



COMANDO DA AERONÁUTICA  
DEPARTAMENTO DE ENSINO  
CENTRO DE INSTRUÇÃO E ADAPTAÇÃO DA AERONÁUTICA

CONCURSO DE ADMISSÃO AO EAOT 2002

## PROVA DE ENGENHARIA METALÚRGICA

# PROVA A

**ATENÇÃO: ABRA ESTA PROVA SOMENTE APÓS RECEBER ORDEM.**

**DATA DE APLICAÇÃO: 18 DE MARÇO DE 2002.**

**PREENCHA OS DADOS ABAIXO.**

**NOME DO CANDIDATO:** \_\_\_\_\_

**INSCRIÇÃO Nº:** \_\_\_\_\_

### LEIA COM ATENÇÃO

- 1) ESTA PROVA CONTÉM 40 QUESTÕES OBJETIVAS.
- 2) CONFIRA SE A VERSÃO DA PROVA CORRESPONDE À VERSÃO DO CARTÃO-RESPOSTA.
- 3) PREENCHA CORRETA E COMPLETAMENTE O CARTÃO-RESPOSTA COM CANETA DE TINTA PRETA OU AZUL. NÃO SE ESQUEÇA DE ASSINALÁ-LO.
- 4) A PROVA TERÁ A DURAÇÃO DE 03 (TRÊS) HORAS, ACRESCIDAS DE MAIS 10 (DEZ) MINUTOS PARA PREENCHIMENTO DO CARTÃO-RESPOSTA.
- 5) SOMENTE SERÁ PERMITIDO RETIRAR-SE DO LOCAL DE PROVA A PARTIR DA METADE DO TEMPO PREVISTO.

***BOA PROVA!***

01 - Têm-se desenvolvido centenas de processos para aplicações específicas da conformação mecânica. Tais processos, entretanto, podem ser classificados em apenas algumas categorias, que se baseiam nos tipos de forças aplicadas ao material à medida que este é trabalhado à forma desejada. Essas categorias são:

- I - do tipo compressão direta;
- II - de compressão indireta;
- III - do tipo trativo;
- IV - de dobramento; e
- V - de cisalhamento.

Com base nas considerações acima, pode-se afirmar que *laminação e embutimento profundo* são processos classificados, respectivamente, nas seguintes categorias:

- a) I e III
- b) III e IV
- c) I e II
- d) III e V

02 - Assinale a alternativa que contém a equação representativa de uma etapa importante do refino no minério de titânio utilizando-se o processo Kroll.

- a)  $\text{TiO}_2 + 2\text{H}_2 \rightarrow \text{Ti} + 2\text{H}_2\text{O}$
- b)  $\text{TiO}_2 + \text{Mg} \rightarrow \text{Ti} + \text{MgO}_2$
- c)  $\text{TiO}_2 + 2\text{F}_2 + 2\text{C} \rightarrow \text{TiF}_4 + 2\text{CO}$
- d)  $\text{TiO}_2 + 2\text{Cl}_2 + 2\text{C} \rightarrow \text{TiCl}_4 + 2\text{CO}$

03 - Sobre o mecanismo de falha por fadiga, assinale a alternativa **INCORRETA**.

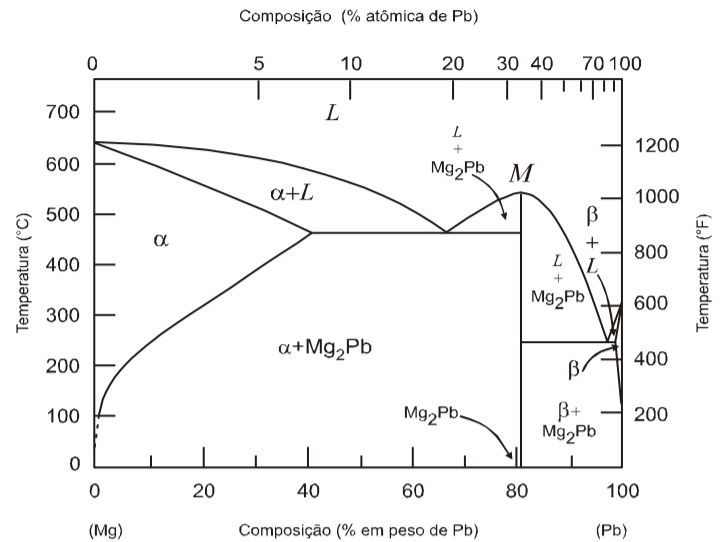
- a) Cada estria é produzida por um único ciclo de tensões.
- b) A taxa de propagação de trinca no estágio I é geralmente maior que a taxa de propagação do estágio II.
- c) As trincas de fadiga geralmente têm início numa superfície livre.
- d) Em geral, quanto maior a resistência à fluência de um material, maior sua resistência à fadiga em altas temperaturas.

04 - Para um ferro CCC, calcule o espaçamento interplanar e o ângulo de difração ( $2\theta$ ) para o plano (220).

Dados: O comprimento da aresta para o Fe é 0,2866 nm. A radiação é monocromática e possui um comprimento de onda de 0,179 nm.

- a) 0,1433 nm e  $124,26^\circ$
- b) 0,1013 nm e  $124,26^\circ$
- c) 0,1433 nm e  $62,13^\circ$
- d) 0,1013 nm e  $62,13^\circ$

05 - Dado o diagrama abaixo, calcule a porcentagem da fase  $\alpha$  para uma liga que contém 50% em peso de Mg para a temperatura de  $100^\circ\text{C}$ .



- a) 2,50%
- b) 50,0%
- c) 37,5%
- d) 62,0%

06 - No ensaio de tração uniaxial, o coeficiente de Poisson mede a rigidez do material na direção

- a) perpendicular à direção da carga.
- b) paralela à direção de carga.
- c) inclinada de  $45^\circ$  em relação à direção da carga.
- d) inclinada de  $60^\circ$  em relação à direção da carga.

07 - A capacidade de o material absorver energia até a fratura denomina-se

- a) resiliência.
- b) rigidez.
- c) tenacidade.
- d) elasticidade.

08 - No primeiro estágio de fluência em metais (estágio primário ou transitório), a taxa de deformação ( $\frac{d\epsilon}{dt}$ )

- a) diminui com o tempo.
- b) aumenta com o tempo.
- c) permanece sempre constante.
- d) é sempre nula.

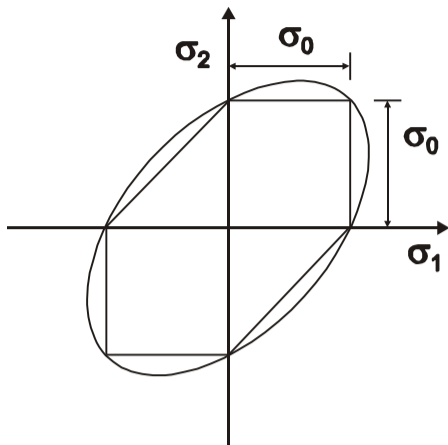
09 - Um valor útil para avaliação da anisotropia plástica de um metal é o índice de deformação real na largura de uma chapa, dividida pela deformação real na espessura, durante o ensaio de tração. A variação dos valores de  $r$ , determinados em corpos de prova situados em um mesmo plano de um metal trabalhado, porém retirados em diferentes direções ( $0^\circ$ ,  $45^\circ$  e  $90^\circ$ ), é chamada de anisotropia planar ( $\Delta r$ ), dada por

- a)  $\frac{r_0 + 2r_{45} + r_{90}}{4}$
- b)  $\frac{r_0 + r_{90} - 2r_{45}}{2}$
- c)  $\frac{r_0 + 2r_{45} + r_{90}}{2}$
- d)  $\frac{r_0 + r_{90} - 2r_{45}}{4}$

- 10 - Uma teoria, relativa à deformação em metais, afirma que o escoamento aparece em virtude da interação de átomos de soluto (ou impurezas) com as discordâncias existentes no metal, formando, em torno destas, "atmosfera" que tendem a bloqueá-las em seu início de movimento. A referida teoria foi elaborada por
- Gilman.
  - Cottrell.
  - Suzuki.
  - Tresca.
- 11 - Assinale a alternativa **INCORRETA** com relação ao processamento em um forno de indução sob vácuo (VIM).
- Ocorre baixa perda de elementos de liga por oxidação.
  - O processamento ocorre com a presença de escória que protege o banho.
  - Ocorre a remoção de gases dissolvidos como o hidrogênio e o nitrogênio.
  - Ocorre a remoção de elementos indesejáveis que possuam alta pressão de vapor.
- 12 - Na temperatura de 200°C, a liga 50/50 Pb-Sn existe em duas fases: uma sólida rica em chumbo e a outra líquida rica em estanho. Admitindo-se a pressão constante, determine o grau de liberdade para esta liga.
- 4
  - 3
  - 2
  - 1
- 13 - Calcule a magnitude do vetor de Burgers para o Al, sabendo-se que o seu raio atômico mede 0,143 nm.
- 0,286 nm
  - 0,429 nm
  - 0,071 nm
  - 0,572 nm
- 14 - Nas condições de equilíbrio, os aços hipoeutetóides são constituídos por grãos de
- perlita envolvidos por uma camada de cementita.
  - martensita.
  - perlita envolvida por uma camada de ferrita.
  - cementita envolvida por uma camada de perlita.
- 15 - Capacidade de um material absorver energia quando deformado elasticamente e liberá-la quando descarregado é denominada
- resiliência.
  - tenacidade.
  - resistência.
  - ductilidade.
- 16 - Considere as seguintes afirmações:
- A fratura parcial ou completa de um material cerâmico resultante de mudança brusca de temperatura (resfriamento rápido) denomina-se choque térmico.
  - mecanismo de choque térmico está relacionado à expansão térmica do material.
  - mecanismo de choque térmico está relacionado a condutividade térmica do material.
- É (são) correta(s) a(s) afirmativa(s)
- I somente.
  - I e II somente.
  - II e III apenas.
  - I, II e III.
- 17 - Para as estruturas cúbicas de corpo centrado e de face centrada, as arestas do cubo valem, em relação ao raio do átomo (R), respectivamente
- $\frac{4R}{\sqrt{2}}$  e  $2R\sqrt{3}$
  - $2R\sqrt{3}$  e  $\frac{4R}{\sqrt{2}}$
  - $\frac{4R}{\sqrt{3}}$  e  $2R\sqrt{2}$
  - $2R\sqrt{2}$  e  $\frac{4R}{\sqrt{3}}$
- 18 - Calcule o número de vacâncias em equilíbrio por metro cúbico de titânio a 727°C. A energia para a formação da vacância é 0,5eV/átomo, o peso atômico e a densidade do titânio (a 727°C) são 48g/mol e 4,5g/cm<sup>3</sup>, respectivamente.
- Dado:
- $$N_V = N e^{\left(\frac{Q_V}{kT}\right)}$$
- Onde:
- $N_V$  = número de vacâncias
  - $N$  = número de átomos
  - $e$  = 2,718 (base do sistema natural de logaritmos)
  - $Q_V$  = energia de formação de vacância
  - $T$  = temperatura em Kelvin
  - $k$  =  $8,62 \times 10^{-5}$  eV/K (constante de Boltzmann)
  - $N_A$  =  $6,22 \times 10^{25}$  mol<sup>-1</sup> (número de Avogadro)
- $17 \times 10^{25}$  vacâncias/m<sup>3</sup>
  - $23 \times 10^{25}$  vacâncias/m<sup>3</sup>
  - $35 \times 10^{25}$  vacâncias/m<sup>3</sup>
  - $41 \times 10^{25}$  vacâncias/m<sup>3</sup>
- 19 - Sobre a reação austenita-martensita é **INCORRETO** afirmar que
- é uma transformação onde não ocorre o processo de difusão.
  - envolve uma reorientação dos átomos de C e Fe.
  - é uma solução supersaturada de carbono num reticulado tetragonal de corpo centrado.
  - nela, não ocorre a presença do processo de cisalhamento.
- 20 - O hidrogênio interage com a maioria dos metais por uma série de mecanismos resultando em modificações das suas propriedades mecânicas que levam a fraturas frágeis e altamente danosas.
- Assinale a alternativa que apresenta a situação na qual **NÃO** ocorre a absorção de hidrogênio.
- soldagem.
  - fundição.
  - decapagem.
  - laminação.
- 21 - No ensaio de torção em materiais metálicos, a aplicação de uma tensão de cisalhamento  $\tau$  provoca a deformação  $\gamma$ . A relação  $G = \frac{\tau}{\gamma}$  é denominada módulo de
- ruptura.
  - tenacidade.
  - rigidez.
  - resiliência.

- 22 - Com relação à conformação plástica dos metais, assinale a alternativa **ERRADA**.
- Com a trefilação a frio, obtém-se tolerâncias dimensionais mais acuradas em relação à trefilação a quente.
  - A laminação a frio é usada para produzir folhas e tiras com acabamento superficial e com tolerâncias dimensionais superiores, comparadas com as tiras produzidas por laminação a quente.
  - Para assegurar um maior preenchimento da matriz durante o processo de forjamento, projeta-se uma rebarba espessa para que tenha excesso de material na matriz.
  - Durante o forjamento, a deformação é menor na *interface* peça-matriz do que no meio da peça.
- 23 - Calculando-se a densidade linear de uma direção [100] para uma estrutura cúbica de corpo centrado, tem-se
- $\frac{\sqrt{2}}{3}$
  - $\frac{\sqrt{3}}{2}$
  - $\frac{\sqrt{2}}{5}$
  - $\frac{\sqrt{3}}{5}$
- 24 - Analise os itens abaixo:
- As propriedades dos polímeros também dependem da natureza química dos monômeros e suas implicações na estrutura molecular formada tanto no que se refere à constituição, quanto à configuração, ao peso molecular e à conformação.
  - Os polímeros que, por aquecimento ou outra forma de tratamento, assumem a estrutura tridimensional, reticulada, com ligações cruzadas, tornando-se insolúveis ou infusíveis, são chamados termoplásticos.
  - Resina é uma substância cristalina, de peso molecular intermediário, ou alto, insolúvel em água mas solúvel em alguns solventes orgânicos, sólida ou líquida com alta viscosidade à temperatura ambiente.
- É (são) correto(s) o(s) item(ns)
- I somente.
  - I e II somente.
  - II e III apenas.
  - I, II e III.
- 25 - Considerando os processos de junção mecânica por soldagem, analise as afirmações abaixo.
- O processo MIG é efetuado por arco elétrico, com eletrodo permanente.
  - Na soldagem por plasma, são utilizados eletrodos permanentes.
  - Eletroslag é um exemplo de soldagem por feixe de elétrons de alta energia.
- Está(ão) correta(s) a(s) afirmativa(s)
- I somente.
  - II apenas.
  - III somente.
  - I, II e III.
- 26 - Associe as fases metálicas com suas respectivas estruturas cristalinas e, a seguir, assinale a opção que apresenta a seqüência correta.
- Fe  $\alpha$  -ferrita ( ) Cúbica de face centrada
  - Fe  $\gamma$  -austenita ( ) Hexagonal compacta
  - Aço carbono martensítico ( ) Tetragonal
  - Ti  $\alpha$  ( ) Cúbica de corpo centrada
- 1 – 4 – 3 – 2
  - 2 – 3 – 4 – 1
  - 2 – 4 – 3 – 1
  - 1 – 3 – 4 – 2
- 27 - A resistência à corrosão dos aços inoxidáveis está associado à formação de um filme protetor (passivação) na superfície do aço. Em alguns casos, esse filme de passivação pode ser destruído apenas localmente, em pontos da superfície, e a corrosão ocorre como pequenos furos ou pites. Assinale a alternativa que apresenta a conduta utilizada para evitar esse tipo de corrosão.
- Aumentar a concentração de íons halogênicos.
  - Diminuir o pH. O íon (OH<sup>-</sup>) age como catalisador da corrosão por pites.
  - Empregar passivadores ou proteção catódica.
  - Trabalhar em temperatura mais alta possível.
- 28 - O estudo de fratura é importante capítulo da Metalurgia Mecânica. Sobre a fratura pode-se afirmar, **EXCETO** que
- os materiais de engenharia típicos têm tensões de fratura menores que os valores teóricos.
  - os whiskers metálicos possuem tensões de fratura próximos aos valores teóricos.
  - o modo I, modo de abertura da trinca, refere-se à tensão trativa aplicada na direção y normal às faces da trinca.
  - a teoria de Griffith é aplicada, na sua forma original, para os metais que sofrem alguma deformação plástica antes da fratura frágil.
- 29 - Assinale a alternativa que **NÃO** apresenta uma condição favorável para o processo de desfosforação durante a fabricação do aço em um forno a arco.
- Baixa temperatura (~1540°), pois a oxidação do fósforo é exotérmica.
  - Alta basicidade da escória, para abaixar a atividade do P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, formando (CaO)<sub>4</sub>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.
  - Alto teor de elementos desoxidantes (Al, Fe-Si).
  - Alta oxidação (FeO).

- 30 - Os critérios de Von Mises e da tensão cisalhante máxima são amplamente utilizados na predição de escoamento em metais dúcteis. A figura abaixo representa uma comparação entre os critérios de escoamento para tensão plana.



De acordo com a figura, a maior diferença percentual entre os critérios é de

- a) 10,0%.  
b) 12,5%.  
c) 15,0%.  
d) 17,5%.
- 31 - Correlacione as colunas abaixo associando cada elemento de liga com o seu respectivo efeito para uma fundição de alumínio e suas ligas.

1ª coluna

2ª coluna

- |               |  |
|---------------|--|
| 1 - Cobre     | ( ) Modifica a estrutura eutética das ligas de Al-Si |
| 2 - Estrôncio | ( ) Aumenta a resistência mecânica e a dureza.       |
| 3 - Manganês  | ( ) Refina a estrutura granular.                     |
| 4 - Titânio   | ( ) É considerado uma impureza.                      |

A seqüência correta é

- a) 2 – 1 – 4 – 3  
b) 3 – 1 – 4 – 2  
c) 2 – 4 – 1 – 3  
d) 4 – 3 – 1 – 2
- 32 - Para a utilização em equipamentos com alta exposição a cloretos, a **MELHOR** opção seria selecionar aços inoxidáveis
- a) martensíticos do tipo 410 e 420, com baixo teor de Cr.  
b) do tipo 347 e 321 que possuem adições de Nb, Ta e Ti.  
c) superferríticos, do tipo 442 e 446, que possuem alto teor de Cr e adições de Ti e Nb.  
d) austeníticos, com médio teor de Cr e adições de Mo.

- 33 - Complete as lacunas abaixo e, a seguir, assinale a alternativa correspondente.

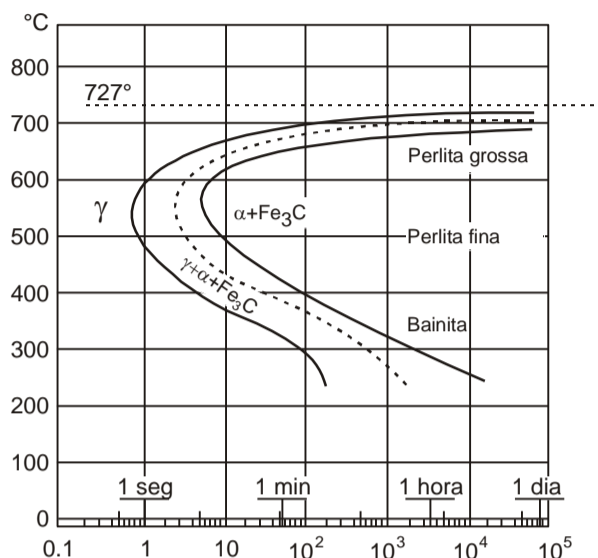
Da teoria de mecânica da fratura, para um tamanho de trinca constante, sabe-se que a intensidade de tensões  $K_I$  na ponta da trinca aumenta de acordo com o aumento da tensão aplicado. No nível de tensão no qual a trinca inicia sua propagação, a intensidade da tensão na ponta da mesma denomina-se fator crítico da intensidade de tensões  $K_{IC}$ . Em projeto, procura-se, em inúmeros casos, utilizar materiais com alto  $K_{IC}$ , pois os mesmos podem tolerar \_\_\_\_\_ tensões e/ou \_\_\_\_\_ tamanhos de trinca.

- a) altas/pequenos  
b) altas/grandes  
c) baixas/grandes  
d) baixas/pequenos

- 34 - A sílica ( $\text{SiO}_2$ ) é uma das matérias primas mais abundantes na natureza comumente encontrada em produtos cerâmicos. A fase que **NÃO** representa uma forma alotrópica da sílica é a/o

- a) tridimita.  
b) mulita.  
c) cristobalita.  
d) quartzo.

- 35 - Dados o diagrama abaixo,



Calcule a microestrutura de um aço contendo 0,77% de C que sofre o seguinte tratamento:

- 1 - resfriado rapidamente da região  $\gamma$  até  $500^\circ\text{C}$ ;
- 2 - permanece por 5 segundos a  $500^\circ\text{C}$ ; e
- 3 - resfriado até a temperatura ambiente

- a) 70% perlita fina e 30%  $\gamma$ .  
b) 50% perlita fina e 50% bainita.  
c) 60% perlita fina e 40% martensita.  
d) 30%  $\gamma$  e 70% perlita fina.

- 36 - Assinale a alternativa correta.

- a) A teoria da termodinâmica também se aplica a sistemas que não estão em equilíbrio.  
b) A segunda lei da termodinâmica refere-se à lei de conservação de energia.  
c) Com a termodinâmica é possível prever a velocidade de uma reação química ou metalúrgica.  
d) A energia livre de Gibbs é nula para qualquer reação reversível que ocorra à temperatura e pressão constantes.

- 37 - A deformação plástica que ocorre em um material sob tensão ou carga constante em função do tempo é conhecida como fluência. Pode-se afirmar que **NÃO** faz parte do mecanismo da fluência o/a

- a) escorregamento de discordâncias.  
b) difusão de lacunas.  
c) deslizamento de contornos de grãos.  
d) propagação de trincas.

- 38 - A porcentagem aproximada de carbono para um aço contendo 50% em peso de perlita e 50% de ferrita é

- a) 0,2% de C.  
b) 0,4% de C.  
c) 0,8% de C.  
d) 1,0% de C.

- 39 - Das principais características das ligas de alumínio listadas abaixo, assinale a que **NÃO** se aplica ao seu uso em estruturas aeronáuticas.
- a) Alta condutividade elétrica.
  - b) Baixa densidade.
  - c) Alta conformabilidade.
  - d) Alta resistência à corrosão.
- 40 - Para um certo processo metalúrgico com pressão de 1 atm e temperatura de 727°C constantes, tem-se que a variação da entalpia  $\Delta Q=45.000\text{J}$  e a variação da entropia  $\Delta S=35\text{J/K}$ . A variação da energia livre  $\Delta G$  deste sistema é
- a) 10.000J
  - b) 20.000J
  - c) 40.000J
  - d) 80.000J

