

MARINHA DO BRASIL  
DIRETORIA DE ENSINO DA MARINHA

CONCURSO PÚBLICO PARA INGRESSO NO CORPO DE ENGENHEIROS DA  
MARINHA (CP-CEM/2018)

ENGENHARIA DE MATERIAIS

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. Não serão consideradas respostas e desenvolvimento da questão a lápis. 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 a 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 o 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 na atribuição de nota zero.
- 9- Será eliminado sumariamente do concurso e as 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) desprezar 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- É PERMITIDA A UTILIZAÇÃO DE CALCULADORA PADRÃO NÃO CIENTÍFICA E DE RÉGUA SIMPLES.

NÃO DESTACAR A PARTE INFERIOR

RUBRICA DO PROFESSOR	ESCALA DE	NOTA			USO DA DE <sub>ns</sub> M
	000 A 080				

CAMPOS PREENCHIDOS PELOS CANDIDATOS	CONCURSO: CP-CEM/2018					
	NOME DO CANDIDATO:					
	Nº DA INSCRIÇÃO		DV	ESCALA DE	NOTA	
			000 A 100			

**CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS (VALOR: 80 PONTOS)**

**1ª QUESTÃO (8 pontos)**

Com relação aos mecanismos de deformação e encruamento, faça o que se pede.

- a) Como o efeito Portevin-Le Chatellier pode causar o fenômeno de escoamento serrilhado no ensaio de tração em metais? (3 pontos)
- b) Descreva essa ocorrência em termos de taxa de deformação do material. (2,5 pontos)
- c) Com o aumento da temperatura de ensaio, o que se espera observar com relação ao escoamento serrilhado? Se preferir ilustre esse comportamento nas curvas tensão deformação. (2,5 pontos)

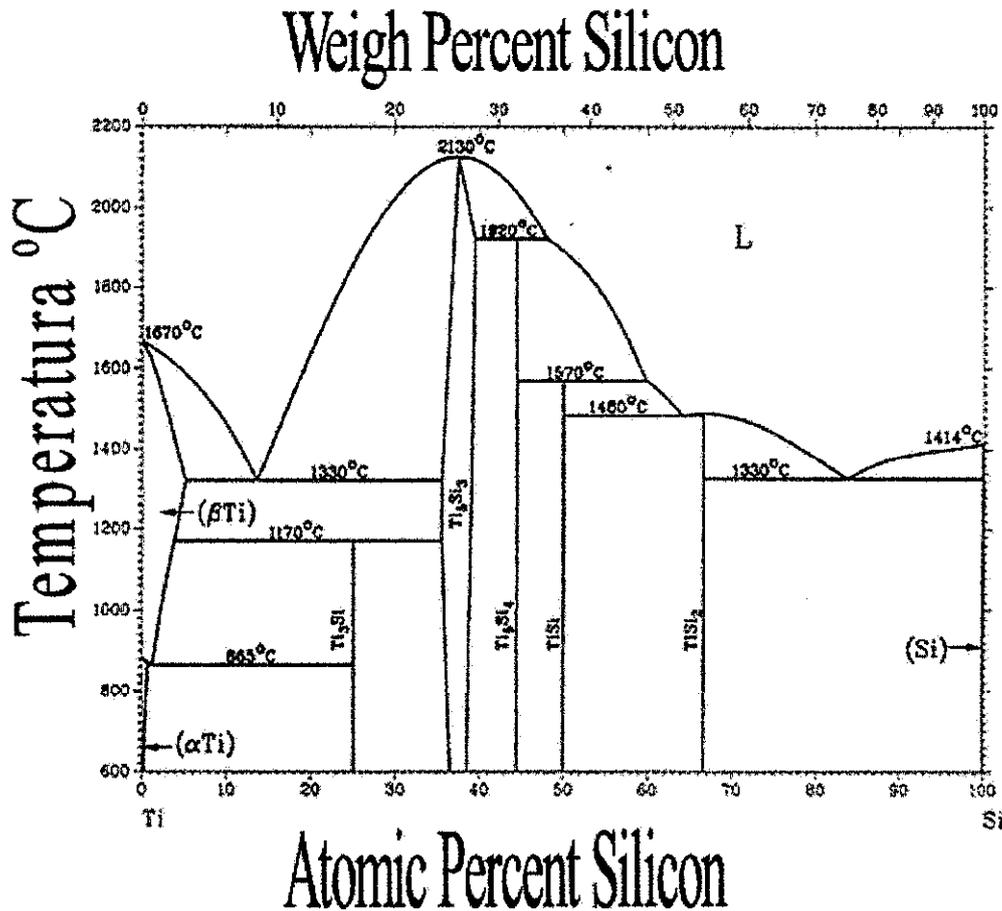
**Continuação da 1ª questão**

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA DE MATERIAIS

Concurso: CP-CEM/2018

2ª QUESTÃO (8 pontos)

Analise o diagrama de fases Si-Ti a seguir.



Com base nesse diagrama, faça o que se pede.

- Determine as composições e temperaturas nas quais ocorrem reações peritéticas, indicando as fases envolvidas. (4 pontos)
- Determine as composições e temperaturas nas quais ocorrem reações peritoides, indicando as fases envolvidas. (2 pontos)
- Em uma análise metalográfica de uma amostra resfriada fora do equilíbrio, que evidência pode-se encontrar de que uma reação peritética ou peritetoide ocorreu? (2 pontos)

Continuação da 2ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA DE MATERIAIS

Concurso: CP-CEM/2018

### 3ª QUESTÃO (8 pontos)

Suponha que você precise realizar ensaios mecânicos em uma amostra de um determinado material usualmente conformado plasticamente por laminação. A finalidade do ensaio é obter dados confiáveis de limite de escoamento para uso em modelos matemáticos do processo, de forma a se obter os esforços mecânicos durante a conformação e características de atrito. Sendo assim, faça o que se pede.

- a) Por que motivo o ensaio de tração não é o mais adequado para se obter esses dados? (1 ponto)
- b) Que ensaios podem ser feitos? (2 pontos)
- c) Descreva todos os ensaios citados no item "b". (3 pontos)
- d) Indique e descreva o ensaio que deve ser feito para avaliação das condições de atrito (2 pontos)

Continuação da 3ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA DE MATERIAIS

Concurso: CP-CEM/2018

**4ª QUESTÃO (8 pontos)**

Com relação aos mecanismos de deformação e fratura, faça o que se pede.

- a) Descreva o ensaio de fluência em um metal. Indique quais os principais parâmetros obtidos nesse teste e como identificá-los no ciclo resultante do ensaio. (3 pontos)
- b) Descreva os mecanismos de deformação de Nabarro-Herring, Harper-Dorn e Dislocation Creep. (3 pontos)
- c) Em que situações espera-se que cada um desses mecanismos citados no item "b" seja observado? (2 pontos)

Continuação da 4ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA DE MATERIAIS

Concurso: CP-CEM/2018

**5ª QUESTÃO (8 pontos)**

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

$\begin{bmatrix} 72 & 21 \\ 21 & 51 \end{bmatrix}$  Sendo assim, faça o que se pede.

- a) Desenhe o círculo de Mohr correspondente a esses estados de tensões. (2 pontos)
- b) Determine graficamente a máxima tensão de cisalhamento no plano da chapa e explique como isso foi feito. (3 pontos)
- c) Determine graficamente as tensões principais e explique como isso foi feito. (3 pontos)

Continuação da 5ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA DE MATERIAIS

Concurso: CP-CEM/2018

### 6ª QUESTÃO (8 pontos)

Uma haste cilíndrica polimérica que possui 150,00 mm de comprimento e 10,00 mm de diâmetro foi aquecida de 20 a 90°C. A haste foi aquecida, enquanto suas extremidades foram mantidas rígidas (ou seja, a haste não pode alongar à medida que é aquecida). Determine a mudança em diâmetro da haste.

Dados:

$$\frac{L_F - L_0}{L_0} = \alpha_L (T_F - T_0)$$

$$\sigma = E \alpha_L (T_0 - T_F)$$

Onde:

$T_0$  = temperatura inicial, em °C

$T_F$  = temperatura final, em °C

$L_0$  = dimensão inicial

$L_F$  = dimensão final

$\alpha_L$  = coeficiente linear de expansão térmica, em °C<sup>-1</sup>

$\sigma$  = magnitude da tensão

$E$  = módulo de elasticidade

O coeficiente de Poisson ( $\nu$ ) pode ser definido como a razão entre a deformação lateral e deformação axial de um corpo:

$$\nu = - \epsilon_x / \epsilon_z = - \epsilon_y / \epsilon_z$$

$\alpha_L$  para o polímero =  $95 \times 10^{-6} \text{ °C}^{-1}$

Coefficiente de Poisson do polímero = 0,33

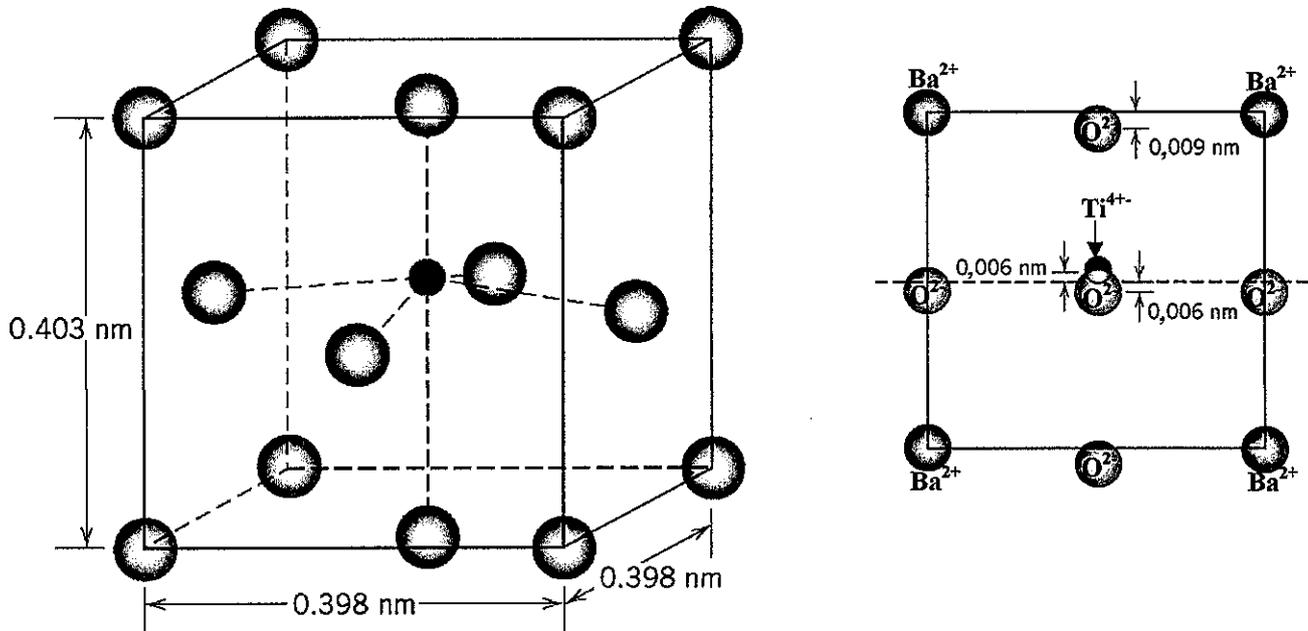
Continuação da 6ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA DE MATERIAIS

Concurso: CP-CEM/2018

7ª QUESTÃO (8 pontos)

As figuras abaixo apresentam a célula unitária tetragonal do titanato de bário (quando o titanato de bário se encontra a temperaturas abaixo de 120°C).



Figuras - Representação esquemática da célula unitária tetragonal do titanato de bário e vista lateral de uma face, mostrando o deslocamento dos íons  $Ti^{4+}$  e  $O^{2-}$  a partir do centro da face. Na célula unitária os íons  $Ba^{2+}$  encontram-se no vértice; os íons  $O^{2-}$  localizados ligeiramente abaixo dos centros de cada uma das seis faces, e o íon  $Ti^{4+}$  está deslocado para cima do centro da célula unitária.

Sendo assim, calcule:

- a) a magnitude do momento de dipolo associado a cada célula unitária do titanato de bário; (5 pontos)
- b) a magnitude da máxima polarização para esse material. (3 pontos)

Dados:

A magnitude do momento dipolar pode ser calculada como  $p = \sum qd$ , em que "q" é a magnitude de cada carga dipolar e "d" é a distância de separação entre as cargas. A polarização máxima pode ser calculada dividindo o valor de "p" pelo volume de cada célula unitária.

Carga elementar do elétron =  $1,6 \times 10^{-19}$  C.

Continuação da 7ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA DE MATERIAIS

Concurso: CP-CEM/2018

**8ª QUESTÃO (8 pontos)**

O vidro industrial denominado sodo-cálcico é um vidro baseado em sílica e é assim chamado por conter óxidos de sódio e cálcio ( $\text{Na}_2\text{O}$  e  $\text{CaO}$ ). Uma composição química mássica típica é dada por: 75% $\text{SiO}_2$ , 15% $\text{Na}_2\text{O}$  e 10% $\text{CaO}$ . Para melhorar a resistência química bem como para reduzir a tendência à devitrificação, alumina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) pode ser adicionada ao vidro sodo-cálcico, na forma de feldspato, de fórmula química ( $\text{Na}(\text{AlSi}_3)\text{O}_8$ ). Se 100 kg de feldspato forem adicionados a 1000 kg de vidro sodo-cálcico, qual seria a composição do vidro resultante (porcentagem mássica em óxidos)?

Dados:

Massa atômica do O = 16,00 uma

Massa atômica do Na = 22,99 uma

Massa atômica do C = 12,01 uma

Massa atômica do Ca = 40,08 uma

Massa atômica do Al = 26,98 uma

Massa atômica do Si = 28,09 uma

Continuação da 8ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA DE MATERIAIS

Concurso: CP-CEM/2018

**9ª QUESTÃO (8 pontos)**

No ensaio de fluência, o material polimérico é submetido a uma tensão, e essa tensão é mantida constante. Avalia-se a deformação resultante em função do tempo, a uma temperatura de ensaio fixa. Para evitar mudanças excessivas na amostra, as deformações são limitadas a uma porcentagem baixa. Sendo assim, faça o que se pede.

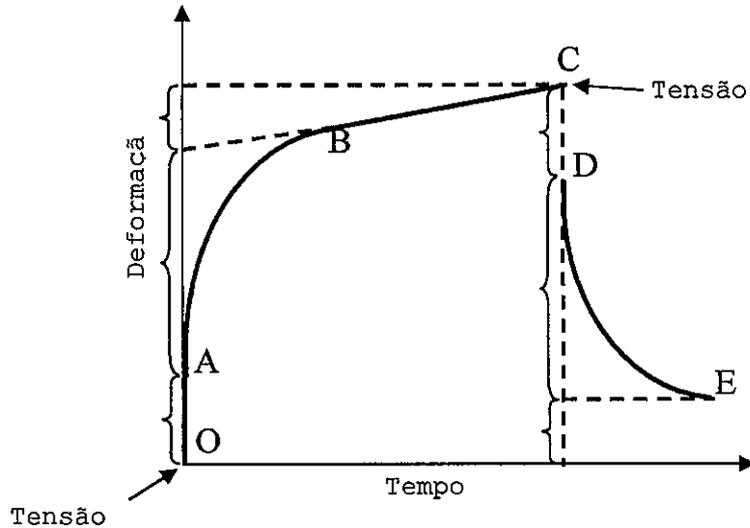


Figura A - Ilustração de uma curva de fluência para um material polimérico. No ponto "O" a tensão foi aplicada e no ponto "C" a tensão foi removida.

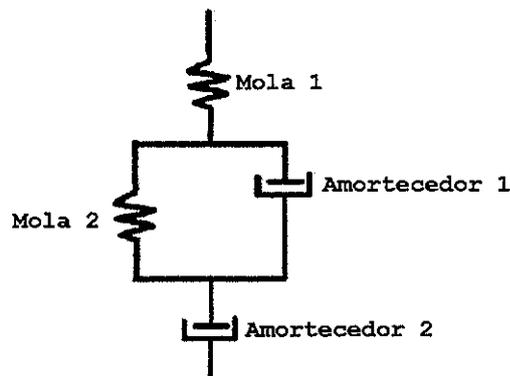


Figura B - Representação esquemática de uma associação de molas e amortecedores utilizada em modelos mecânicos que descrevem o comportamento de fluência de materiais poliméricos.

### Continuação da 9ª questão

A Figura A ilustra a representação esquemática de uma curva de fluência de um material polimérico, a Figura B apresenta um esquema de associações de molas e amortecedores. As associações de molas e amortecedores representam modelos mecânicos utilizados para descrever o comportamento de fluência de materiais poliméricos. Sendo assim, faça o que se pede.

- a) Descreva como ficará a evolução do sistema de molas e amortecedores fornecido na Figura B, para as diferentes regiões da Figura A: OA, AB, BC, CD, DE. (4 pontos)
- b) Explique o comportamento de fluência dos materiais poliméricos nas diferentes regiões da Figura A: OA, AB, BC, CD, DE. (4 pontos)

Continuação da 9ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA DE MATERIAIS

Concurso: CP-CEM/2018

### 10ª QUESTÃO (8 pontos)

A ficha cristalográfica de um material com estrutura cristalina CFC (cúbica de faces centradas) apresenta os seguintes dados:

Índices de Miller			Espaçamento Interplanar	Intensidade dos feixes difratados
<b>h</b>	<b>k</b>	<b>l</b>	<b><math>d_{hkl}</math> (Å)</b>	<b>I (%)</b>
1	1	1	2,075	100
2	0	0	1,7961	45
2	2	0	1,2697	26
3	1	1	1,0828	30
2	2	2	1,0368	12
4	0	0	0,8979	3

Os dados foram obtidos utilizando-se radiação monocromática com comprimento de onda = 0,154188 nm. Considere que a ordem de reflexão seja 1. Sendo assim, faça o que se pede.

a) Para qual ângulo de difração ( $2\theta$ ) apareceria o pico correspondente ao plano (311) em uma curva de difração de raios X de Intensidade de radiação (I) versus  $2\theta$  ( $^\circ$ )? O valor de  $2\theta$  pode ser expresso usando-se a função seno. (4 pontos)

b) Qual o valor do raio atômico do material? (4 pontos)

Dados:

O valor do espaçamento interplanar para estruturas cristalinas que possuem simetria cúbica é dado por:

$$d_{hkl} = \frac{a}{\sqrt{h^2 + k^2 + l^2}}$$

onde  $a$  = parâmetro de rede da célula unitária e  $(h, k, l)$  são os índices de Miller.

Lei de Bragg:

$$n\lambda = 2 d_{hkl} \sin\theta$$

onde  $n$  = ordem da reflexão,  $\lambda$  = comprimento de onda do raios X e  $\theta$  = ângulo do feixe difratado.

Continuação da 10ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA DE MATERIAIS

Concurso: CP-CEM/2018