

MARINHA DO BRASIL
DIRETORIA DE ENSINO DA MARINHA

CONCURSO PÚBLICO PARA INGRESSO NO CORPO DE ENGENHEIROS DA
MARINHA (CP-CEM/2019)

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 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) 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- É PERMITIDA A UTILIZAÇÃO DE CALCULADORA PADRÃO NÃO CIENTÍFICA E RÉGUA SIMPLES.

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/2019					
	NOME DO CANDIDATO:					
	Nº DA INSCRIÇÃO		DV	ESCALA DE	NOTA	
			000 A 080			

CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS (VALOR: 80 PONTOS)

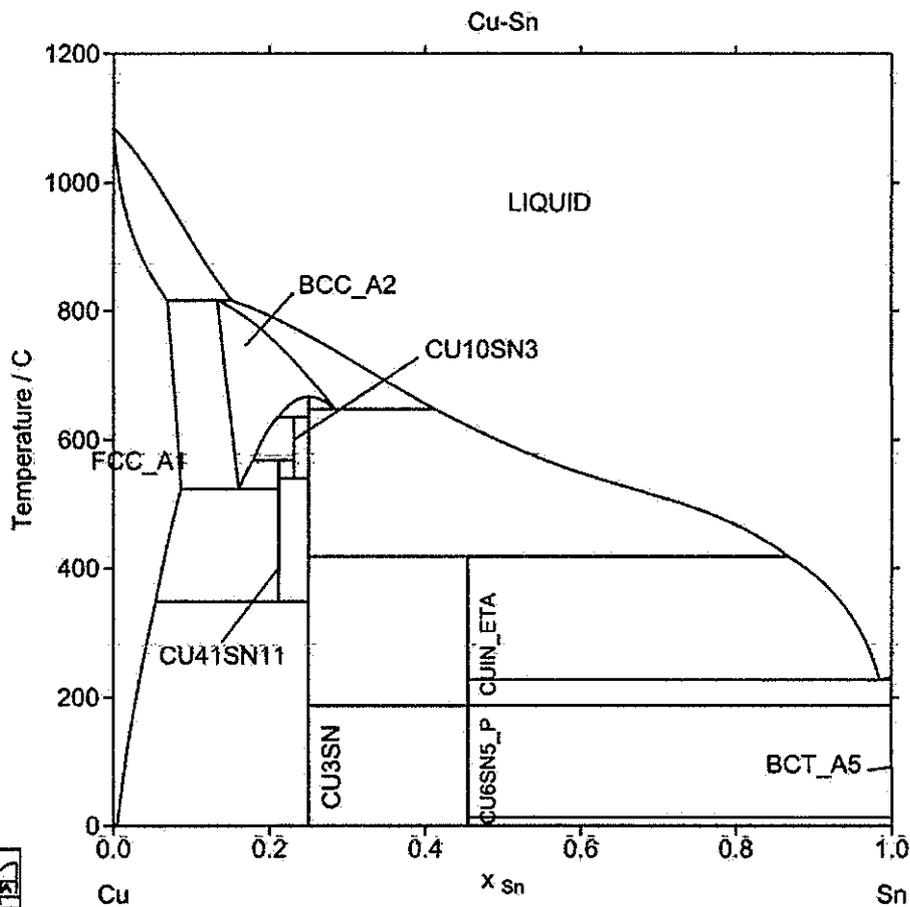
1ª QUESTÃO (8 pontos)

Com relação às características cristalográficas das transformações de fase e da deformação plástica, faça o que se pede.

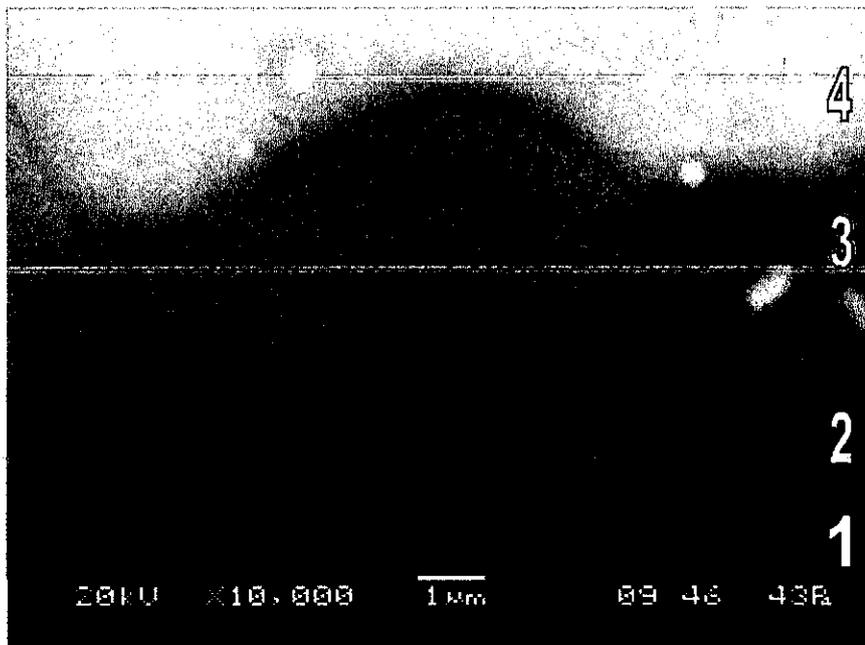
- a) Cite uma condição para que um material metálico se deforme por maclação ao invés do escorregamento de discordâncias.
(2 pontos)
- b) O que são direções e planos invariantes em uma transformação de fase ou na deformação plástica? (3 pontos)
- c) Comprove esquematicamente que uma macla de deformação tem dois planos invariantes. (3 pontos)

2ª QUESTÃO (8 pontos)

Dado o diagrama de fases Cu-Sn e uma micrografia de uma junção feita com solda Sn-Ag-Cu sobre substrato de cobre, envelhecida a 200°C por 200h, representados abaixo, faça o que se pede.



Fonte: <https://sites.google.com/site/atdinsdale/cu-sn>



Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
 Profissão: ENGENHARIA DE MATERIAIS

Concurso: CP-CEM/2019

Continuação da 2ª questão

- a) Determine as composições e temperaturas nas quais ocorrem reações peritéticas, indicando as fases envolvidas. (4 pontos)
- b) Quais são as fases pertencentes ao sistema Cu-Sn presentes nessa amostra? Indique qual é cada uma na micrografia mostrada. (2 pontos)
- c) O que são os vazios presentes nessa micrografia? Explique sua origem e sua localização. (2 pontos)

Continuação da 2ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA DE MATERIAIS

Concurso: CP-CEM/2019

3ª QUESTÃO (8 pontos)

Suponha que um material laminado está sendo submetido a ensaio de tração uniaxial. Esse conjunto de amostras é representativo de um lote de material que vai ser submetido a estampagem profunda. Sendo assim, faça o que se pede.

- a) Além da curva tensão-deformação e dos valores extraídos diretamente dessa curva, que parâmetros adicionais devem ser calculados ou medidos para avaliar se o material está adequado para ser submetido ao processo de conformação citado? (2 pontos)
- b) Explique como deve ser feita a amostragem do material para realização dos ensaios e obtenção desses parâmetros e indique que modificação no método de ensaio deve ser feita. (2 pontos)
- c) Como são calculados e interpretados os parâmetros citados no item a? Explique, se necessário, que medidas adicionais devem ser feitas para cálculos desses parâmetros. (4 pontos)

4ª QUESTÃO (8 pontos)

Um corpo de prova de chumbo é submetido a um ensaio mecânico de compressão em temperatura de 120°C. Sobre esse ensaio, faça o que se pede.

- a) Desenhe esquematicamente as duas possibilidades para a curva tensão-deformação. (2 pontos)
- b) Que fenômeno é responsável pelo comportamento mostrado nas curvas? Explique o que é esse fenômeno. (1 ponto)
- c) Explique o que pode causar cada um dos comportamentos representados nas curvas pedidas no item a. (3 pontos)
- d) Por que esse comportamento é observado no chumbo a 120°C, mas não no cobre à mesma temperatura? (2 pontos)

Continuação da 4ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA DE MATERIAIS

Concurso: CP-CEM/2019

5ª QUESTÃO (8 pontos)

Um estado de tensões medido na superfície de uma chapa é dado (em MPa) pela seguinte matriz: $\begin{bmatrix} -34 & 18 \\ 18 & 71 \end{bmatrix}$

Com base nessas informações:

- 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 e explique como isso é feito. (3 pontos)
- c) determine graficamente as tensões principais e explique como isso é feito. (3 Pontos)

Continuação da 5ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA DE MATERIAIS

Concurso: CP-CEM/2019

6ª QUESTÃO (8 pontos)

Na superfície de uma barra de aço há 1 átomo de carbono por 20 unidades de célula unitária de ferro. A uma distância de 2 mm abaixo da superfície, há 1 átomo de carbono por 45 células unitárias de ferro e o coeficiente de difusão para o carbono no ferro, à temperatura de 1000°C, é de $3 \times 10^{-11} \text{ m}^2/\text{s}$. A estrutura cristalina do ferro a 1000°C é cúbica de faces centradas, CFC, e o comprimento da célula unitária, a , é de 0,365 nm.

Sabendo que o sistema se encontra em estado estacionário e que J é o fluxo de difusão ao longo de uma única direção (ao longo de x), expresso em átomos / (cm² . s), que D é o coeficiente de difusão e dC/dx = gradiente de concentração, quantos átomos de carbono difundem por cada célula unitária por minuto à temperatura de 1000°C?

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

$$J = -D \frac{dC}{dx}$$

Continuação da 6ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA DE MATERIAIS

Concurso: CP-CEM/2019

7ª QUESTÃO (8 pontos)

A magnitude do momento dipolar total de um material 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, P , pode ser calculada dividindo-se o valor de p por unidade de volume do material. Assumindo que o material é incompressível e que, quando submetido a uma tensão de tração em níveis relativamente baixos, a tensão (σ) e a deformação (ε) são proporcionais entre si, de acordo com a relação $\sigma = E \cdot \varepsilon$, na qual E = módulo de elasticidade, qual é o valor de tensão necessária para mudar a polarização de 640 C.m/m^3 para 645 C.m/m^3 , em um material piezoelétrico, de Módulo de elasticidade de 72.000 MPa ?

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

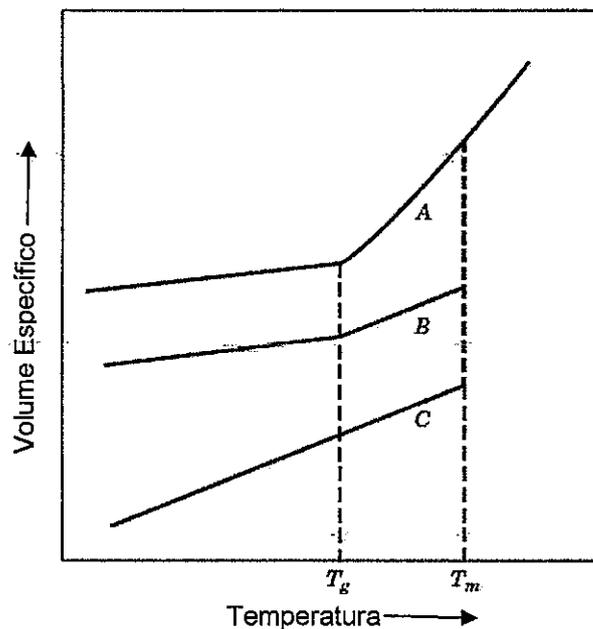
Continuação da 7ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA DE MATERIAIS

Concurso: CP-CEM/2019

8ª QUESTÃO (8 pontos)

A figura a seguir apresenta curvas de volume específico versus temperatura para um material amorfo (curva A), um material semicristalino (curva B) e um material cristalino (curva C). As setas indicam o sentido de aumento nos valores de volume específico e temperatura. Desenhe curvas de volume específico versus temperatura para cada um dos pares de polímeros apresentados nos itens, **a**, **b** e **c**. Especifique nas curvas, quando necessário, as temperaturas de transição vítrea (T_g) e de fusão (T_m), desenhe as curvas dos dois materiais no mesmo gráfico e explique o comportamento das mesmas.



Curvas de volume específico versus temperatura.

Dado:

A tabela abaixo apresenta o mero ou unidade constitucional de alguns polímeros.

$\left[\begin{array}{cc} \text{H} & \text{H} \\ & \\ -\text{C} & -\text{C}- \\ & \\ \text{H} & \text{H} \end{array} \right]_n$	$\left[\begin{array}{cc} \text{H} & \text{H} \\ & \\ -\text{C} & -\text{C}- \\ & \\ \text{H} & \text{CH}_3 \end{array} \right]_n$	$\left[\begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{CH} \\ \\ \text{C}_6\text{H}_5 \end{array} \right]_n$
Polietileno	Polipropileno	Poliestireno
$\left[\begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{CH} \\ \\ \text{Cl} \end{array} \right]_n$	$\left[\begin{array}{cccc} \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} \\ & & & \\ -\text{C} & -\text{C} & =\text{C} & -\text{C}- \\ & & & \\ \text{H} & & & \text{H} \end{array} \right]_n$	
Poli(cloreto de vinila)	Polibutadieno	

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA DE MATERIAIS

Concurso: CP-CEM/2019

Continuação da 8ª questão

- a) Polipropileno isotático, com teor de cristalinidade de 25%, e com massa molar média de 95.000 g/mol; poliestireno isotático, com 25% de cristalinidade, e com massa molar média de 100.000 g/mol. (3 pontos)
- b) Copolímero randômico de Poliestireno e Polibutadieno (SBR - *styrene butadiene rubber*), com 15% de reticulação (ligações cruzadas); copolímero aleatório de Poliestireno e Polibutadieno (SBR), com 25% de reticulação. (2 pontos)
- c) Poli(cloreto de vinila) com grau de polimerização de 7000 e Polietileno com grau de polimerização de 6980, ambos totalmente amorfos. (3 pontos)

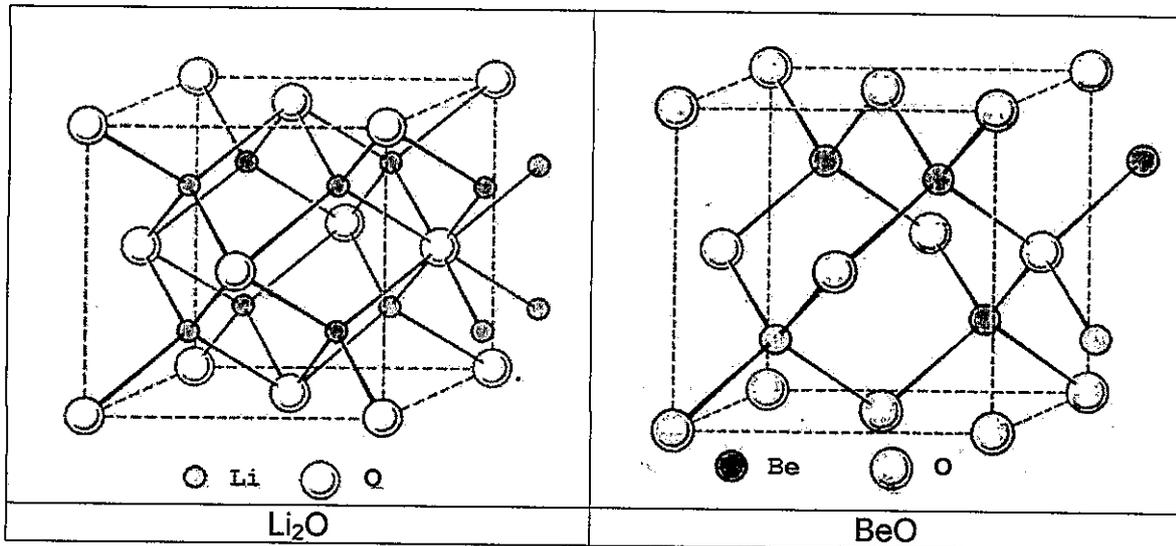
Continuação da 8ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA DE MATERIAIS

Concurso: CP-CEM/2019

9ª QUESTÃO (8 pontos)

A figura a seguir apresenta a célula unitária do Li_2O e do BeO .



Células unitárias do Li_2O e do BeO .

Sobre essa figura determine:

- o número de cátions presentes nas células unitárias do Li_2O e do BeO . Justifique sua resposta. (2 pontos)
- a estequiometria dos compostos Li_2O e BeO . Justifique sua resposta utilizando, apenas, as células unitárias. (3 pontos)
- o número de coordenação dos cátions e ânions nas células unitárias do Li_2O e do BeO . (3 pontos)

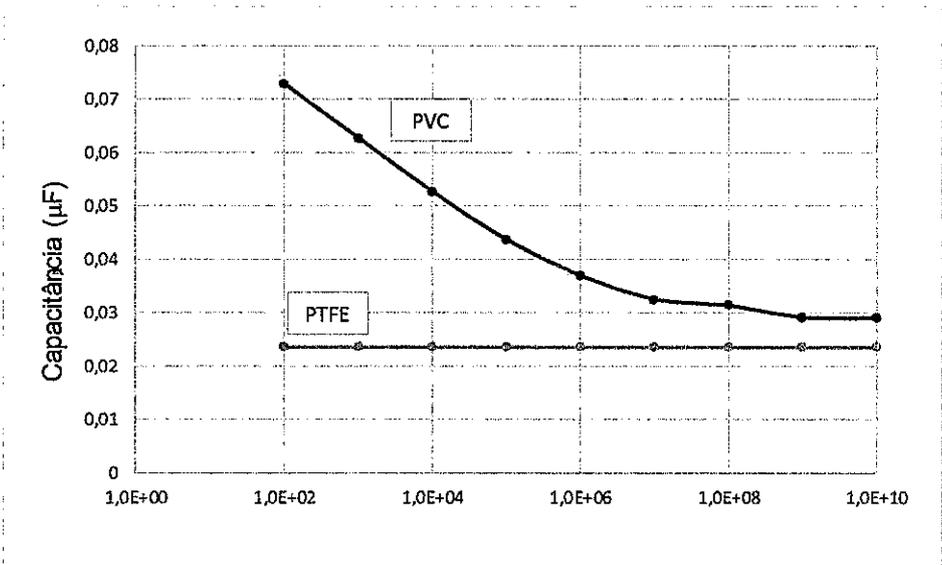
Continuação da 9ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA DE MATERIAIS

Concurso: CP-CEM/2019

10ª QUESTÃO (8 pontos)

A figura a seguir apresenta um gráfico da Capacitância (μF) versus a Frequência (Hz) para dois materiais poliméricos, o politetrafluoroetileno (PTFE) e o poli(cloreto de vinila) (PVC).



Curvas de capacitância versus frequência para PVC e PTFE.

A Tabela 1 apresenta o mero ou unidade constitucional e a Tabela 2 apresenta valores da constante dielétrica em função da frequência dos polímeros: (a) politetrafluoroetileno - PTFE e (b) poli(cloreto de vinila) - PVC.

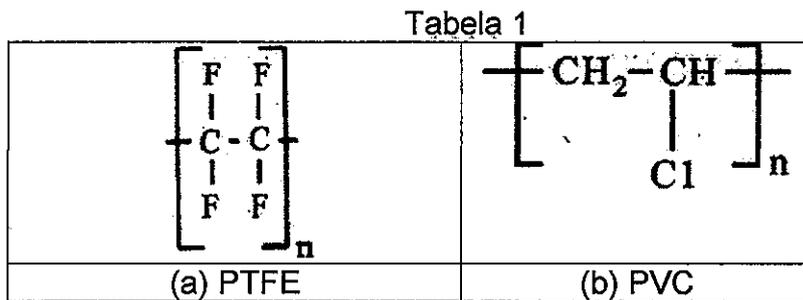


Tabela 2

Frequência (Hz)	Permissividade relativa ou constante dielétrica	
	PVC	PTFE
10^2	6,5	2,1
10^3	5,6	2,1
10^4	4,7	2,1
10^5	3,9	2,1
10^6	3,3	2,1
10^7	2,9	2,1
10^8	2,8	2,1
10^9	2,6	2,1
10^{10}	2,6	2,1

Continuação da 10ª questão

Com base nessas informações, responda às questões abaixo.

- a) Sabendo que capacitância = $(\epsilon_0 \times \epsilon_r \times A) / d$, na qual A = área das placas de um capacitor, d = distância entre as placas, ϵ_0 = permissividade do vácuo e vale $8,85 \times 10^{-12} \text{ C.V}^{-1}.\text{m}^{-1}$ e ϵ_r = permissividade relativa ou constante dielétrica e assumindo que: a área do capacitor = 3,1 cm x 102 cm e que a distância entre as placas d = 0,025 mm, como, utilizando-se os dados fornecidos na Tabela 2, podem-se obter os valores de capacitância mostrados na Figura acima? (3 pontos)
- b) Por que o PTFE e o PVC apresentam comportamentos diferentes em relação aos valores de constante dielétrica e conseqüentemente de capacitância, em função da frequência? (5 pontos)

Continuação da 10ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA DE MATERIAIS

Concurso: CP-CEM/2019

Continuação da 10ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA DE MATERIAIS

Concurso: CP-CEM/2019