térmicos identificados em azul (R_1) e em vermelho (R_2) representam dois diferentes tratamentos térmicos.

Considerando essas informações, assinale a opção correta.

- A** As fases existentes antes da transformação indicada no diagrama, vidro ou solução sólida supersaturada, são fases de equilíbrio.
- B** A curva R_1 representa um tratamento térmico utilizado quando se deseja obter um material em que a segunda fase formada apresenta tamanho de partícula menor que o apresentado pelo tratamento R_2 .
- C** Partindo-se do vidro, o produto resultante do tratamento térmico representado pelo ciclo térmico R_2 apresentará maior limite de resistência mecânica que o obtido pelo tratamento R_1 .
- D** A vitrocerâmica obtida por meio do tratamento térmico do vidro pelo ciclo térmico R_2 tem menor tenacidade que o vidro inicial.
- E** Assumindo-se que o custo do processo depende exclusivamente da temperatura de tratamento térmico, o processo R_1 é financeiramente mais vantajoso que o processo R_2 .

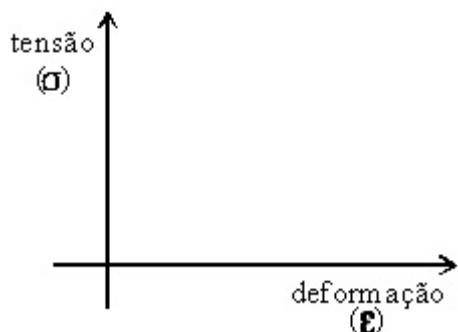
QUESTÃO 27 – DISCURSIVA

material	módulo de elasticidade (GPa)	limite de resistência à tração (MPa)	densidade g/cm ³	custo (US\$ por metro de tecido)
resina epóxi	3	82	1,25	–
fibra de vidro	87	$4,5 \times 10^3$	2,50	3
fibra de carbono A	276	$5,7 \times 10^3$	1,50	45
fibra de carbono B	531	$1,9 \times 10^3$	1,50	30

Um empresário está planejando criar uma pequena empresa para fabricar pranchas de surf utilizando materiais compósitos. Suponha que a fase matriz a ser utilizada seja uma resina epóxi e as opções de fase-reforço sejam fibras de carbono ou fibras de vidro. Propriedades físicas e mecânicas desses materiais, fornecidas pelos fabricantes, são mostradas na tabela acima.

Considerando essa situação hipotética, faça o que se pede nos itens a seguir.

- a) Esboce, no diagrama abaixo, as curvas tensão *versus* deformação do polímero e da fibra de vidro. No mesmo diagrama, esboce também a curva de tração para o compósito epóxi/fibra de vidro, quando utilizada uma fração em peso de 50% de fibra. **(valor: 4,0 pontos)**



- b) Considerando que a seleção do material de reforço seja embasada apenas na otimização da resistência específica do produto (limite de resistência/densidade) e no custo das matérias-primas, indique o material de reforço mais recomendável para ser utilizado nesse caso. Justifique sua resposta. **(valor: 3,0 pontos)**

RASCUNHO

1	
2	
3	
4	
5	

- c) Considere que o empresário decida diversificar sua linha de produtos, incluindo placas de alto desempenho para utilização na indústria aeronáutica. Nesse caso, indique, justificando, a melhor opção de material de reforço. **(valor: 3,0 pontos)**

RASCUNHO

1	
2	
3	
4	
5	

Texto para as questões 28 e 29.

Telescópio Hubble detecta estranha luz

Com ajuda do telescópio espacial Hubble, cientistas da NASA conseguiram identificar o responsável pela estranha luz azul em volta de um buraco negro na galáxia de Andrômeda. Tamanho progresso na capacidade de observação astronômica deve-se, em grande parte, aos novos materiais cerâmicos empregados na construção do telescópio espacial Hubble, que permitem a obtenção de espelhos de altíssima qualidade. Tradicionalmente, espelhos para telescópios têm sido construídos a partir de peças vítreas monolíticas. Normalmente, são escolhidos vidros com baixo coeficiente de expansão térmica, para se reduzir a probabilidade de fratura por choque térmico. A utilização de peças monolíticas com diâmetros acima de 6,5 m, como a utilizada no Hubble, não é recomendada porque essas peças têm massas superiores a 60 toneladas. Nessas dimensões, espelhos monolíticos são extremamente caros, difíceis de serem manufaturados e transportados e, ainda, mantêm a limitação de serem suscetíveis a fratura prematura por choque térmico.

QUESTÃO 28

Considerando o assunto abordado no texto, suponha que um espelho semelhante ao utilizado no Hubble foi instalado no deserto de Atacama, no Chile, onde a diferença de temperatura entre o dia e a noite pode chegar a 100 °C. Suponha, ainda, que um processo de choque térmico resultou na ruptura desse espelho. Essa ruptura deveria estar associada aos fenômenos de

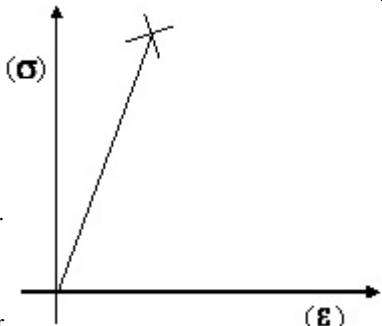
- A fadiga e condução elétrica.
- B expansão/contração térmica e resistência elétrica.
- C expansão/contração térmica e condução elétrica.
- D deformação viscosa e fratura frágil.
- E expansão/contração térmica e condução térmica.

QUESTÃO 29 – DISCURSIVA

Na figura ao lado, está representado o diagrama tensão *versus* deformação para o material do espelho do telescópio Hubble. Suponha que, em razão das desvantagens mecânicas mencionadas no texto, tenha sido proposto, após um processo de seleção de materiais, que o espelho fosse manufaturado com um material metálico polido de alta ductilidade. Considerando essa situação, faça o que se pede nos itens a seguir.

- a) Esboce, no diagrama ao lado, a curva tensão *versus* deformação relativa ao material proposto. **(valor: 3,0 pontos)**

- b) Descreva as vantagens mecânicas e térmicas da substituição das peças vítreas monolíticas por material metálico polido de alta ductilidade. **(valor: 4,0 pontos)**



RASCUNHO

1
2
3
4
5
6
7

- c) Suponha que, para a avaliação da falha mecânica do material após o choque térmico, se disponha de um ensaio de campo por líquido penetrante. Descreva brevemente esse ensaio e o tipo de avaliação que ele aponta. **(valor: 3,0 pontos)**

RASCUNHO

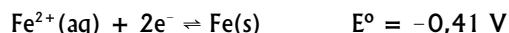
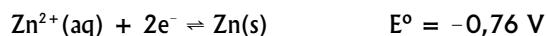
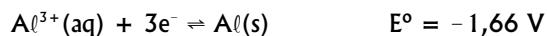
1
2
3
4
5
6
7
8

Texto para as questões 30 e 31.

Tanques de combustível e mapeamento ambiental

Em uma cidade de médio porte, pesquisadores avaliaram os riscos de contaminação do solo e das águas superficiais e subterrâneas decorrentes de vazamentos dos tanques de armazenamento subterrâneo de combustível existentes na cidade. Desses tanques, 40% funcionam há mais de 15 anos. Todos os tanques mais antigos estão em terrenos geológicos com risco potencial de contaminação da água. Na maioria dos casos, esses tanques foram fabricados com ferro fundido, diferentemente dos mais modernos, feitos em aço inox, para se reduzir o efeito de corrosão.

Os potenciais-padrão de redução do Al^{3+} , do Zn^{2+} e do Fe^{2+} são dados abaixo, sendo que, no catodo, acontece a reação de redução e, no anodo, a reação de oxidação.



QUESTÃO 30

Considerando as informações do texto, assinale a opção correta.

- Ⓐ Todos os tanques de ferro devem ser trocados por tanques de alumínio, que é um metal com resistências mecânica e à corrosão maiores que as do ferro.
- Ⓑ Os processos de oxidação do ferro independem da agressividade do meio em que este se encontra. Portanto, não há riscos de que tanques feitos desse metal possam sofrer processos de corrosão que provoquem vazamento de combustível para o meio ambiente.
- Ⓒ Uma maneira de evitar a corrosão do tanque é por meio de um processo físico-químico, envolvendo um metal extra que atue como catodo e fazendo que o ferro atue como anodo.
- Ⓓ O tanque feito de ferro fundido sofre processo continuado de corrosão através de oxidação pelo fato de o ferro possuir densidade aproximadamente três vezes maior que a do óxido de ferro (FeO). Dessa maneira, a nova camada de óxido formada desprende-se constantemente na forma de escamas, deixando expostas novas superfícies de Fe metálico.
- Ⓔ No processo de oxidação do ferro, este atua como catodo.

QUESTÃO 31

A galvanização é um processo eletroquímico de recobrimento de superfícies metálicas com uma camada de zinco para protegê-las do processo de corrosão por oxidação. Considerando as informações do texto, assinale a opção incorreta.

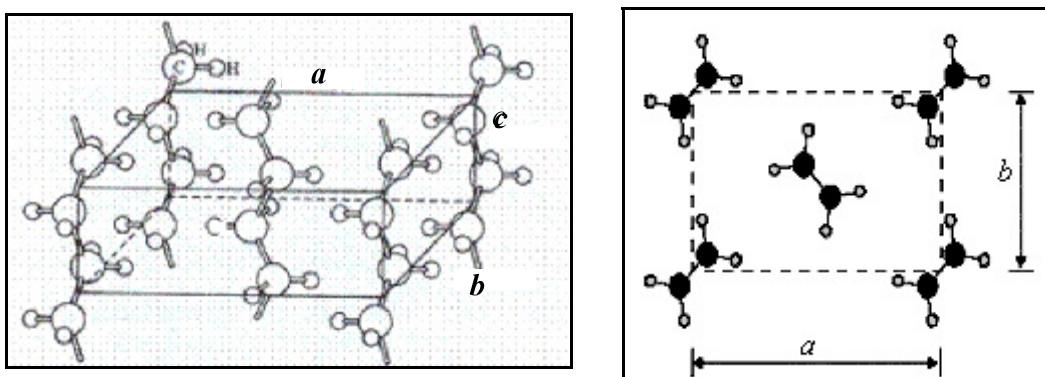
- Ⓐ Na reação de corrosão, a variação da energia livre de Gibbs (ΔG) pode ser estimada por meio da variação do potencial eletroquímico (ΔE).
- Ⓑ No tanque galvanizado, o ferro atua como catodo, e o zinco, como anodo.
- Ⓒ Se o recobrimento de zinco do tanque galvanizado sofrer um dano que venha a expor a superfície de ferro, o processo de oxidação do ferro começará imediatamente e o tanque será totalmente corroído.
- Ⓓ Uma forma de proteção do tanque de ferro é o encapsulamento — também denominado de enjaquetamento — com um tanque externo de poliéster insaturado reforçado com fibra de vidro.
- Ⓔ Na reação de corrosão, a energia livre de Gibbs (ΔG) independe das concentrações das espécies químicas envolvidas.

A parafina da vela não serve para fazer saco plástico

É bastante conhecida a fragilidade da parafina, material constituído de longas moléculas olefínicas com a unidade etilénica ($-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$) repetindo-se muitas vezes.

O polietileno também é uma parafina, pois tem a mesma fórmula estrutural, mas apresenta maior resistência mecânica devido às ligações interlamelares, ou seja, entre segmentos de cadeia que unem duas regiões cristalinas. Tais ligações podem envolver muitas cadeias alinhadas lado a lado, formando uma estrutura fibrilar cristalina, também chamada de fibrila.

A partir de experimentos, determinou-se que o polietileno só adquire as propriedades mecânicas desejadas quando tem massa molar superior a 28.000 g/mol. Os diagramas abaixo mostram duas vistas da célula unitária do polietileno e suas dimensões.



Com base nessas informações, considere os parâmetros de rede $a = 7 \text{ \AA}$, $b = 5 \text{ \AA}$, $c = 3 \text{ \AA}$, massa atômica $M(\text{H}) = 1 \text{ g/mol}$ e $M(\text{C}) = 12 \text{ g/mol}$ e responda ao que se pede a seguir.

- Assumindo que a parafina tenha fórmula estrutural média $n\text{-C}_{16}\text{H}_{34}$, em que n representa a palavra normal, que significa uma seqüência linear de CH_2 , calcule, em \AA , o comprimento médio da molécula de parafina. (valor: 3,0 pontos)
- Sabendo-se que o número de meros de uma cadeia polimérica é igual à sua massa molar dividida pela massa da unidade monomérica, calcule o comprimento de uma cadeia estendida de polietileno com massa molar de 28.000 g/mol. (valor: 3,0 pontos)
- Observando, na figura acima, que cada célula unitária do polietileno contém quatro unidades CH_2 e considerando o número de Avogadro igual a 6×10^{23} , calcule a densidade, em g/cm^3 , da fase cristalina do polietileno. (valor: 4,0 pontos)

item a – cálculo		Resposta
item b – cálculo		Resposta
item c – cálculo		Resposta

QUESTÃO 33**O descartável, a reciclagem e a degradação**

O aumento do poder aquisitivo da população, a tendência de os dois chefes de família trabalharem fora de casa e a conseqüente redução do tempo para atividades caseiras têm levado a população a preferir o consumo de bens descartáveis. Esses itens, principalmente embalagens para uso geral e, particularmente, para alimentos, são feitos parcial ou totalmente com materiais plásticos convencionais. Todo esse material é descartado logo após o uso, em tempo que não permite alterações químicas no polímero (degradação). Reciclar não só é importante como também necessário.

Com base no texto acima, julgue os itens subseqüentes.

- Material plástico, se descartado em lixões, ocupa muito espaço e se torna inútil. Sendo, porém, reciclado, pode retornar ao consumo.
- O uso de materiais plásticos reciclados deve ser evitado na confecção de embalagens que mantenham contato direto com alimentos.
- O tempo de uso de produtos plásticos descartáveis é tão pequeno que não permite a degradação do material polimérico, que sempre pode, portanto, ser reciclado.
- Na fabricação de produtos de poliestireno, independentemente de sua aplicação — por exemplo, bandejas de isopor ou copos de iogurte —, utiliza-se a mesma fração de reciclados.

Estão certos apenas os itens

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

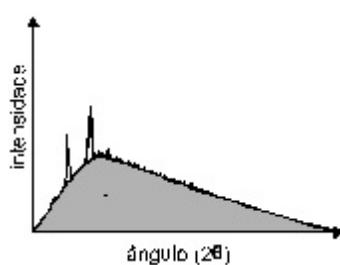
QUESTÃO 34

Figura A

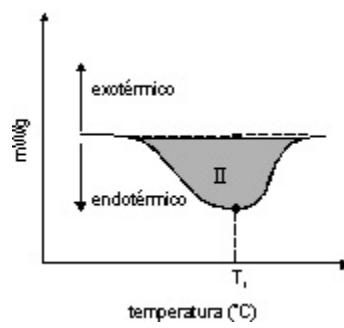


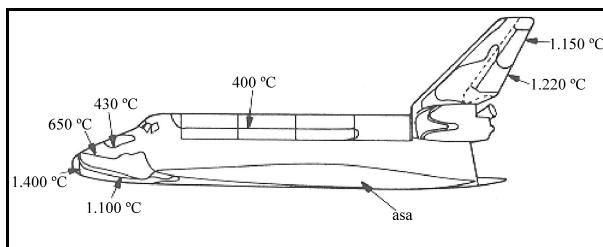
Figura B

Um material desconhecido foi enviado para análise. A figura A corresponde ao difratograma de raios X desse material, e a figura B, a um termograma de análise térmica exploratória ou diferencial (DSC) desse material. A respeito dessa situação, assinale a opção incorreta.

- A O material analisado apresenta estrutura semicristalina.
- B O ponto T_1 da figura B corresponde à temperatura de fusão do material analisado.
- C Para a determinação dos parâmetros de rede da célula unitária, normalmente são utilizados os picos agudos mostrados no difratograma da figura A.
- D O difratograma de raios X é composto de picos associados à fase cristalina sobrepostos a uma região identificada na figura A pela área sombreada (I), que corresponde à fase amorfa.
- E A área sombreada II, identificada no termograma da figura B, é medida direta da entropia de fusão do material analisado.

QUESTÃO 35**Tragédia no espaço:
explodiu o ônibus espacial Columbia**

Uma provável causa da explosão no ônibus espacial (space shuttle) teria sido o desprendimento de uma peça dos foguetes propulsores que teria atingido a parte inferior da asa esquerda da nave, danificando a cobertura de cerâmica, projetada para suportar as altas temperaturas geradas pelo calor decorrente do atrito com a atmosfera durante a reentrada na Terra.



Quando um veículo como o ônibus espacial reentra na atmosfera, a temperatura na sua superfície pode atingir valores muito altos. A figura acima mostra um mapeamento das temperaturas mais altas que a proteção de isolamento térmico superficial do ônibus espacial pode suportar, estando as mais altas no nariz e nas asas. Um compósito com matriz de carbono reforçado com fibras de carbono e recoberto com carbeto de silício foi desenvolvido para proteger essas áreas. Entre o material compósito e a estrutura metálica do ônibus, foram colocadas mantas isolantes térmicas, que limitam a temperatura da estrutura metálica a 180 °C.

Com base nessas informações, assinale a opção correta.

- A A transmissão de calor através das diferentes camadas que formam o isolamento térmico independe da espessura dessas camadas.
- B O revestimento de carbeto de silício tem como função evitar a oxidação do compósito à base de carbono decorrente das altas temperaturas e da presença de oxigênio na atmosfera.
- C A utilização de adesivo polimérico para fixação das mantas isolantes térmicas à estrutura metálica não seria adequada, uma vez que esse material não suporta a temperatura especificada no projeto.
- D Visto que aplicações na indústria aeroespacial não têm limitação quanto à densidade dos materiais utilizados especificamente para a confecção de peças de altíssimo desempenho, em vez de compósito de carbono, poderiam ter sido utilizadas lâminas de tungstênio, o que teria evitado o acidente.
- E Em razão das diferentes temperaturas a que as partes da estrutura da aeronave são submetidas durante sua reentrada na atmosfera, todos os materiais constituintes dessas partes devem ter o mesmo coeficiente de expansão térmica.



1. A seguir são apresentadas questões objetivas relativas ao Núcleo de Conteúdos Profissionalizantes Específicos de cada curso do Grupo V, distribuídas do seguinte modo:

CURSO	NÚMERO DAS QUESTÕES
Engenharia de Materiais, sem ênfase	36 a 40
Engenharia de Materiais com ênfase em materiais metálicos	41 a 45
Engenharia de Materiais com ênfase em materiais cerâmicos e Engenharia de Materiais-Cerâmica	46 a 50
Engenharia de Materiais com ênfase em materiais poliméricos e Engenharia de Materiais-Plástico	51 a 55
Engenharia Metalúrgica e Engenharia de Fundição	56 a 60
Engenharia Física	61 a 65

2. Você deve responder apenas às 5 questões referentes ao módulo do curso em que você está inscrito.
3. Favor responder também ao questionário de percepção sobre a prova localizado no final deste caderno.

As questões de 36 a 40, a seguir, são específicas para os estudantes de
ENGENHARIA DE MATERIAIS, SEM ÊNFASE

QUESTÃO 36

Uma boa idéia se perpetua

O policloreto de vinila PVC foi sintetizado em 1912, mas só começou a ser comercializado a partir de 1926, quando W. Semon descobriu sua plastificação. Sua utilização em larga escala já é comum na construção civil há mais de duas décadas. A produção de tubos de PVC emprega o processo de extrusão. Inicialmente, o PVC em pó é misturado a vários outros aditivos em um misturador de pó, produzindo uma formulação. Esta é introduzida no funil de alimentação da extrusora, bombeada para frente, plastificada e forçada a passar por uma matriz anular. O Diâmetro externo do tubo é definido por um sistema de calibração ao mesmo tempo em que é resfriado e cortado em comprimento padronizado. Para identificação e divulgação da marca, alguns dados são estampados ao longo do comprimento do tubo.

Para reduzir o custo de produção e melhorar a qualidade e a produtividade dos tubos de PVC, seria recomendável

- A reduzir o custo da formulação, eliminando-se o estabilizante térmico, que, além de ser caro, é tóxico e tem papel secundário.
- B substituir-se o estabilizante térmico por pigmento marrom — que esconde a coloração escura que aparece com a degradação —, o que reduz o custo da formulação.
- C aumentar-se a concentração do plastificante usado, pois este reduz a viscosidade do fundido, o que facilita a extrusão sem afetar as propriedades mecânicas do tubo.
- D utilizar-se, na formulação, uma mistura de resinas de PVC obtidas por emulsão e por suspensão, pois isso permite aumentar o empacotamento das partículas, o que facilita a extrusão.
- E adicionar-se soda cáustica (hidróxido de sódio) na formulação, para neutralizar o ácido clorídrico gerado pela degradação térmica do PVC. Essa base é barata, eficiente e pode ser usada em pequenas concentrações.

QUESTÃO 37

Magnus magnes ipsum est globus terrestris
(O nosso planeta é um grande ímã, William Gilbert)

O jornal Folha de S. Paulo noticiou recentemente que a grafite deve ganhar novas aplicações comerciais sob a forma de um novo material fortemente magnético (ferromagneto). A grafite comercial é um material formado por planos de grafenos — hexágonos de átomos de carbono ligados covalentemente — ligados entre si por forças fracas do tipo Van der Waals.

A substituição de elementos como ferro, cobalto e níquel por grafite magnética teria enorme impacto em diversas áreas.

Na transformação química da grafite comercial em um material magnético, são introduzidas pequenas cavidades na estrutura do mineral pelas quais passam correntes eletrônicas que geram um momento magnético resultante não-nulo semelhante ao produzido por um solenóide. Não se pode imputar esse comportamento à presença de impurezas magnéticas no material, que é da ordem de algumas dezenas de partes por milhão (ppm). Assim, o efeito parece ser genuinamente intrínseco ao processo aplicado à grafite comercial, ou seja, à existência de cavidades na estrutura do material.

Tendo como referência o texto acima e sabendo que $Z(C) = 6$, assinale a opção correta.

- A Um material orgânico é formado essencialmente por carbono e, portanto, é ferromagnético, independentemente de qualquer transformação físico-química.
- B O comportamento ferromagnético do novo material desenvolvido, grafite magnética, tem como origem os elétrons $3d$ da estrutura eletrônica do carbono.
- C A grafite comercial, como consequência de sua estrutura, apresenta propriedades elétricas fortemente anisotrópicas, que permitem o aparecimento do ferromagnetismo por meio da introdução de defeitos colunares nos planos de grafenos.
- D As impurezas magnéticas presentes na grafite comercial formam agrupamentos magnéticos localizados, chamados de *clusters*, que dão origem ao comportamento ferromagnético observado na grafite magnética.
- E A grafite magnética é um novo compósito biocompatível que pode ser utilizado em medicina visando-se à obtenção de novos medicamentos e de elementos de engenharia.

Na era dos lasers de terawatts

Um instituto de pesquisa tecnológica de São Paulo inaugurou uma estação experimental que dispõe de um novo *laser* de 1 terawatt de potência, que permite pesquisas com aplicações práticas nas áreas de saúde, meio ambiente e nanotecnologia. Dez multiplicado por dez doze vezes. Essa conta, que chega à casa do trilhão, oferece a real dimensão do que representa 1 terawatt de potência. O sistema montado atingirá esse gigantesco valor em um tempo de pulsação que pode chegar a um segundo dividido por mil trilhões. Essa unidade é conhecida pelos especialistas como femtossegundo. Segundo os engenheiros envolvidos no projeto, uma das aplicações será a leitura dos componentes químicos que poluem a atmosfera. Outra aplicação será a de um processo de abrasão em tecidos biológicos, por exemplo, nos dentes.

Considere que o dente seja formado exclusivamente por esmalte com comportamento de um material cerâmico típico. Nesse caso, o uso de *laser* sobre o dente a ser tratado é viável porque

- A** o esmalte é altamente condutor de eletricidade, o que torna a ação do *laser* efetiva na abrasão do material.
- B** o esmalte é altamente condutor de calor, razão pela qual a ação do *laser* é efetiva na abrasão do material.
- C** o *laser* atua de maneira bem seletiva com mínima transmissão de calor lateral, sendo possível agir sobre o tecido a ser tratado sem destruir o que está em volta.
- D** o *laser* na potência de 1 terawatt gera 106 Joules de calor numa área mínima de foco do laser de 3 cm^2 , o que permite ação de abrasão bem seletiva.
- E** o tempo de exposição do *laser* é curto, o que aumenta a efetividade da abrasão sobre o material cerâmico do dente, já que a potência dissipada não depende da área a ser tratada.

Texto para as questões 39 e 40.

Salto nanotecnológico

Destaca-se, na atuação de engenheiros da área de materiais, a busca de novas estruturas que possam ser aplicadas na fabricação de micro e nanoelementos para a indústria eletrônica. Nesse sentido, o uso de peças de metal, para se controlar o fluxo elétrico em dispositivos bastante específicos poderá, em breve, ser desnecessário.

Pesquisa desenvolvida pela Universidade da Califórnia, nos Estados Unidos, mostra que o nanotubo de carbono (diâmetro típico de 1 nm) poderá também desempenhar o papel de controlador elétrico. Um nanotubo de carbono é uma monocamada de átomos de carbono na forma de rolo de dimensões nanométricas, caracterizado por um certo diâmetro e um certo ângulo de helicidade, características que o definem completamente. Aparentemente, os nanotubos de carbono são gerados a partir de gotas de carbono que aparecem a temperaturas de alguns milhares de graus Celsius quando utilizado o método do arco elétrico. Não há provas da existência da fase líquida do carbono. Como a temperatura de fusão do carbono, em pressão atmosférica, é da ordem de 5.000°C , alguns cientistas acreditam que o carbono evapora antes de fundir. Entretanto, os nanotubos de carbono observados através de microscopia eletrônica revelaram a ocorrência de bolhas que lembram as gotas de orvalho que se formam sobre os fios de uma teia de aranha.

QUESTÃO 39

O primeiro passo para se viabilizar essa nova tecnologia na fabricação de dispositivos semicondutores (*chips*) é a caracterização estrutural dos nanotubos de carbono. Para corretamente se caracterizar a estrutura de um nanotubo de carbono isolado (diâmetro e helicidade), a técnica mais apropriada é

- A** difração de raios X.
- B** cromatografia.
- C** análise térmica diferencial.
- D** microscopia eletrônica.
- E** espectrometria de absorção atômica.

QUESTÃO 40

Para que o aparecimento da fase líquida do carbono seja viável energeticamente, é necessário que

- I o diagrama de fases do carbono grafite apresente um ponto eutéctico.
- II a sublimação do carbono grafite sólido seja acompanhada da absorção de calor de vaporização (entalpia), para serem vencidas as forças de ligação entre as partículas do sólido.
- III o calor de fusão (entalpia) seja menor que o de sublimação, na temperatura de fusão.
- IV a curva de equilíbrio de fases em um diagrama pressão *versus* temperatura, que mostra as regiões de equilíbrio sólido-vapor, sólido-líquido e líquido-vapor, apresente o ponto triplo a uma pressão bem abaixo da pressão atmosférica.

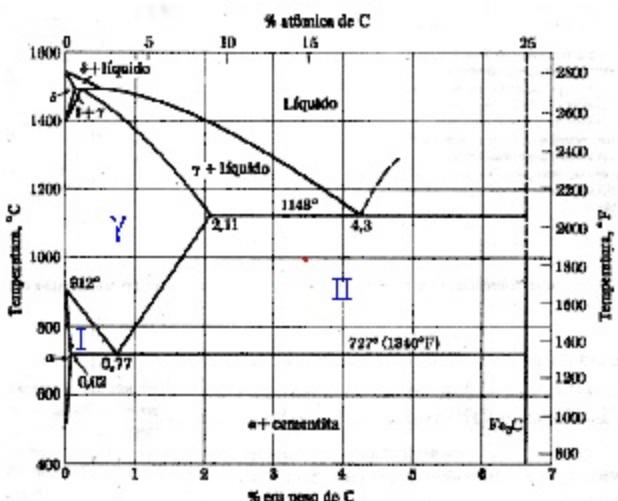
Assinale a opção correta.

- A** Apenas um item está certo.
- B** Apenas os itens I e II estão certos.
- C** Apenas os itens I e III estão certos.
- D** Apenas os itens II e IV estão certos.
- E** Apenas os itens III e IV estão certos.

As questões de 41 a 45, a seguir, são específicas para os estudantes de
ENGENHARIA DE MATERIAIS COM ÊNFASE EM MATERIAIS METÁLICOS

Diagrama para as questões 41 e 42.

O diagrama de fases Fe-Fe₃C (Ferro – Cementita) está ilustrado a seguir. Este diagrama é base para os estudos de tratamento térmico da maioria dos aços.



QUESTÃO 41

Com base no diagrama de fases Fe-Fe₃C, assinale a opção correta.

- A Região I corresponde a um sistema monofásico.
- B O diagrama apresenta uma transformação de fases denominada eutetóide em 727 °C (1.340 °F), com um sólido (γ) decompondo-se em dois outros sólidos (α + Fe₃C), no resfriamento.
- C A Região II corresponde a um sistema bifásico composto por ferrita + cementita.
- D A solubilidade máxima de carbono é superior na fase ferrita (CCC) em relação à fase austenita (CFC).
- E O tratamento térmico de aquecimento do ferro metálico puro, da temperatura ambiente até 1.600 °C, promoverá as seguintes transformações: Fe(α) \rightarrow Fe(δ) e Fe(δ) \rightarrow Fe(γ).

QUESTÃO 42

Suponha que, accidentalmente, você apagou a identificação de 3 amostras de aço-carbono, SAE1030, SAE1045 e SAE1080. Para separá-los, você irá utilizar seus conhecimentos de metalurgia, por meio da análise metalográfica, do tratamento térmico e utilizando o diagrama de fases Fe-Fe₃C fornecido. Após realizar tratamento térmico de austenitização a uma mesma temperatura e mesmo período de tempo em todas as amostras e deixá-las resfriando lentamente no forno, foram obtidas as seguintes microestruturas.



Com base nas microestruturas obtidas, é correto concluir que as amostras de aço identificadas são

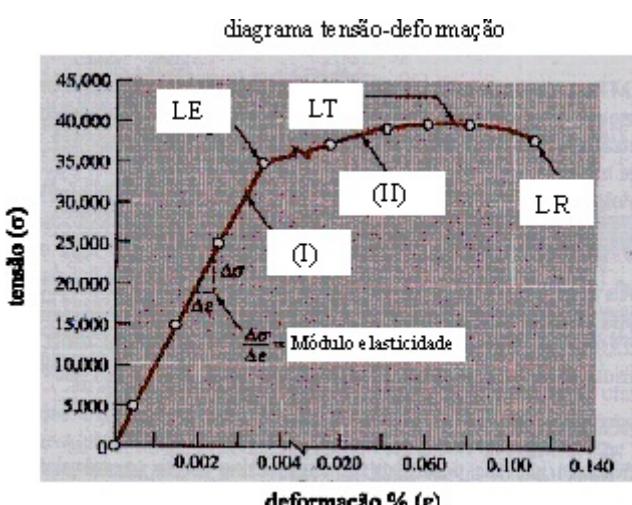
- A I - aço 1080, II - aço 1030 e III - aço 1045.
- B I - aço 1030, II - aço 1080 e III - aço 1045.
- C I - aço 1045, II - aço 1030 e III - aço 1080.
- D I - aço 1030, II - aço 1045 e III - aço 1080.
- E I - aço 1080, II - aço 1045 e III - aço 1030.

QUESTÃO 43

Os limites de resistência dos metais são extremamente importantes no dimensionamento de projetos estruturais nas áreas de construção civil e de equipamentos mecânicos. A figura a seguir ilustra um exemplo de ponte em que foi utilizado projeto de estrutura metálica.



Para a obtenção de parâmetros de projetos, é necessário realizar ensaios de avaliação de propriedades mecânicas. Um diagrama de tensão-deformação obtido em um ensaio de tração para uma liga metálica está mostrado a seguir.



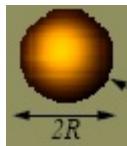
Em relação a esse diagrama, assinale a opção correta.

- A O limite de escoamento é o ponto que define o início do regime de deformação elástica (II).
- B O módulo de elasticidade pode ser obtido por meio da inclinação da curva no regime plástico de deformação.
- C A tenacidade do material é a energia total, plástica ou elástica, que o material absorve até a ruptura, podendo ser obtida pela área abaixo da curva tensão-deformação.
- D A resiliência, também denominada de fluência, é a capacidade de absorção de energia por deformação no regime plástico.
- E A ductilidade pode ser expressa como a capacidade de deformação no regime elástico (I) do material.

QUESTÃO 44

A solidificação é, sem dúvida, uma das rotas mais importantes de processamento de metais e ligas. Como exemplos em processos de solidificação tem-se a fundição em moldes, o lingotamento contínuo e a soldagem. O diagrama termodinâmico de nucleação e do crescimento de uma fase sólida a partir de um líquido está ilustrado a seguir. A partir desse diagrama termodinâmico, considerando-se a nucleação homogênea de um metal puro, com a formação de embriões esféricicos de raio (R), o valor total de energia livre (ΔG) pode ser expresso pela equação 1, a seguir.

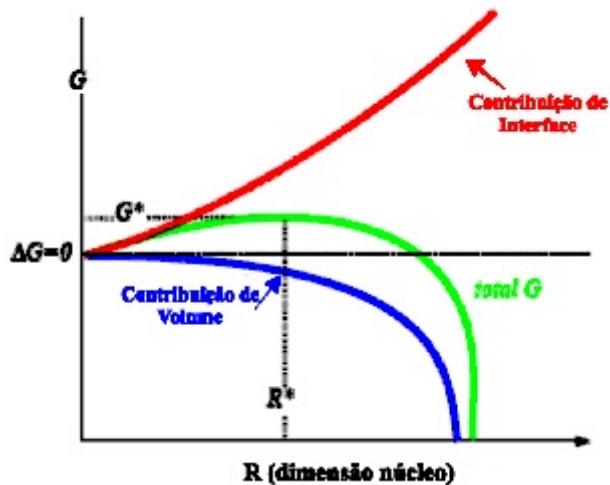
$$G = \frac{4}{3} R^3 \cdot G_v + 4 R^2 \cdot \sigma \quad (\text{eq.1}),$$



em que G é a energia livre total; R é o raio de nucleação; G_v é a energia livre de volume e σ é a energia livre de superfície. A partir da equação 1, pode-se obter o valor para o raio crítico (R^*) para nucleação homogênea, conforme mostra a equação, a seguir.

$$R^* = 2 T_m / (H_f^* \cdot \sigma) \quad (\text{eq.2}),$$

em que R^* é o raio crítico de nucleação; H_f^* é a entalpia de fusão; T_m é a temperatura de fusão e σ é o superesfriamento.

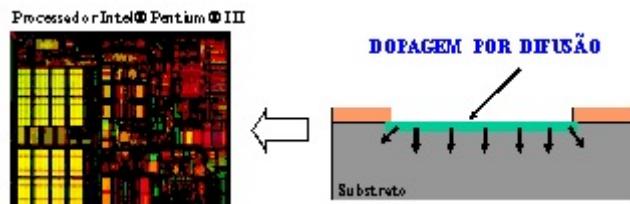


Embásado nas informações acima, assinale a opção correta.

- A** Para valores de R inferiores a R^* , o termo de energia livre de volume é maior que o valor de energia livre de superfície (σ).
- B** Impurezas, precipitados e paredes de recipientes podem atuar como “sementes” ou iniciadores da nucleação homogênea.
- C** A barreira de ativação para nucleação homogênea é geralmente inferior à barreira para a nucleação heterogênea.
- D** Nucleação homogênea é favorecida pela contribuição de energia livre associada ao volume e desfavorecida pela energia livre associada à superfície.
- E** Quanto maior o valor do superesfriamento, maior será a dimensão do núcleo crítico em um processo de solidificação com nucleação homogênea.

QUESTÃO 45

A difusão em sólidos é importante em diversos tratamentos térmicos de materiais. A revolução científica e tecnológica ocorrida nos últimos 50 anos está diretamente associada à indústria microeletrônica. Nessas indústrias, o processo de fabricação de dispositivos semicondutores à base de silício está intimamente ligado à introdução por difusão “controlada” de impurezas de elementos químicos como Boro (B), Arsênio (As) e Fósforo (P), conforme ilustrado a seguir.



O diagrama abaixo ilustra uma interface de dois materiais, A e B, puros, colocados em contato.



O mecanismo de difusão intersticial pode ser estudado por meio da lei de Fick, mostrada na equação 1 a seguir.

1.^a Lei de Fick — Difusão

$$J_B = D_B \cdot (\Delta C_B / \Delta x) \quad (\text{eq. 1}),$$

em que J_B é o fluxo de átomos de B, na interface; D_B é a difusividade (ou coeficiente de difusão do elemento B no sólido A) e $(\Delta C_B / \Delta x)$ é o gradiente de concentração de B.

A difusividade D_B pode ser expressa pela equação 2 a seguir.

$$D_B = D_0 \exp (-Q/RT) \quad (\text{eq. 2}),$$

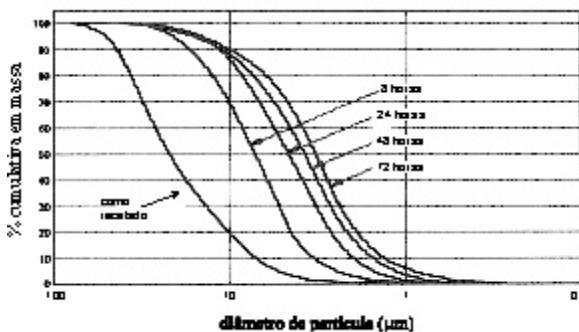
em que D_0 é o fator de freqüência de salto; Q é a barreira de ativação para difusão; R é a constante universal dos gases; T é a Temperatura K.

Com base nos diagramas e equações apresentados, assinale a opção correta.

- A** Os valores de difusividade de átomos de um mesmo elemento em materiais sólidos para o volume (D_V), contorno de grão (D_{CG}) e superfície (D_S) a uma mesma temperatura apresentam a seguinte ordem crescente: $D_V > D_{CG} > D_S$.
- B** O valor de difusividade D para difusão intersticial do carbono, nitrogênio e hidrogênio em ferro na fase austenita (Fe-γ, CFC) deve ser superior ao valor de difusão em ferrita (Fe-α, CCC).
- C** O gradiente de concentração é a força motriz para o processo de difusão em sólidos. Quanto maior a diferença de potencial químico, menor será o fluxo de átomos no processo de difusão.
- D** Considerando-se que 2 chapas de aço idênticas são utilizadas como trocadores de calor em sistema de aquecimento com nitrogênio e que uma chapa está submetida à temperatura interna de 1.000 °C, e a outra, de 1.400 °C, é correto afirmar que a chapa submetida à maior temperatura interna apresentará menor profundidade de penetração de nitrogênio no metal.
- E** Medidas de difusividade de um mesmo sistema em diferentes temperaturas permitem que sejam obtidos os valores da energia de ativação para esse sistema e o fator pré-exponencial.

As questões de 46 a 50, a seguir, são específicas para os estudantes de
ENGENHARIA DE MATERIAIS COM ÊNFASE EM MATERIAIS CERÂMICOS
E ENGENHARIA DE MATERIAIS-CERÂMICA

QUESTÃO 46



O diagrama acima mostra curvas de distribuição de tamanho de partículas de alumina vendida por determinado fornecedor. A curva indicada por “como recebida” refere-se ao material recebido do fornecedor. As outras curvas mostram a distribuição de tamanho de partícula desse material após diferentes tempos de moagem. Considere que se deseja fabricar um produto cerâmico a partir dessa matéria-prima, que tenha alta densidade ($> 99\%$) e resistência mecânica. Devem ser produzidos grânulos a partir desse material, os quais serão utilizados na prensagem do produto desejado. Com relação a essa situação, assinale a opção correta.

- Ⓐ O maior tempo de moagem gera alumina com menor tamanho médio de partículas e menor desvio-padrão, o que acarretará maior empacotamento das partículas durante a prensagem.
- Ⓑ Para serem obtidos grânulos de prensagem com maior densidade e com maior plasticidade, deve-se adicionar defloculante e ligante ao sistema, o que pode ser feito durante o processo de moagem.
- Ⓒ Grânulos obtidos por secagem a spray (*spray drying*) utilizando-se alumina moída por 72 horas têm mais porosidade do que os fabricados com o material “como recebido”.
- Ⓓ Não se deve realizar a moagem da alumina como recebida porque esse processo pode introduzir impurezas indesejadas na matéria-prima.
- Ⓔ A moagem da alumina recebida vai acarretar a obtenção de um produto final com maior densidade e resistência mecânica.

QUESTÃO 47

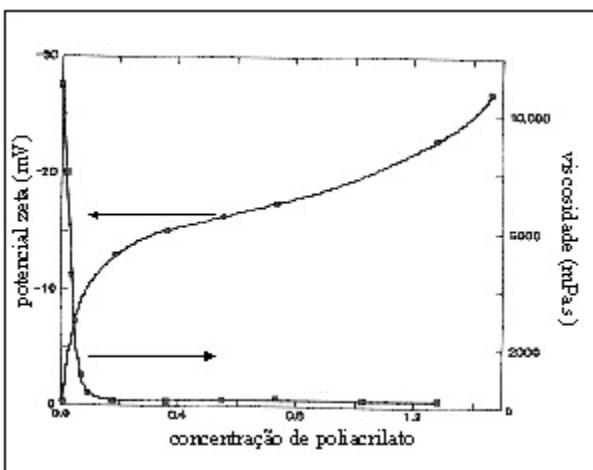


Figura I

A figura I, acima, mostra a variação do potencial zeta e da viscosidade de suspensões que contêm 50% em volume de alumina em função da concentração de poliacrilato de amônio. A figura II, ao lado, mostra curvas de viscosidade de suspensões desse mesmo material, com e sem adição de hidroximetil celulose, em função do pH do meio.

Com base nesses diagramas, assinale a opção correta.

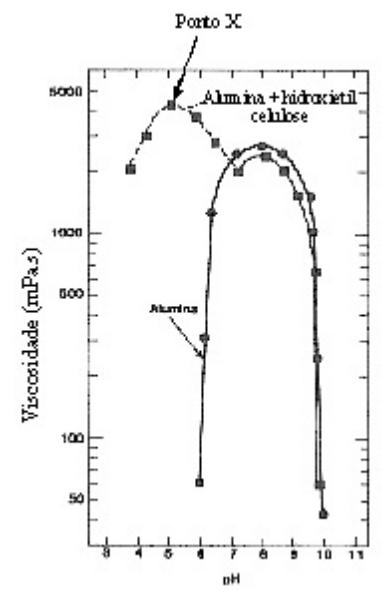
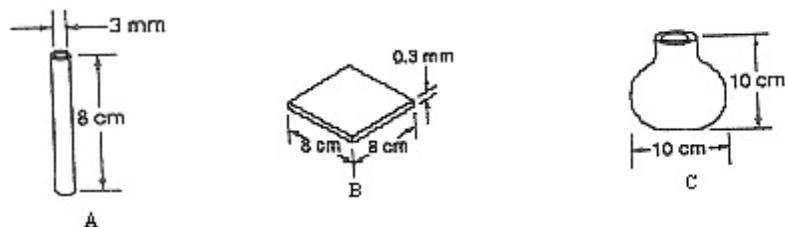


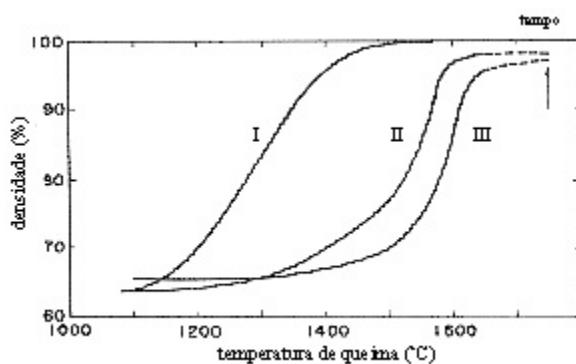
Figura II

- Ⓐ Suspensões dispersas de alumina serão obtidas para concentrações de poliacrilato abaixo de 0,1%.
- Ⓑ Com base apenas nos parâmetros mostrados nos diagramas, verifica-se que, se adicionado o hidroximetil celulose, as suspensões terão o maior grau de dispersão quando o pH do meio for 5.
- Ⓒ Se uma suspensão for preparada com uma fração de sólidos maior que a utilizada nas suspensões mostradas nas figuras, mantendo-se o pH igual a 10 e com adição do ligante, a viscosidade da suspensão não será alterada.
- Ⓓ Uma suspensão preparada nas condições indicadas pelo ponto X (pH igual a 5 e com adição de ligante) apresentará provavelmente um comportamento reológico pseudoplástico.
- Ⓔ Usando-se uma suspensão preparada nas condições indicadas pelo ponto X, para obtenção de uma peça por colagem, serão obtidos compactos com baixa porosidade.

QUESTÃO 48

Com relação aos processos de conformação utilizados para obtenção dos produtos cerâmicos comuns ilustrados acima, assinale a opção correta.

- A** Do ponto de vista técnico e econômico, os processos de conformação mais indicados para obtenção dos produtos A, B e C são, respectivamente, prensagem, extrusão e colagem.
- B** Na fabricação de tubos por extrusão, um ligante deve obrigatoriamente ser adicionado durante a preparação da massa, para que ela apresente a consistência adequada ao processamento.
- C** Os processos de conformação plástica devem ser usados exclusivamente para produtos cerâmicos à base de argila, que confere a propriedade de plasticidade à massa.
- D** Para se reduzir o tempo de obtenção da peça C, utilizando-se o método de colagem, devem ser usadas suspensões cerâmicas com alta fração de sólidos e suspensões parcialmente floculadas.
- E** Aumentando-se a pressão utilizada na prensagem de massas cerâmicas, aumentam-se o grau de compactação e a densidade a verde, evitando-se o aparecimento de defeitos de prensagem.

QUESTÃO 49

As curvas acima representam o processo de queima de uma cerâmica em diferentes temperaturas. Cada curva correspondente ao corpo verde obtido em condições diferentes, especificadas a seguir:

- F1: prensagem uniaxial de um sistema de partículas de tamanho médio de $0,1 \mu\text{m}$;
- F2: prensagem uniaxial de um sistema de partículas de tamanho médio de $20 \mu\text{m}$;
- F3: prensagem isostática a quente (HIP) de um sistema de partículas de tamanho médio de $0,1 \mu\text{m}$.

Com base nessas informações, assinale a opção correta acerca de mecanismos de sinterização.

- A** As curvas I, II e III correspondem à sinterização do corpo verde obtido nas condições F1, F3 e F2, respectivamente.
- B** As curvas I e III correspondem à sinterização do sistema de partículas mais finas, que apresentam menor sinterabilidade.
- C** O método HIP, correspondente à curva de sinterização II, permite, quando comparado à prensagem uniaxial, a obtenção de produtos cerâmicos com menor densidade final.
- D** Para sinterização desse sistema, é necessária temperatura acima de 1400°C , a partir da qual começará a ocorrer difusão.
- E** Considerando que a queima seja realizada a 1600°C , o crescimento de grão que ocorrerá nesse sistema será mais acentuado para o corpo verde obtido com a condição F2.

QUESTÃO 50

A tenacidade à fratura é uma característica do material relacionada à resistência à propagação de trincas. Uma limitação do uso de cerâmicas em aplicações estruturais é a sua baixa tenacidade à fratura. Entretanto, nas últimas décadas, cerâmicas avançadas de alta tenacidade têm sido desenvolvidas e utilizadas em aplicações antes restritas ao grupo de materiais metálicos. Acerca desse assunto, julgue os itens abaixo.

- I A tenacidade à fratura de cerâmicas pode ser aumentada por meio da introdução de elementos microestruturais que geram mecanismos para inibir a propagação de trincas.
- II Por meio do controle das técnicas de processamento, é possível a obtenção de cerâmicas de alta densidade e com tamanho de grão excepcionalmente pequeno, fatores que aumentam a resistência mecânica de cerâmicas.
- III Partículas ou fibras cerâmicas adicionadas a uma matriz cerâmica acarretam aumento da tenacidade à fratura, mas não afetam o limite de resistência à tração.
- IV A introdução de tensões residuais de compressão na superfície, onde há maior probabilidade de trincar, é um mecanismo de aumento de tenacidade à fratura usado para materiais vítreos.
- V Aumento de tenacidade por transformação de fase é um mecanismo utilizado em cerâmicas à base de carbeto de silício, ou em situações em que se adicionam partículas desse material a outras cerâmicas.

Estão certos apenas os itens

- A** I e III.
- B** I, II e IV.
- C** II, III e V.
- D** II, IV e V.
- E** III, IV e V.

As questões de 51 a 55, a seguir, são específicas para os estudantes de

ENGENHARIA DE MATERIAIS COM ÊNFASE EM MATERIAIS POLIMÉRICOS E ENGENHARIA DE MATERIAIS-PLÁSTICO

QUESTÃO 51

Um início promissor

Os primeiros polímeros sintéticos foram descobertos no início do século passado. Naqueles primórdios, o desenvolvimento era praticamente todo feito de forma empírica, pois pouco ou quase nada se sabia do que hoje se chama ciência dos polímeros. Foi Hermann Staudinger, químico alemão, que lançou, em 1920, uma centelha na escuridão propondo a Teoria da Macromolécula. Sua interpretação conceituava os polímeros como materiais formados por moléculas enormes, ou macromoléculas, com milhares de átomos encadeados em longas seqüências, formando uma cadeia polimérica. A partir dessa concepção, os avanços deram-se de forma consciente e sistemática. Nas três décadas seguintes, vários polímeros foram criados, culminando esse avanço na polimerização estereoespecífica do polipropileno isotáctico, feita em 1956 pelo químico italiano Giulio Natta.

Tendo o texto acima como referência, assinale a opção correta.

- A Polimerização de um monômero vinílico dá-se sempre com a formação de uma configuração tática.
- B Nos polímeros, o encadeamento do tipo cabeça-cauda é o mais comum, devido a sua maior mobilidade e à consequente reatividade.
- C Toda macromolécula é um polímero.
- D Para a produção de qualquer polímero, é necessário o uso de catalisadores estereoespecíficos.
- E O grande mérito de H. Staudinger foi ter criado a sua teoria com base na técnica de microscopia eletrônica de varredura (SEM), utilizada em seus experimentos.

QUESTÃO 52

O mercado cresce

A leveza, a possibilidade de serem produzidas formas complexas e a excelente estética dos bens de consumo produzidos por polímeros têm permitido o crescimento inimaginável do uso dos polímeros aos primeiros desbravadores dessa área. Apesar de todo esse aparente sucesso, como a produção de fios sintéticos de nylon, os polímeros possuem uma deficiência, são muito sensíveis à temperatura, fluindo com facilidade, e, portanto, instáveis dimensionalmente. Essa sensibilidade também se reflete na degradação térmica, que não é desprezível e que reduz o desempenho mecânico e óptico, entre outros.

Para minimizar a instabilidade térmica dos polímeros, os projetistas de produtos técnicos à base desses materiais devem

- A evitar usá-los em aplicações em que esses materiais venham a ser solicitados mecanicamente.
- B eliminar a instabilidade dimensional e impedir a degradação térmica, introduzindo ligações cruzadas entre as cadeias poliméricas.
- C estimar a temperatura máxima de uso do produto e, a partir disso, escolher a melhor classe de polímeros a ser usada.
- D adicionar estabilizantes térmicos que reduzam substancialmente o efeito da temperatura na mobilidade da cadeia e aumentem a temperatura máxima de uso.
- E escolher sempre polímeros semicristalinos, pois a presença da fase cristalina promove a estabilidade térmica da cadeia polimérica, o que garante a estabilidade dimensional da peça.

QUESTÃO 53

Cassini fotografa "lua-esponja" de Saturno

A sonda americana Cassini continua trabalhando duro para desvendar os mistérios do sistema saturnino. Em 26/9/2005, a espaçonave passou raspando a 500 km da superfície de Hipérion, a "lua-esponja" de Saturno. Hipérion, com seus pouco mais de 150 km de diâmetro, tem uma órbita oval e uma textura estranha. Os cientistas esperam que as imagens possam ajudar a explicar sua origem. É provável que ela seja só uma pilha de destroços resultante de algum impacto em outra lua.

Folha de S. Paulo, 28/9/2005, A-18.

Esponja ou espuma é um corpo sólido que, com muitos vazios ou buracos — chamados células — e com baixa densidade aparente, pode ser usado na confecção de produtos leves. Ela pode ser natural, como, por exemplo, a esponja-do-mar, ou artificial, como a esponja de cozinha. Considerando essas informações, julgue os itens a seguir.

- I A baixa densidade aparente de uma esponja reduz sua condutividade térmica, servindo, assim, como isolante térmico.
- II A presença de buracos na esponja enfraquece-a, tornando-a imprestável para aplicações de alto nível técnico.
- III Esponjas de cozinha são produzidas a partir da evaporação de parte do monômero usado durante polimerização.
- IV A capacidade de absorção de água de uma espuma depende apenas da relação entre a quantidade de células abertas e fechadas que ela tem.
- V O isopor é uma espuma que pode ser produzida pelo aquecimento de pequenas esferas de poliestireno encharcado com heptano.

Estão certos apenas os itens

- A I e II.
- B I e V.
- C II e III.
- D III e IV.
- E IV e V.

QUESTÃO 54**O consumo mundial ultrapassa os cem milhões de toneladas anuais**

Uma indústria petroquímica de médio porte produz 300.000 toneladas por ano de poliolefinas pelo processo Ziegler-Natta. Para suprir as necessidades gerais do mercado, vencer a concorrência e também ocupar nichos de consumo, ela pesquisa e desenvolve diferentes tipos (grades) de polímeros. Seus técnicos usam todo o conhecimento técnico-científico disponível sobre o processo de polimerização para atingir esses objetivos. Devido à necessidade de honrar compromissos financeiros, a diretoria dessa indústria decidiu não mais fazer grandes investimentos nos próximos anos.

Na situação hipotética apresentada, para garantir o crescimento da empresa conforme o quadro estabelecido por sua diretoria, um procedimento adequado a ser adotado pelo gerente do laboratório de pesquisa e desenvolvimento (P&D) seria

- Ⓐ substituir o catalisador Ziegler-Natta utilizado por um de décima geração, que tem custo pouco superior, mas é mais eficiente e, portanto, mais produtivo.
- Ⓑ melhorar o sistema de remoção e de recuperação do inibidor usado para estabilizar os monômeros e, com isso, reduzir o consumo de catalisadores, componentes mais caros usados no processo de polimerização.
- Ⓒ substituir o catalisador Ziegler-Natta utilizado por outro à base de metalloceno, que é mais versátil e permite aumentar o número de *grades* produzidas.
- Ⓓ trocar o mecanismo de polimerização por outro do tipo aniônico, pois este, por não possuir terminação natural, aumenta as possibilidades de copolimerização.
- Ⓔ aumentar o número de produtos e investir na produção de copolímeros, usando diferentes tipos e concentrações de alfaolefinas.

QUESTÃO 55**Uma boa idéia se perpetua**

O policloreto de vinila PVC foi sintetizado em 1912, mas só começou a ser comercializado a partir de 1926, quando W. Semon descobriu sua plastificação. Sua utilização em larga escala já é comum na construção civil há mais de duas décadas. A produção de tubos de PVC emprega o processo de extrusão. Inicialmente, o PVC em pó é misturado a vários outros aditivos em um misturador de pó, produzindo uma formulação. Esta é introduzida no funil de alimentação da extrusora, bombeada para frente, plastificada e forçada a passar por uma matriz anular. O diâmetro externo do tubo é definido por um sistema de calibração ao mesmo tempo em que é resfriado e cortado em comprimento padronizado. Para identificação e divulgação da marca, alguns dados são estampados ao longo do comprimento do tubo.

Para reduzir o custo de produção e melhorar a qualidade e a produtividade dos tubos de PVC, é recomendável

- Ⓐ reduzir o custo da formulação, eliminando-se o estabilizante térmico, que, além de ser caro, é tóxico e tem papel secundário.
- Ⓑ substituir-se o estabilizante térmico por pigmento marrom — que esconde a coloração escura que aparece com a degradação —, o que reduz o custo da formulação.
- Ⓒ aumentar-se a concentração do plastificante usado, pois este reduz a viscosidade do fundido, o que facilita a extrusão sem afetar as propriedades mecânicas do tubo.
- Ⓓ utilizar-se, na formulação, uma mistura de resinas de PVC obtidas por emulsão e por suspensão, pois isso permite aumentar o empacotamento das partículas, o que facilita a extrusão.
- Ⓔ adicionar-se hidróxido de sódio (NaOH) na formulação, para neutralizar o ácido clorídrico gerado pela degradação térmica do PVC. Essa base é barata, eficiente e pode ser usada em pequenas concentrações.

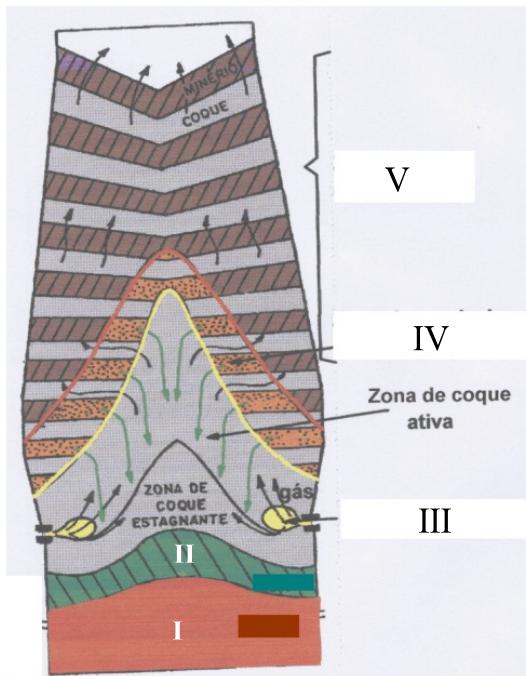
As questões de 56 a 60, a seguir, são específicas para os estudantes de

ENGENHARIA METALÚRGICA E ENGENHARIA DE FUNDÇÃO

QUESTÃO 56

A origem da produção de ferro está descrita nas culturas chinesas e indianas desde os períodos remotos de 2000 a.C. Mesmo após 4000 anos do início da idade do ferro, a produção atual de ferro baseia-se no mesmo princípio do processo térmico de redução por carvão (carbotérmico). Neste início de século, a produção global de aço está estimada em 700-900 milhões de toneladas por ano.

A figura a seguir ilustra o alto-forno utilizado no processo de fabricação de ferro-gusa por redução.



Utilizando o diagrama mostrado acima, identifique os componentes existentes nesse forno e assinale a opção correta.

- A** I - cadinho com gusa;
II - escória;
III - zona de combustão;
IV - zona de amolecimento e fusão;
V - zona seca ou granular.
- B** I - cadinho com gusa;
II - zona de combustão;
III - escória;
IV - zona seca ou granular;
V - zona de amolecimento e fusão.
- C** I - cadinho com gusa;
II - escória;
III - zona de amolecimento e fusão;
IV - zona de combustão;
V - zona seca ou granular.
- D** I - escória;
II - cadinho com gusa;
III - zona de combustão;
IV - zona de amolecimento e fusão;
V - zona seca ou granular.
- E** I - escória;
II - cadinho com gusa;
III - zona de combustão;
IV - zona seca ou granular;
V - zona de amolecimento e fusão.

QUESTÃO 57

Durante a produção de ferro-gusa, a incorporação de impurezas e contaminações indesejadas pode ser minimizada pelo controle de processo e composição química da escória. Os teores dos elementos químicos, como enxofre (S) e fósforo (P), devem ser usualmente reduzidos para o processo posterior de produção de aço.

Diagrama A — retenção de álcalis na escória de alto-forno

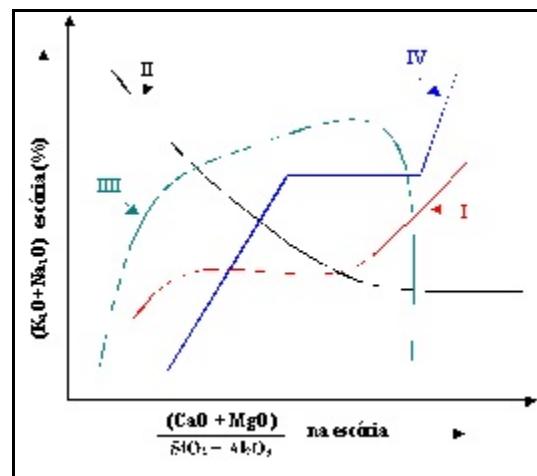
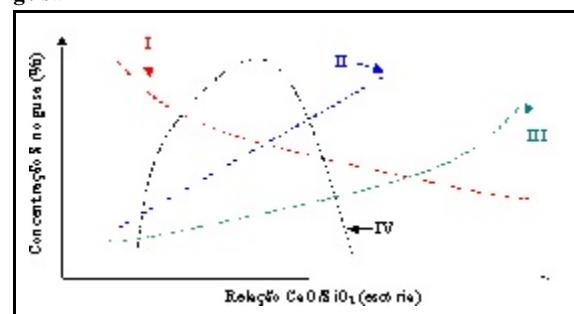


Diagrama B — concentração de enxofre no ferro-gusa



Nos diagramas A e B, as curvas que, representam a retenção de álcalis na escória em função do índice de basicidade da escória e a variação do teor de enxofre no ferro-gusa em função da basicidade da escória são, respectivamente, as curvas

- A** I e II.
- B** II e I.
- C** IV e III.
- D** III e I.
- E** II e IV.

QUESTÃO 58
Tabela 1 – Investimentos do setor siderúrgico brasileiro 1994/2002

unidades/áreas	1994/2000 (realizados)	2001/2006 (previstos)	total US\$ milhões
matérias-primas	44	40	84
energia	534	141	675
redução	1.631	715	2.346
aciaria	632	555	1.187
lingotamento	856	288	1.144
laminação	3.268	1.372	4.640
meio ambiente	878	243	1.121
informática/automação	259	101	360
pesquisa e desenvolvimento	41	12	53
treinamento de pessoal	20	35	55
outros	1.846	933	2.779
total	10.009	4.435	14.444

fonte: IBS (2001-03)

Tabela 2 – Comparação de processos de alto-forno a coque e carvão vegetal

item	unidade	carvão vegetal	coque
carbono fixo	%	65-75	~88
materiais voláteis	%	25-35	~1
cinza	%	2-5	10-12
enxofre	%	0,03-0,10	0,45-0,70
composição da cinza			
SiO ₂	%	5-10	50-55
CaO	%	37-56	4-5
MgO	%	8-7	4-5
Al ₂ O ₃	%	2-12	25-30
Fe ₂ O ₃	%	6-13	5-7
P ₂ O ₅	%	8-12	0,4-0,8
K ₂ O	%	15-25	2-4
Na ₂ O	%	2-3	1-3
resíduos sólidos	(Kg/ton gusa)	250 a 500	

Com base nas tabelas acima, julgue os seguintes itens.

- I O teor de cinzas do coque é superior ao do carvão vegetal, consequentemente, ele provoca menor geração de escória por tonelada de ferro-gusa produzido.
- II A dessulfuração eficiente do ferro-gusa em alto-forno a coque requer a operação com escória básica ($\text{CaO}/\text{SiO}_2 > 1$), enquanto a retenção eficiente de fósforo no alto-forno a carvão vegetal requer escória ácida ($\text{CaO}/\text{SiO}_2 < 1$).
- III Com relação à composição química, o alto-forno a coque produz ferro-gusa com teor de enxofre superior ao que produz o alto-forno a carvão vegetal. Do mesmo modo, um alto-forno a carvão vegetal produz ferro-gusa com teor inferior de fósforo ao produzido em alto-forno a coque.
- IV No perfil térmico de operação de um alto-forno, encontra-se uma zona intermediária denominada de “Zona de Reserva Térmica”, que está associada à reação endotérmica $\text{C}(s) + \text{CO}_2(g) \rightarrow 2\text{CO}(g)$.
- V Considerando os conceitos de sustentabilidade e de responsabilidade social, os investimentos em gestão e política ambiental devem ser contemplados em todo projeto siderúrgico. A geração de rejeitos sólidos situa-se na faixa de 250-500 Kg/tonelada de ferro-gusa produzido, necessitando-se, portanto, de uma política de eliminação, minimização e reciclagem de rejeitos.

Estão certos apenas os itens

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

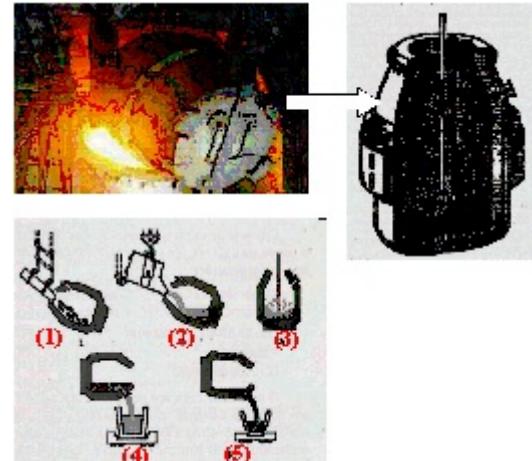
QUESTÃO 59

Julgue os itens abaixo.

- I A viscosidade da escória de alto-forno independe da sua composição química de óxidos.
- II Quanto maior o índice da basicidade da escória, maior será a eficiência teórica na dessulfuração do ferro-gusa produzido.
- III A temperatura *liquidus* da escória deve ser próxima da temperatura de vazamento do gusa, para otimização de viscosidade e energia envolvidas no processo.
- IV No processo de produção de ferro-gusa, deve-se buscar um volume mínimo de escória com máximo de rendimento térmico, por tonelada de metal produzido.

Assinale a opção correta.

- A Apenas os itens I, II e III estão certos.
B Apenas os itens I, II e IV estão certos.
C Apenas os itens I, III e IV estão certos.
D Apenas os itens II, III e IV estão certos.
E Todos os itens estão certos.

QUESTÃO 60

Considerando as figuras acima, que mostram uma importante etapa do processo de fabricação do aço, assinale a opção **incorreta**.

- A A transformação do ferro-gusa em aço requer diminuição dos teores dos elementos carbono, silício e fósforo, tipicamente por meio de reações químicas de oxidação.
- B A transformação do ferro-gusa em aço requer uma elevação dos teores de nitrogênio e enxofre, geralmente por meio da redução da basicidade da escória, temperatura e agitação do banho.
- C Pode-se promover a adição de elementos de liga e o ajuste de teores de manganês e silício nos fornos conversores tipo LD.
- D O processo de fabricação de aço por sopro a oxigênio baseia-se na oxidação de elementos como, por exemplo, $\text{Si} (\text{Si} + \text{O}_2 \rightarrow \text{SiO}_2)$ e $\text{Mn} (\text{Mn} + \frac{1}{2} \text{O}_2 \rightarrow \text{MnO})$. A oxidação do Fe ($\text{Fe} + \frac{1}{2} \text{O}_2 \rightarrow \text{FeO}$) também ocorre, mas tem uma fração revertida pela presença dos elementos Si, C, P ($\text{Si}, \text{C}, \text{P} + \text{FeO} \rightarrow \text{Fe} + \text{óxidos}$).
- E Uma seqüência típica de operação de um conversor LD para a fabricação de aço ilustrada na figura é:
(1) carregamento de sucata;
(2) carregamento de gusa;
(3) sopro de oxigênio;
(4) vazamento do aço líquido;
(5) retirada da escória.

As questões de 61 a 65, a seguir, são específicas para os estudantes de
ENGENHARIA FÍSICA

QUESTÃO 61

Magnus magnes ipsum est globus terrestris

(O nosso planeta é um grande ímã, William Gilbert)

O jornal Folha de S. Paulo noticiou recentemente que a grafite deve ganhar novas aplicações comerciais sob a forma de um novo material fortemente magnético (ferromagneto). A grafite comercial é um material formado por planos de grafenos — hexágonos de átomos de carbono ligados covalentemente — ligados entre si por forças fracas do tipo Van der Waals.

A substituição de elementos como ferro, cobalto e níquel por grafite magnética teria enorme impacto em diversas áreas.

Na transformação química da grafite comercial em um material magnético, são introduzidas pequenas cavidades na estrutura do mineral pelas quais passam correntes eletrônicas que geram um momento magnético resultante não-nulo semelhante ao produzido por um solenóide. Não se pode imputar esse comportamento à presença de impurezas magnéticas no material, que é da ordem de algumas dezenas de partes por milhão (ppm). Assim, o efeito parece ser genuinamente intrínseco ao processo aplicado à grafite comercial, ou seja, à existência de cavidades na estrutura do material.

Tendo como referência o texto acima e sabendo que $Z(C) = 6$, assinale a opção correta.

- A** Um material orgânico é formado essencialmente por carbono e, portanto, é ferromagnético, independentemente de qualquer transformação físico-química.
- B** O comportamento ferromagnético do novo material desenvolvido, grafite magnética, tem como origem os elétrons $3d$ da estrutura eletrônica do carbono.
- C** A grafite comercial, como consequência de sua estrutura, apresenta propriedades elétricas fortemente anisotrópicas, que permitem o aparecimento do ferromagnetismo por meio da introdução de defeitos colunares nos planos de grafenos.
- D** As impurezas magnéticas presentes na grafite comercial formam agrupamentos magnéticos localizados, chamados de *clusters*, que dão origem ao comportamento ferromagnético observado na grafite magnética.
- E** A grafite magnética é um novo compósito biocompatível que pode ser utilizado em medicina visando-se à obtenção de novos medicamentos e elementos de engenharia.

QUESTÃO 62

Trem que levita é sucesso em Brasília

Um miniprotótipo de trem que levita e transita a 400 km/h na presença de campo magnético foi um dos sucessos de público na 8.^a Expociência, realizada em julho de 2005, em Brasília. Ele levita a alguns centímetros de distância de um trilho de ferrita. As rodas do trem foram substituídas por pastilhas supercondutoras, baseados em um composto de ítrio (Y), bário (Ba) e cobre (Cu), refrigeradas por nitrogênio líquido a uma temperatura de -196°C . Esse tipo de tecnologia é mais avançado que outros experimentados por países como Japão e Alemanha, que têm protótipos em tamanho real prontos para entrar em operação comercial. A aplicação de materiais supercondutores será certamente importante na área de transportes, além de áreas como medicina, desenvolvimento de novos dispositivos, transmissão e armazenamento de energia.

Considerando o texto acima e as características dos materiais supercondutores, assinale a opção correta.

- A** As aplicações dos materiais supercondutores baseiam-se no fato de esses materiais serem condutores perfeitos.
- B** As duas propriedades fundamentais dos supercondutores — resistência elétrica praticamente nula e efeito Meissner — são as responsáveis pela levitação do trem.
- C** O efeito de levitação do trem sobre os trilhos deve-se à repulsão típica que ocorre entre dois ímãs quando seus pólos iguais são aproximados, e não ao diamagnetismo dos materiais supercondutores.
- D** O fenômeno de levitação do trem deve-se exclusivamente à ausência de resistência elétrica, a qual é decorrente das propriedades dos portadores supercondutores denominados férmiões.
- E** Do ponto de vista da viabilidade técnica e comercial do projeto, seria mais vantajoso se os trilhos fossem feitos de material supercondutor e as pastilhas que substituem as rodas do trem fossem feitas de material magnético.

QUESTÃO 63**Carbono em gotas**

Cilindros formados por uma camada enrolada de grafite com apenas um átomo de espessura, denominados nanotubos de carbono, podem servir como matéria-prima para a criação de uma nova geração de componentes eletrônicos mais eficientes. Aparentemente versáteis como nenhuma outra estrutura física, podem atuar como condutores, semicondutores ou isolante elétricos. Aparentemente, os nanotubos de carbono são gerados a partir de gotas de carbono que surgem na grafite em temperaturas de alguns milhares de graus Celsius, quando utilizado o método do arco elétrico. Não há provas da existência da fase líquida do carbono. Como a temperatura de fusão do carbono, em pressão atmosférica, é da ordem de 5.000 °C, alguns cientistas acreditam que o carbono evapora antes de se fundir. Entretanto, os nanotubos observados por meio de microscopia eletrônica revelaram a ocorrência de bolhas que lembram as gotas de orvalho que se formam sobre os fios de uma teia de aranha.

Considerando-se o texto acima, é correto concluir que, para que o aparecimento da fase líquida do carbono fosse viável energeticamente, seria necessário que

- A** o calor de fusão fosse menor que o de sublimação, na temperatura de fusão.
- B** a sublimação do carbono grafite sólido fosse acompanhada da absorção de calor de vaporização utilizado para vencer as forças de ligação entre as partículas do sólido.
- C** o diagrama de fases do carbono grafite apresentasse um ponto eutéctico (líquido → sólido α + sólido β).
- D** a curva de equilíbrio de fases, em um diagrama de pressão *versus* temperatura, que mostra as regiões de equilíbrio sólido-vapor, sólido-líquido e líquido-vapor, apresentasse o ponto triplo a uma pressão bem abaixo da atmosférica.
- E** a variação da energia livre de Gibbs (ΔG) fosse positiva.

QUESTÃO 64**Memória no vidro**

Armazenar grandes quantidades de dados digitais em um pequeno pedaço de vidro é a nova possibilidade que se abre a partir do desenvolvimento de um novo material vítreo. Um estudo do vidro à base de óxido de tungstênio usando-se um laser azul permitiu verificar-se a fotosensibilidade volumétrica do vidro, propriedade necessária para realizar gravações em três dimensões. A capacidade de armazenamento desse vidro será muito maior que a dos discos atuais — o limite teórico de armazenamento é de 1,6 terabyte, ou 1.600 gigabytes, por centímetro cúbico. Os dados poderão ser apagados por tratamento térmico ou por exposição a lasers apropriados, o que torna esse material útil como suporte regravável ou memória de alta capacidade. Para induzir processos ópticos e o efeito fotosensível no vidro de óxido de tungstênio para a gravação de dados em três dimensões, podem ser usados lasers ultravioletas visíveis ou, ainda, lasers infravermelhos pulsados.

A utilização de radiação *laser* no processo descrito acima é necessária porque

- A** o feixe de radiação *laser* é incoerente, ou seja, no processo de emissão estimulada típico do *laser*, a fase da onda proveniente de um átomo não está relacionada com a fase da onda proveniente de outro átomo.
- B** o feixe de radiação *laser* pode ser focalizado, mas não produz aquecimento localizado.
- C** o comprimento de onda típico dos *lasers* mencionados é da ordem de 10^{-3} m.
- D** o feixe de radiação *laser*, embora policromático e incoerente, é altamente direcional e focalizável.
- E** o feixe de radiação *laser* é monocromático, coerente e altamente direcional e focalizável.

QUESTÃO 65**O frio e o calor que vêm dos ímãs**

Novos conceitos científicos estão transformando o modo como os eletrodomésticos funcionam. A próxima geração de refrigeradores não vai funcionar por meio da expansão e da contração de um gás, mas por meio da ação de campos magnéticos, com maior eficiência e menor perda de energia. Descobertas recentes revelaram que um composto formado por manganês e arsênio (MnAs), sob alta pressão, apresenta altíssima capacidade de retirar calor do ambiente, denominada efeito magnetocalórico colossal. Para se tornar comercialmente viável, a refrigeração magnética depende de novos arranjos geométricos de ímãs permanentes — como os já usados em leitores de discos rígidos de computadores ou em motores que movem limpadores de pára-brisa de automóveis — para que se formem campos magnéticos intensos e de baixo custo.

Com base nas propriedades dos materiais magnéticos e sabendo que $Z(\text{Mn}) = 25$ e $Z(\text{Fe}) = 26$, julgue os itens a seguir.

- I** O manganês — cuja configuração eletrônica inclui os subníveis $3d^5$ e $4s^2$ —, por ser vizinho imediato do ferro na tabela periódica — cuja configuração eletrônica inclui os subníveis $3d^6$ e $4s^2$ —, é um elemento com características de ímã permanente, ou seja, é ferromagnético.
- II** Elementos de transição da família do ferro (Fe, Co, Ni) apresentam comportamento de ímãs permanentes, claramente identificáveis por meio de curvas de magnetização *versus* campo externo fortemente histeréticas (curvas de histerese).
- III** Novos arranjos geométricos de ímãs permanentes que poderiam tornar comercialmente viável a refrigeração magnética podem ser aplicados em qualquer faixa de temperatura, já que a agitação térmica não afeta a ordem magnética.
- IV** Ímãs permanentes que venham a tornar comercialmente viável a refrigeração magnética devem apresentar altos valores de magnetização de saturação, mesmo nas temperaturas altas em que trabalham esses dispositivos.
- V** Materiais paramagnéticos, caracterizados por altos valores de suscetibilidade magnética, podem substituir eficientemente os materiais utilizados na fabricação de ímãs permanentes, com a vantagem de serem mais viáveis economicamente.

Estão certos apenas os itens

- A** I e IV.
- B** I e V.
- C** II e III.
- D** II e IV.
- E** III e V.

QUESTIONÁRIO DE PERCEPÇÃO SOBRE A PROVA

As questões a seguir visam obter a sua opinião a respeito da qualidade e da adequação da prova que você acabou de realizar. Escolha, em cada uma delas, a opção que melhor reflete a sua opinião. Use os espaços reservados na folha de respostas para as suas marcações.

Agradecemos a sua colaboração.

- | | |
|--|--|
| <p>1 Qual o grau de dificuldade da prova na parte de formação geral?</p> <p>A Muito fácil.
B Fácil.
C Médio.
D Difícil.
E Muito difícil.</p> | <p>6 As informações/instruções fornecidas nos enunciados das questões foram suficientes para resolvê-las?</p> <p>A Sim, até excessivamente.
B Sim, em todas elas.
C Sim, na maioria delas.
D Sim, somente em algumas.
E Não, em nenhuma delas.</p> |
| <p>2 Qual o grau de dificuldade da prova na parte de formação específica?</p> <p>A Muito fácil.
B Fácil.
C Médio.
D Difícil.
E Muito difícil.</p> | <p>7 Qual a maior dificuldade com que você se deparou ao responder a prova?</p> <p>A Desconhecimento do conteúdo.
B Forma diferente de abordagem do conteúdo.
C Espaço insuficiente para responder às questões.
D Falta de motivação para fazer a prova.
E Não tive dificuldade para responder à prova.</p> |
| <p>3 Quanto à extensão, em relação ao tempo destinado à resolução, como você considera a prova?</p> <p>A Muito longa.
B Longa.
C Adequada.
D Curta.
E Muito curta.</p> | <p>8 Considerando apenas as questões objetivas da prova, você percebeu que</p> <p>A não estudou ainda a maioria dos conteúdos avaliados.
B estudou apenas alguns dos conteúdos avaliados, mas não os aprendeu.
C estudou a maioria dos conteúdos avaliados, mas não os aprendeu.
D estudou e aprendeu muitos dos conteúdos avaliados.
E estudou e aprendeu todos os conteúdos avaliados.</p> |
| <p>4 Os enunciados das questões da prova na parte de formação geral estavam claros e objetivos?</p> <p>A Sim, todos.
B Sim, a maioria.
C Apenas cerca da metade.
D Poucos.
E Não, nenhum.</p> | <p>9 Em quanto tempo você concluiu a prova?</p> <p>A Menos de uma hora.
B Entre uma e duas horas.
C Entre duas e três horas.
D Entre três e quatro horas.
E Usei as quatro horas e não consegui terminar.</p> |
| <p>5 Os enunciados das questões da prova na parte de formação específica estavam claros e objetivos?</p> <p>A Sim, todos.
B Sim, a maioria.
C Apenas cerca da metade.
D Poucos.
E Não, nenhum.</p> | |