

MARINHA DO BRASIL
DIRETORIA DE ENSINO DA MARINHA

CONCURSO PÚBLICO PARA INGRESSO NO CORPO DE ENGENHEIROS DA
MARINHA (CP-CEM/2017)

ENGENHARIA DE MATERIAIS

PROVA ESCRITA DISCURSIVA
INSTRUÇÕES GERAIS

- 1- A duração da prova será de 05 horas e o tempo não será prorrogado. Ao término da prova, entregue o caderno ao Fiscal sem retirar os grampos de nenhuma folha.
- 2- Responda às questões utilizando caneta esferográfica azul ou preta. Respostas e desenvolvimentos a lápis não serão considerados. Confira o número de páginas de cada parte da prova.
- 3- Só comece a responder à prova ao ser dada a ordem para iniciá-la, interrompendo sua execução no momento em que for determinado.
- 4- O candidato deverá preencher os campos:
- NOME DO CANDIDATO; NÚMERO DA INSCRIÇÃO e DV.
- 5- Iniciada a prova, não haverá mais esclarecimentos. O candidato somente poderá deixar seu lugar, devidamente autorizado pelo Supervisor/Fiscal, para se retirar definitivamente do recinto de prova ou, nos casos a seguir especificados, devidamente acompanhado por militar designado para esse fim: atendimento médico por pessoal designado pela Marinha do Brasil; fazer uso de banheiro e casos de força maior, comprovados pela supervisão do certame, sem que aconteça saída da área circunscrita para a realização da prova.
Em nenhum dos casos haverá prorrogação do tempo destinado à realização da prova e, em caso de retirada definitiva do recinto de prova, esta será corrigida até onde foi solucionada.
- 6- A solução deve ser apresentada nas páginas destinadas a cada questão.
- 7- Não é permitida a consulta a livros ou apontamentos.
- 8- A prova não poderá conter qualquer marca identificadora ou assinatura, o que implicará atribuição de nota zero.
- 9- Será eliminado sumariamente do concurso e suas provas não serão levadas em consideração o candidato que:
 - a) der ou receber auxílio para a execução de qualquer prova;
 - b) utilizar-se de qualquer material não autorizado;
 - c) desrespeitar qualquer prescrição relativa à execução das provas;
 - d) escrever o nome ou introduzir marcas identificadoras noutro lugar que não o determinado para esse fim; e
 - e) cometer ato grave de indisciplina.
- 10- ESTÁ AUTORIZADA A UTILIZAÇÃO DE CALCULADORA PADRÃO NÃO CIENTÍFICA, RÉGUA SIMPLES E COMPASSO.

NÃO DESTACAR A PARTE INFERIOR

| | | | |
|----------------------|-----------|------|---------------------------|
| RUBRICA DO PROFESSOR | ESCALA DE | NOTA | USO DA DE _{ns} M |
| | 000 A 080 | | |

CAMPOS PREENCHIDOS
PELOS CANDIDATOS

CONCURSO: CP-CEM/2017
NOME DO CANDIDATO:

| | | | | |
|-----------------|----|-----------|------|---------------------------|
| Nº DA INSCRIÇÃO | DV | ESCALA DE | NOTA | USO DA DE _{ns} M |
| | | 000 A 080 | | |

1ª QUESTÃO (8 pontos)

Analise as equações abaixo utilizadas para calcular a força de extrusão de um tarugo cilíndrico.

$$P = P_{fd} + P_{fc} + P_{dh} + P_{ds}$$

$$P_{fc} = 2\pi r_0 L m \frac{\sigma}{\sqrt{3}} = \text{Força devida ao atrito entre tarugo e câmara de extrusão}$$

$$P_{fd} = \frac{m\sigma \ln(A_0/A_1)}{\sqrt{3} \sin\alpha \cos\alpha} \pi r_0^2 = \text{Força devida ao atrito entre tarugo e ferramenta}$$

$$P_{ds} = 2\pi r_0^2 \frac{\sigma}{\sqrt{3}} \left(\frac{\alpha}{\sin^2\alpha} - \cot\alpha \right) = \text{Força devida ao trabalho redundante}$$

$$P_{dh} = \sigma \ln\left(\frac{A_0}{A_1}\right) \pi r_0^2 = \text{Força devida à deformação homogênea}$$

Sendo:

P: força de extrusão

σ : tensão de escoamento do material

m = fator de atrito

α : ângulo da matriz de extrusão

A_0 : Área inicial do tarugo

A_f : Área final do tarugo

r_0 : raio inicial do tarugo

L: comprimento do tarugo

A força total calculada para extrusão de uma barra redonda (produto final, que não será submetido a novos processos de conformação) a partir de um tarugo em uma prensa de extrusão direta foi de 23.200 toneladas. Porém, tem-se disponível apenas uma prensa de extrusão direta de 17.000 toneladas de força máxima. Com base nas equações fornecidas, que parâmetros do processamento podem ser alterados para que essa mesma barra possa ser feita na prensa disponível? Explique como cada parâmetro atua para diminuir a força de extrusão.

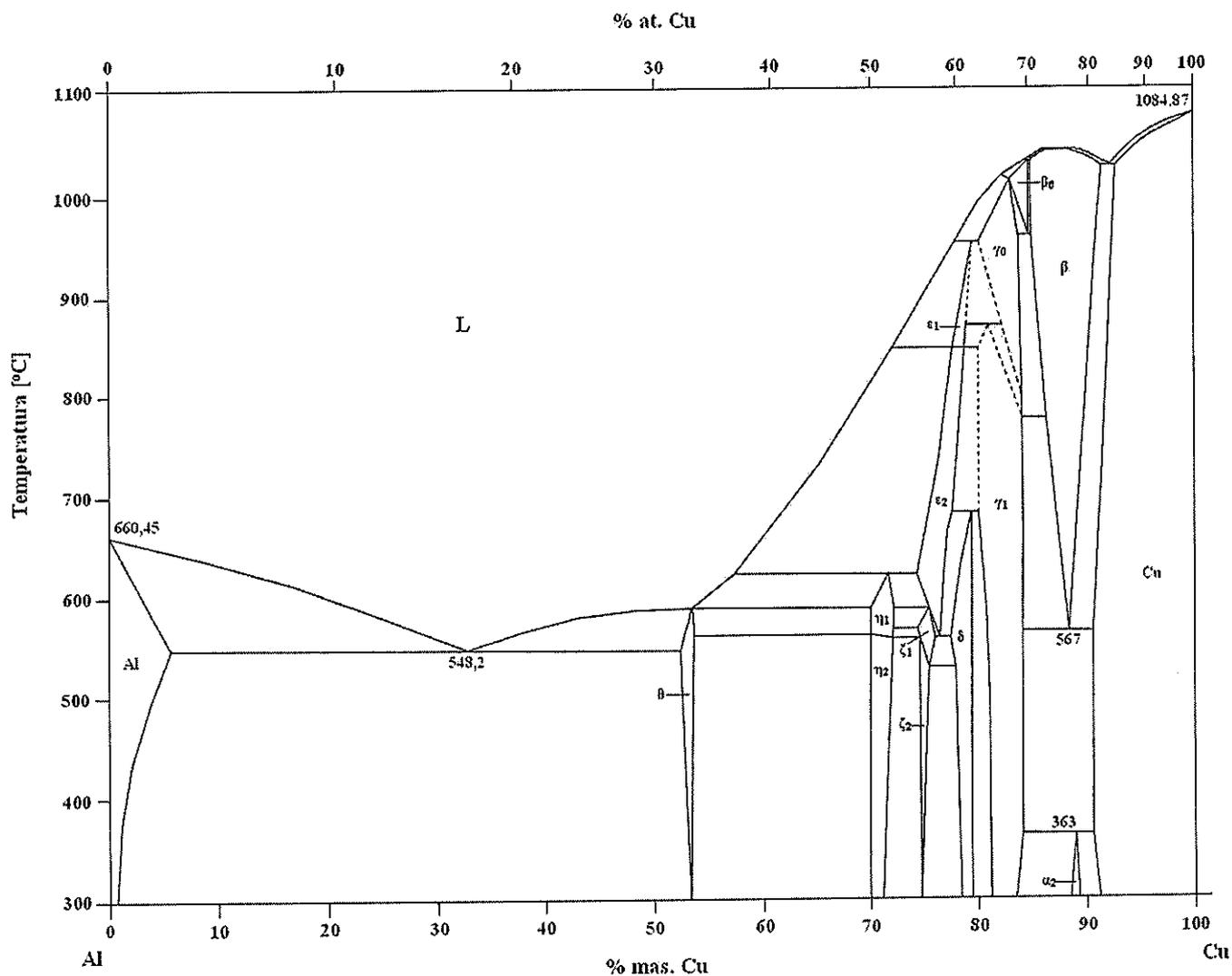
Continuação da 1ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA DE MATERIAIS

Concurso: CP-CEM/2017

2ª QUESTÃO (8 pontos)

Analise o diagrama a seguir.



Em 1906, Paul Merica descobriu uma forma de se obterem em ligas Al-Cu com alta dureza a partir de um conjunto de tratamentos térmicos que, posteriormente, foram chamados de solubilização e envelhecimento. O tratamento consiste em solubilizar o alumínio no campo de uma fase, resfriando-o rapidamente, e submeter o material a um segundo tratamento no campo de duas fases, visando ao endurecimento. Dado o diagrama de fases Al-Cu acima, e considerando uma liga Al-4%Cu (porcentagem em massa), faça o que se pede.

- a) Indique as temperaturas de solubilização e de envelhecimento para a liga supracitada. (4 pontos)

Continuação da 2ª questão

- b) Trace uma curva esquemática de como a dureza da liga vai se comportar em função do tempo de envelhecimento e explique o que causa esse comportamento. (4 pontos)

Continuação da 2ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA DE MATERIAIS

Concurso: CP-CEM/2017

3ª QUESTÃO (8 pontos)

Suponha que devam ser realizados ensaios mecânicos em um determinado material que precise ser conformado plasticamente e que será usado em um dispositivo que atue em temperaturas entre -60°C e -15°C . O material precisa ter um limite de escoamento máximo de 340 MPa à temperatura ambiente, um alongamento uniforme mínimo de 18% e não pode sofrer fratura frágil se for submetido a um choque mecânico na temperatura de operação.

- a) Quais ensaios mecânicos devem ser realizados para caracterizar esse material e se certificar de que ele atende às especificações de propriedades mecânicas? (3 pontos)
- b) Descreva os ensaios mecânicos citados no item a. (5 pontos)

Continuação da 3ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA DE MATERIAIS

Concurso: CP-CEM/2017

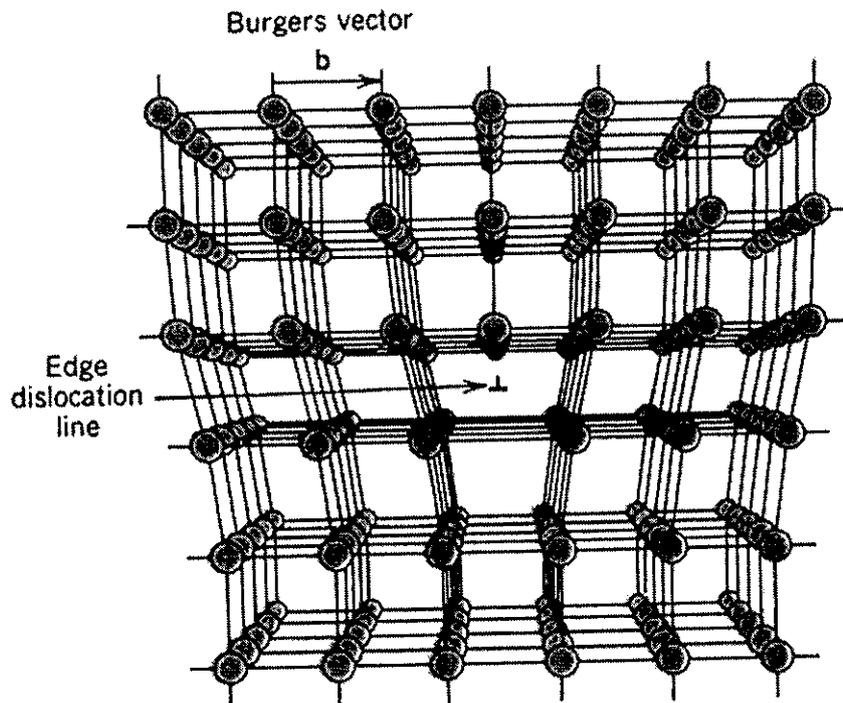
Continuação da 3ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA DE MATERIAIS

Concurso: CP-CEM/2017

4ª QUESTÃO (8 pontos)

Considere uma linha de discordância em cunha pura, caracterizada por um meio plano extra inserido em uma rede cristalina, conforme a imagem a seguir.



- Como se distribui o campo de tensões em torno da linha de discordância? (3 pontos)
- Explique por que essa linha de discordância em cunha pura não pode sofrer escorregamento com desvio. (3 pontos)
- Como se determina o vetor de Burgers dessa discordância? (2 pontos)

Continuação da 4ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA DE MATERIAIS

Concurso: CP-CEM/2017

5ª QUESTÃO (8 pontos)

Um estado de tensões medido na superfície de uma chapa é dado (em MPa) por:

$\begin{bmatrix} 45 & 12 \\ 12 & -20 \end{bmatrix}$. Sendo assim, faça o que se pede.

- a) Desenhe o círculo de Mohr correspondente a esse estado de tensões (2 pontos)
- b) Determine graficamente a máxima tensão de cisalhamento no plano na chapa. Explique como esse resultado foi obtido. (3 pontos)
- c) Determine graficamente as tensões principais. Explique como esse resultado foi obtido. (3 Pontos)

Continuação da 5ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA DE MATERIAIS

Concurso: CP-CEM/2017

6ª QUESTÃO (8 pontos)

Analise a figura a seguir.

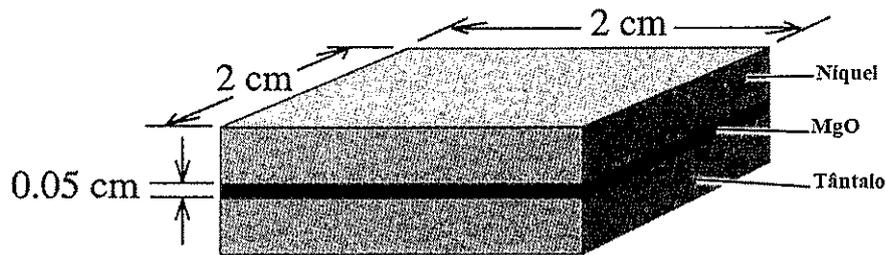


Figura: Representação esquemática do sistema.

Uma camada de 0,05cm de espessura de óxido de magnésio (MgO) é depositada entre duas camadas metálicas, uma de níquel e outra de tântalo, conforme indicado na figura acima, para servir como uma barreira de difusão que tentaria impedir a reação entre os dois metais. Esse sistema opera em elevada temperatura. A 1400 °C, no entanto, uma quantidade de níquel é capaz de difundir através do MgO na direção do tântalo. Assumindo que o sistema se encontra em estado estacionário pode-se afirmar que a quantidade de átomos de níquel por cm^3 nas condições do problema é $8,57 \times 10^{22}$ átomos/ cm^3 e a concentração de níquel na face do MgO que está em contato com o tântalo é sempre igual a zero (ou seja, o níquel difunde para o tântalo com facilidade, uma vez atravessada a camada de MgO). Sendo assim, determine o número total de átomos de níquel que atravessa por segundo a superfície da placa indicada na figura (ou seja, a vazão de átomos de níquel).

Dados:

A primeira lei de Fick (para difusão em estado estacionário) é:

$J = -D \frac{dC}{dx}$, onde J é o fluxo de difusão ao longo de uma única direção (ao longo de x), expresso em átomos / ($\text{cm}^2 \cdot \text{s}$), D é o coeficiente de difusão e $dC/dx =$ gradiente de concentração.

Assuma que o coeficiente de difusão do Níquel no MgO = 9×10^{-12} cm^2/s .

Continuação da 6ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA DE MATERIAIS

Concurso: CP-CEM/2017

7ª QUESTÃO (8 pontos)

Observe figura a seguir.

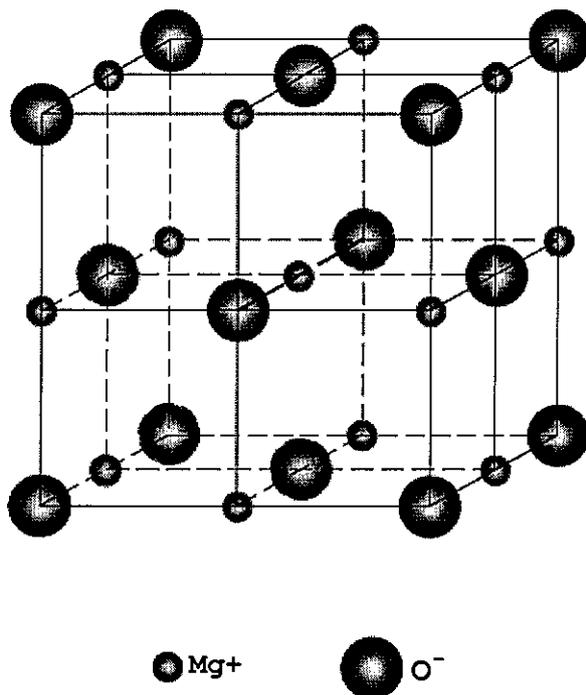


Figura: Célula unitária para a estrutura cristalina do óxido de magnésio (MgO).

A figura acima mostra a célula unitária da estrutura cristalina do óxido de magnésio (MgO). A célula unitária para essa estrutura cristalina apresenta configuração de ânions do tipo cúbica de faces centradas (CFC), com um cátion situado no centro do cubo e outro localizado no centro de cada uma das arestas do cubo. Sendo assim, responda:

- Qual é o Fator de Empacotamento Iônico (FEI) do MgO? (4 pontos)
- Qual é a densidade do MgO? (4 pontos)

Dados: raio do $Mg^{2+} = 0,078$ nm

raio do $O^{2-} = 0,132$ nm

Fator de empacotamento iônico (FEI) = Volume de íons em uma célula unitária / Volume total da célula unitária.

Massa molar do $Mg^{2+} = 24,31$ g/mol

Massa molar do $O^{2-} = 16,00$ g/mol

Número de Avogadro = $6,022 \times 10^{23}$ íons / mol

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA DE MATERIAIS

Concurso: CP-CEM/2017

Continuação da 7ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA DE MATERIAIS

Concurso: CP-CEM/2017

Continuação da 7ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA DE MATERIAIS

Concurso: CP-CEM/2017

8ª QUESTÃO (8 pontos)

Analise a figura a seguir.

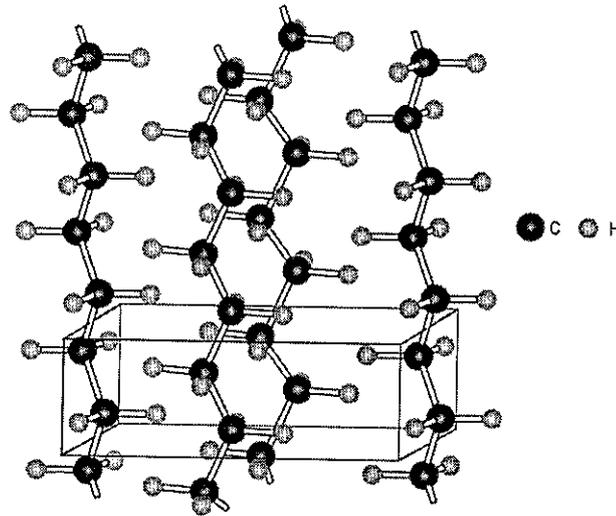


Figura: Arranjo das cadeias moleculares na célula unitária do polietileno. As esferas escuras representam átomos de carbono e as esferas claras átomos de hidrogênio. As dimensões da célula unitária são: 0,255 nm x 0,494 nm x 0,741 nm.

A figura acima mostra o arranjo das cadeias moleculares na célula unitária ortorrômbica do polímero Polietileno. Determine o número de átomos de carbono e hidrogênio presentes na célula unitária do polietileno, assumindo que a densidade do polietileno totalmente cristalino é de 0,9979 g/cm³.

Dados:

Unidade de repetição do polietileno: $-(CH_2-CH_2)_n$

Massa molar do carbono = 12,01 g/mol

Massa molar do hidrogênio = 1,008 g/mol

Número de Avogadro = $6,022 \times 10^{23}$ unidades de repetição/mol

Dimensões da célula unitária ortorrômbica do polietileno: 0,255 nm x 0,494 nm x 0,741 nm

Continuação da 8ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA DE MATERIAIS

Concurso: CP-CEM/2017

Continuação da 8ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA DE MATERIAIS

Concurso: CP-CEM/2017

9ª QUESTÃO (8 pontos)

A viscosidade pode ser expressa por: $\eta = \frac{\sigma}{d\varepsilon/dt}$, onde η = viscosidade, $d\varepsilon/dt$ = taxa de deformação sob tração e σ = tensão em tração.

Uma amostra de vidro borossilicato cilíndrica, com diâmetro de 4 mm e comprimento de 140 mm, foi submetida a uma força de tração constante de 2N ao longo do seu eixo. A especificação da amostra exige que a peça apresente deformação inferior a 2,8 mm, durante o período de 1 semana. Utilizando a figura abaixo, determine a máxima temperatura que a amostra pode ser submetida de modo a atender tal especificação.

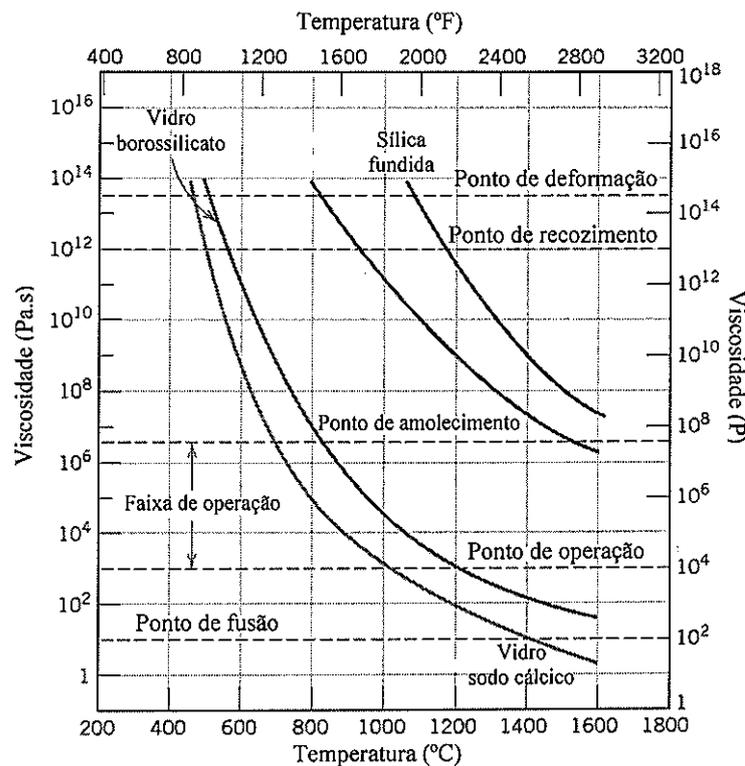


Figura: Logaritmo da viscosidade em função da temperatura para vidros de sílica fundida e vários vidros à base de sílica.

Continuação da 9ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA DE MATERIAIS

Concurso: CP-CEM/2017

10ª QUESTÃO (8 pontos)

Cada um dos itens abaixo apresenta as características de um par de polímeros. A partir dos dados fornecidos para cada par de polímeros, avalie qual dos dois deve apresentar o maior valor de módulo de elasticidade quando submetido ao ensaio de tração, explicando sua resposta.

Caso, a partir dos dados fornecidos, não seja possível identificar o polímero de maior valor de módulo de elasticidade, explique as razões que o fizeram chegar a esta resposta.

- a) Poli(cloreto de vinila) ramificado e atático com massa molar de 200.000 g/mol e poli(cloreto de vinila) linear e isotático com massa molar de 150.000 g/mol. (3 pontos)
- b) Copolímero randômico de estireno-butadieno com 10% de ligações cruzadas e copolímero em bloco de estireno-butadieno com 15% de ligações cruzadas. (3 pontos)
- c) Polietileno ramificado com massa molar de 150.000 g/mol e polipropileno atático com massa molar de 200.000 g/mol. (2 pontos)

Continuação da 10ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA DE MATERIAIS

Concurso: CP-CEM/2017