

MARINHA DO BRASIL  
DIRETORIA DE ENSINO DA MARINHA

CONCURSO PÚBLICO PARA INGRESSO NO CORPO DE ENGENHEIROS DA MARINHA  
(CP-EngNav/2012)

**ENGENHARIA AERONÁUTICA**

**PROVA ESCRITA DISCURSIVA  
INSTRUÇÕES GERAIS**

- 1- A duração da prova será de 05 horas e não será prorrogada. Ao término da prova, entregue o caderno ao Fiscal, sem desgrampear nenhuma folha;
- 2- Responda as questões utilizando caneta esferográfica azul ou preta. Não serão consideradas respostas e desenvolvimento da questão a lápis. Confira o número de páginas da prova;
- 3- Só comece a responder a 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) desrespeitar qualquer prescrição relativa à execução das provas;
  - d) escrever o nome ou introduzir marcas identificadoras noutra lugar que não o determinado para esse fim; e
  - e) cometer ato grave de indisciplina.
- 10- É PERMITIDO O USO DE CALCULADORA PADRÃO NÃO CIENTÍFICA E RÉGUA SIMPLES.

**NÃO DESTACAR A PARTE INFERIOR**

<b>RUBRICA DO PROFESSOR</b>	ESCALA DE	<b>NOTA</b>	<b>USO DA DE<sub>ns</sub>M</b>
	000 A 100		

CAMPOS PREENCHIDOS  
PELOS CANDIDATOS

CONCURSO PÚBLICO: CP-EngNav/2012  
NOME DO CANDIDATO:

<b>Nº DA INSCRIÇÃO</b>	<b>DV</b>	ESCALA DE	<b>NOTA</b>	<b>USO DA DE<sub>ns</sub>M</b>
		000 A 100		

CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS (VALOR: 80 PONTOS)

1ª QUESTÃO (8 pontos)

Calcule as forças  $L_w$  e  $L_t$  para as condições de voo apresentadas abaixo.

a) Voo de Cruzeiro, reto nivelado (Figura 01). (3 pontos)

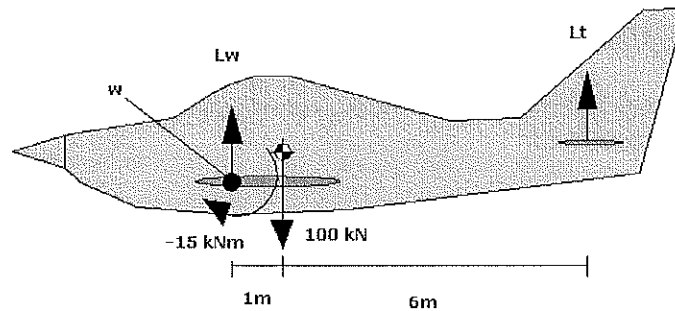


Figura 01

b) Recuperação rápida de mergulho com fator de carga  $n_z = 2g$  (Figura 02). (5 pontos)

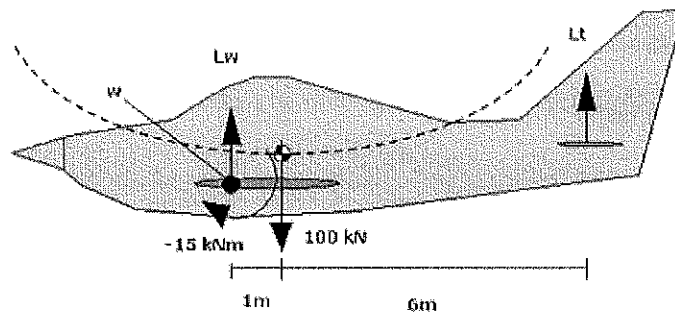


Figura 02

Continuação da 1ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA AERONÁUTICA

Concurso: CP-EngNav/12

2ª QUESTÃO (8 pontos)

Um avião de reconhecimento não tripulado tem uma asa com envergadura de 10m e área de 26m<sup>2</sup>. Esse avião utiliza uma asa com seção transversal formada por um aerofólio esbelto, com corda constante, no qual pode-se admitir  $C_l = 2\pi\alpha$  ( $\alpha$  em radianos) e  $\alpha_{L=0} = 0,2$ . O avião está voando a uma velocidade de 200 km/h, em voo reto nivelado, com peso aproximado de 20 kN.

Assuma que a asa tenha uma distribuição elíptica de circulação e a curva de sustentação da asa finita seja dada pela relação

$$C_l = \frac{2\pi}{1 + \frac{2}{AR}} \alpha, \text{ onde } AR \text{ é a razão de aspecto da asa } (AR = b^2/A, \text{ onde } b \text{ é a}$$

envergadura e A é a área).

Desprezando-se os efeitos da empennagem e considerando a massa específica do ar  $\rho = 1,1 \text{ kg/m}^3$ , calcule:

- O ângulo de ataque da asa para a manutenção das condições de voo acima indicadas. (5 pontos)
- O arrasto induzido gerado pela asa de uma aeronave com as mesmas características apresentadas, considerando-se agora o ângulo de ataque da asa igual a 5° (0,087rad) e admitindo que a asa tenha uma eficiência aerodinâmica ( $e$ ) igual à unidade. (3 pontos)

$$C_{D, \text{induzido}} = \frac{C_l^2}{\pi A R e}$$

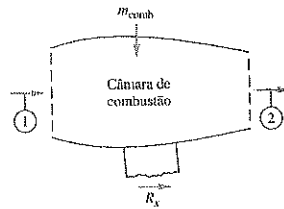
Continuação da 2ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA AERONÁUTICA

Concurso: CP-EngNav/12

3ª QUESTÃO (8 pontos)

A figura abaixo mostra um motor a jato. Esse motor recebe ar a  $20^\circ\text{C}$  e  $1\text{ atm}$  de pressão. A área de entrada desse motor é  $0,8\text{ m}^2$  e a velocidade de entrada do ar é  $250\text{ m/s}$ . Admita todos os escoamentos que ocorrem na turbina como de um fluido incompressível. A relação entre a vazão mássica de combustível e o ar entrando na turbina é igual a  $1:40$ . O gás resultante da combustão sai pela seção 2, à pressão atmosférica e com velocidade de  $800\text{ m/s}$ . A área da seção 2 é de  $0,6\text{ m}^2$ . Calcule a força horizontal de reação da bancada de testes necessária para manter o motor fixo. Admita  $\rho_{\text{ar}} = 1,2\text{ kg/m}^3$ .



**4ª QUESTÃO (8 pontos)**

No caso dos motores à reação, para se poder colocar dentro da câmara de combustão uma elevada massa de ar, usa-se um compressor que tem a função de entregar ar comprimido à câmara. Sendo assim:

- a) Quais são os tipos de compressores comumente utilizados em motores à reação? (3 pontos)
- b) Cite 5 vantagens de uma dado compressor com relação a outro. (5 pontos)

5ª QUESTÃO (8 pontos)

Desenhe o gráfico de potência do motor em função da velocidade de voo para um helicóptero. Indique, no gráfico, as curvas de potência disponível, de potência requerida e de velocidade de melhor razão de subida. Indique, também, os pontos de velocidade máxima, de velocidade de mínima razão de descida em autorrotação e de velocidade de máxima autonomia.



6ª QUESTÃO (8 pontos)

Em relação à Teoria de Helicópteros, responda:

- a) O que é autorrotação e quais os fatores que influenciam essa manobra? (4 pontos)
- b) O que é a "curva do homem morto"? (4 pontos)

Continuação da 6ª questão

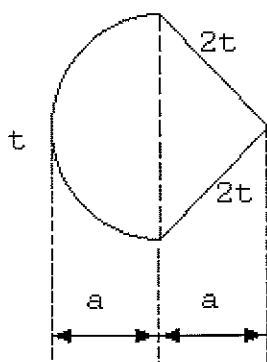
Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA AERONÁUTICA

Concurso: CP-EngNav/12

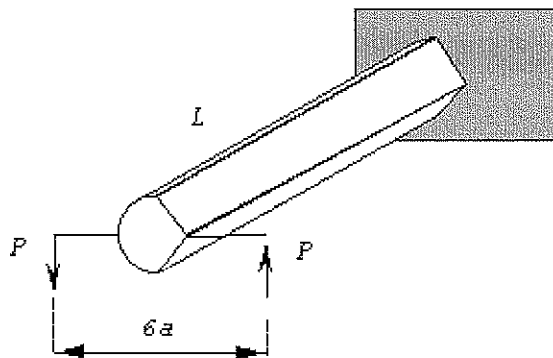
7ª QUESTÃO (8 pontos)

A figura abaixo ilustra uma estrutura de parede fina submetida aos esforços indicados. A seção transversal do perfil é formada por um trecho semicircular de espessura  $t$  e por dois trechos retilíneos de espessura  $2t$ . As dimensões indicadas são medidas a partir da linha média dos trechos. O trecho circular é feito de um material com módulo de cisalhamento  $G_1 = G$ , enquanto que os dois trechos retilíneos são feitos de um material com módulo de cisalhamento  $G_2 = 2G_1 = 2G$ .

- Determine a rigidez torcional equivalente  $(GJ)_{eq}$  da seção transversal em função dos parâmetros  $G$ ,  $a$  e  $t$ . (3 pontos)
- Determine o ângulo de giro da extremidade livre devido à torção. (3 pontos)
- Determine a máxima tensão de cisalhamento na seção transversal em função dos parâmetros dados. (2 pontos)



(Seção transversal idealizada)



(Modelo de Viga em balanço)

Dados:

1ª fórmula de Bredt-Batho:

$$T = 2 \cdot q \cdot A$$

2ª fórmula de Bredt-Batho:

$$T = \frac{4A^2}{\oint \frac{ds}{G(s) \cdot t(s)}} \cdot \frac{d\theta}{dz}$$

Continuação da 7ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA AERONÁUTICA

Concurso: CP-EngNav/12

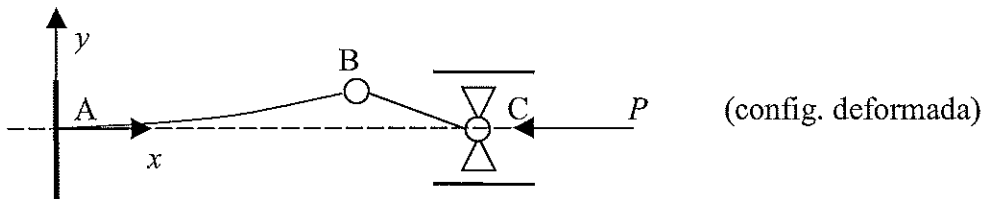
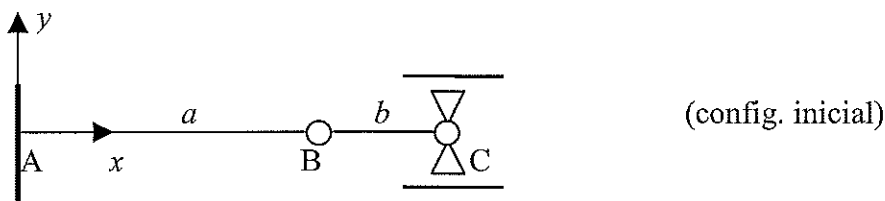
Continuação da 7ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA AERONÁUTICA

Concurso: CP-EngNav/12

8ª QUESTÃO (8 pontos)

A figura abaixo ilustra um modelo idealizado de parte de um circuito de controle de uma aeronave. Neste modelo, a barra AB de comprimento  $a$  e de rigidez flexional  $EI$  encontra-se engastada em A e articulada em B a uma outra barra BC, de comprimento  $b$ , cuja extremidade (em C) encontra-se também articulada, porém livre para deslocar-se horizontalmente entre planos rígidos e sem atrito. Considere que as barras tenham eixo reto (inicialmente) e que o sistema seja submetido a um esforço de compressão  $P$ , conforme indicado. Admita que a barra BC seja suficientemente rígida (indeformável), de modo que apenas a barra AB possa flambar sob a ação do carregamento axial indicado na figura. Admitindo que a flambagem da barra AB ocorra no regime elástico-linear do material, mostre que as cargas críticas de flambagem deste sistema são obtidas a partir da seguinte equação característica:  $\tan(k.a) = k.f(a,b)$ , onde  $k^2 = P/EI$  e  $f(a,b)$  é uma função que depende dos comprimentos  $a$  e  $b$  das barras e que deve ser encontrada.



Continuação da 8ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA AERONÁUTICA

Concurso: CP-EngNav/12

Continuação da 8ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA AERONÁUTICA

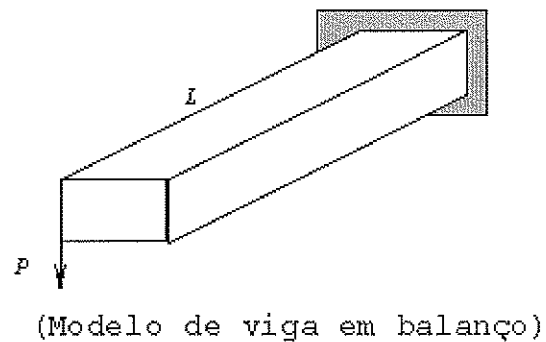
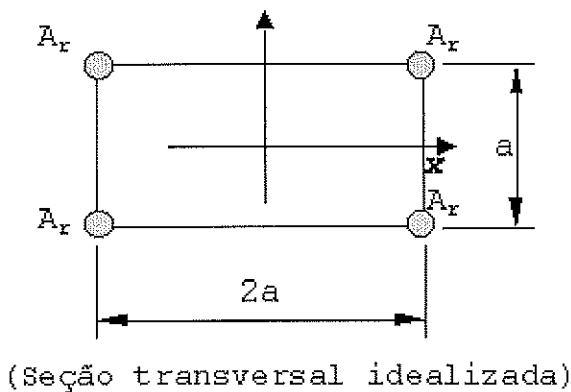
Concurso: CP-EngNav/12



9ª QUESTÃO (8 pontos)

A figura abaixo ilustra a seção transversal de uma estrutura leve com reforçadores. A espessura das chapas que compõem os painéis é  $t$  (constante) e todos os reforçadores possuem a mesma área de seção transversal ( $A_r = a \cdot t$ ). Considere que tal estrutura possa ser modelada como uma viga de seção uniforme em balanço (com comprimento  $L \gg a$ ) solicitada por uma força transversal de intensidade  $P$  em sua extremidade livre, conforme indicado na figura à direita. Considere, também, que os painéis, assim como os reforçadores, suportem efetivamente as tensões normais devido à flexão.

- Determine a máxima tensão normal devido à flexão em função dos parâmetros fornecidos ( $P, t, a, L$ ). (4 pontos)
- Admitindo a hipótese de empenamento livre, determine a tensão de cisalhamento, nos painéis, decorrente apenas da torção imposta à estrutura em função dos parâmetros fornecidos. (4 pontos)



Dados:

$$\sigma_z = \left( \frac{M_y I_{xx} - M_x I_{xy}}{I_{xx} I_{yy} - I_{xy}^2} \right) \cdot x + \left( \frac{M_x I_{yy} - M_y I_{xy}}{I_{xx} I_{yy} - I_{xy}^2} \right) \cdot y$$

(distribuição de tensões normais devido à flexão)

$T = 2 \cdot q \cdot A$  (1ª fórmula de Bredt-Batho), onde  $q$  representa o fluxo de cisalhamento na célula.

Continuação da 9ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA AERONÁUTICA

Concurso: CP-EngNav/12

10ª QUESTÃO (8 pontos)

Considerando-se os materiais utilizados na fabricação de um eixo de transmissão de torque para o rotor de cauda, qual é o melhor método a ser empregado na realização de um ensaio não destrutivo para cada um dos materiais apresentados a seguir?  
Justifique sua resposta.

- a) Aço liga tratado termicamente. (3 pontos)
- b) Titânio. (3 pontos)
- c) Alumínio. (2 pontos)