

MARINHA DO BRASIL
DIRETORIA DE ENSINO DA MARINHA

CONCURSO PÚBLICO PARA INGRESSO NO CORPO DE ENGENHEIROS DA MARINHA
(CP-CEM/2013)

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 noutro 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.

NÃO DESTACAR A PARTE INFERIOR

RUBRICA DO PROFESSOR	ESCALA DE	NOTA	USO DA DE_{ns}M
	000 A 100		

CAMPOS PREENCHIDOS
PELOS CANDIDATOS

CONCURSO PÚBLICO: CP-CEM/2013
NOME DO CANDIDATO:

Nº DA INSCRIÇÃO	DV	ESCALA DE	NOTA	USO DA DE_{ns}M
		000 A 100		

CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS (VALOR: 80 PONTOS)

1ª QUESTÃO (8 pontos)

Um avião com massa $m = 3000$ kg pousa em ar de massa específica $\rho = 1,2$ kg/m³, com uma velocidade $U = 40$ m/s e solta um paraquedas de diâmetro $D = 4$ m e coeficiente de arrasto $C_A = 1,2$. Desprezando o arrasto do próprio avião e o atrito nas rodas, considere que a desaceleração do avião seja, apenas, devido ao arrasto do paraquedas.

Qual é o intervalo de tempo, a partir do acionamento do paraquedas, necessário para que a velocidade do avião caia para 10 m/s?

Dado

Força de Arrasto: $F_A = \frac{1}{2} \rho U^2 A C_A$

Continuação da 1ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA AERONÁUTICA

Concurso: CP-CEM/2013

Continuação da 1ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA AERONÁUTICA

Concurso: CP-CEM/2013

2ª QUESTÃO (8 pontos)

Uma aeronave VANT (Veículo Aéreo Não-Tripulado) tem uma asa com área planiforme $A_p=8\text{m}^2$ e envergadura $b=6\text{m}$. A velocidade da aeronave é igual a $U=180\text{km/h}$ e a sua massa é $m=1800\text{kg}$. Considere que a aeronave esteja voando a uma altitude tal que $\rho=0,82\text{kg/m}^3$ e que a aceleração da gravidade local seja $g = 9,8 \text{ m/s}^2$. Determine, nessas condições, qual o seno do ângulo de ataque α da asa.

Dados

Força de Sustentação: $F_s = \frac{1}{2} \rho U^2 A_p C_s$

Coeficiente de sustentação da asa: $C_s = \frac{2\pi \text{sen } \alpha}{1 + 2/RA}$

Razão de aspecto da asa: $RA = \frac{b^2}{A_p}$

Continuação da 2ª questão

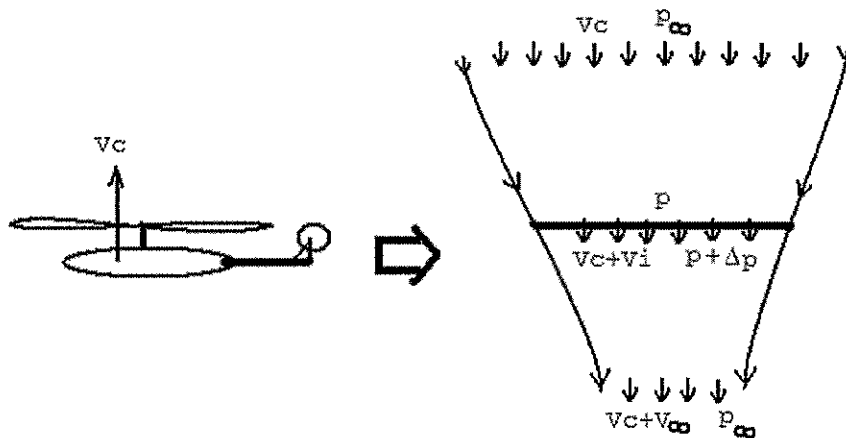
Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA AERONÁUTICA

Concurso: CP-CEM/2013

3ª QUESTÃO (8 pontos)

O movimento vertical de um helicóptero com velocidade V_c ascendente pode ser modelado como o escoamento de um fluido em um tubo de corrente, o qual tem na entrada uma velocidade V_c descendente e uma pressão p_∞ . Ao passar pelo rotor de área A , a velocidade é dada pela soma da velocidade V_c com uma velocidade induzida V_i , e a pressão aumenta de um valor p para um valor $p+\Delta p$. A corrente de ar, ao se afastar do rotor, alcança uma velocidade V_c+V_∞ e volta a ter uma pressão p_∞ . Demonstre que nessas condições:

- a) O empuxo T do rotor é dado por $T=\rho AV_\infty(V_c+V_\infty/2)$. (4 pontos)
 b) A velocidade induzida é $V_i=V_\infty/2$. (4 pontos)



Dado

Equação de Bernoulli: $\frac{\rho V^2}{2} + p = \text{constante}$

Conservação de Fluxo de Quantidade de Conservação do Movimento

$$\Sigma F_{ext} = \int_{SC} \rho \vec{v} \vec{v} \cdot \vec{n} \cdot dA$$

Continuação da 3ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA AERONÁUTICA

Concurso: CP-CEM/2013

4ª QUESTÃO (8 pontos)

Um avião perde completamente a potência dos motores a 6000 m de altitude sobre o Oceano. Considerando que o avião tem uma asa com razão de aspecto $RA = 10$ e coeficiente de arrasto para razão de aspecto infinita $C_{A\infty} = 0,02$, estime a máxima distância que a aeronave pode planar para tentar chegar até um local seguro. Lembre-se que a máxima relação entre coeficiente de sustentação e coeficiente de arrasto, C_s/C_A , ocorre para um coeficiente de arrasto $C_A = 2C_{A\infty}$.

Dados:

$$\text{Força de sustentação: } F_s = \frac{1}{2} \rho U^2 A_p C_s$$

$$\text{Razão de aspecto da asa: } RA = \frac{b^2}{A_p}$$

Coeficiente de arrasto para asa finita: $C_A = C_{A\infty} + C_{Ai} = C_{A\infty} + \frac{C_s^2}{\pi RA}$, onde C_{Ai} é o coeficiente de arrasto induzido.

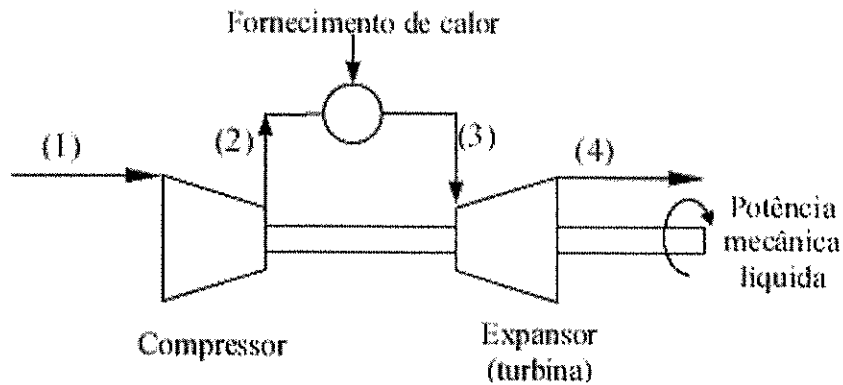
Continuação da 4ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA AERONÁUTICA

Concurso: CP-CEM/2013

5ª QUESTÃO (8 pontos)

Uma turbina a gás pode ser analisada com a idealização de um ciclo termodinâmico de ar padrão, também chamado de ciclo Brayton, conforme representado de forma esquemática na figura abaixo.



- Represente, num diagrama Temperatura x Entropia ($T \times s$), os processos de compressão e expansão do ar e os processos de transferência de calor no ciclo. (4 pontos)
- Enumere as hipóteses mais importantes assumidas para a elaboração do diagrama do item anterior. (4 pontos)

Continuação da 5ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA AERONÁUTICA

Concurso: CP-CEM/2013

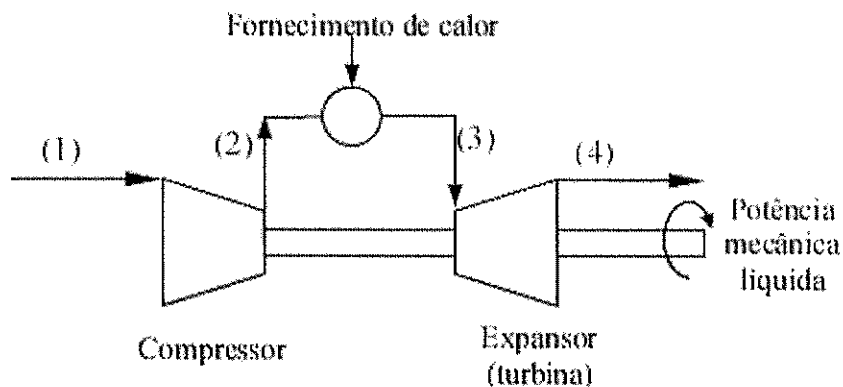
6ª QUESTÃO (8 pontos)

- a) Escreva as equações da 1ª Lei da Termodinâmica aplicada aos componentes de uma turbina a gás (representada na figura abaixo) em função das temperaturas de entrada e saída nos componentes. Admita que todos os processos possam ser representados com ar na condição de gás caloricamente perfeito. (6 pontos)

Considere os componentes:

- 1) Compressor;
- 2) Câmara de combustão (fornecimento de calor);
- 3) Expansor (ou turbina).

- b) Deduza, em função da temperatura, a expressão do rendimento termodinâmico (ou eficiência termodinâmica) definido como a razão entre o trabalho líquido do equipamento e o calor fornecido à turbina a gás. (2 pontos)



Continuação da 6ª questão

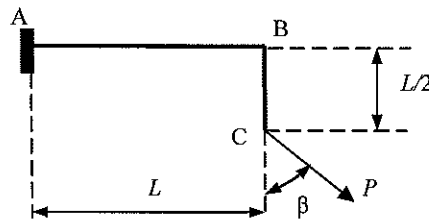
Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA AERONÁUTICA

Concurso: CP-CEM/2013

Continuação da 6ª questão

7ª QUESTÃO (8 pontos)

A estrutura indicada na figura abaixo é formada por duas barras (AB e BC) rigidamente ligadas em B. Considerando que a seção em A esteja engastada e que a extremidade C esteja submetida à ação de uma força de intensidade P , cuja linha de ação forma um ângulo β com a vertical, determine qual relação trigonométrica, envolvendo apenas o ângulo β , deve ser satisfeita para que o deslocamento horizontal do ponto de aplicação da força seja nulo. Considere também que as barras tenham seção transversal uniforme com rigidez flexional EI dada, despreze as parcelas de energia complementar associadas às forças normais e forças cortantes no cálculo e admita a hipótese de linearidade geométrica.



Dado: Energia complementar devido aos momentos fletores:

$$U^* = \sum \int \frac{M^2}{2EI} ds$$

Teorema de Crotti. Engessor

$$\int_{HC} = \frac{\int U^*}{\int H} = \sum \int_0^l \frac{M_i}{EI} \cdot \frac{\partial M_i}{\partial H} \cdot ds_i$$

Continuação da 7ª questão

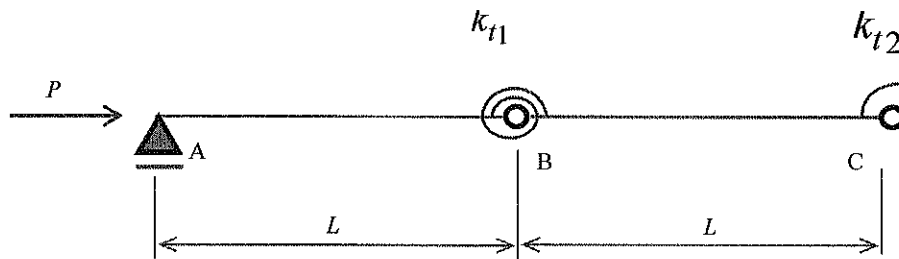
Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA AERONÁUTICA

Concurso: CP-CEM/2013

8ª QUESTÃO (8 pontos)

A estrutura indicada abaixo é formada por duas barras rígidas (indeformáveis) de mesmo comprimento (L), conectadas entre si por uma mola torcional cuja constante de proporcionalidade é k_{t1} . A extremidade esquerda da barra AB encontra-se simplesmente apoiada, sem possibilidade de deslocar-se na direção vertical, e está sob a ação de uma força horizontal de compressão de intensidade P . A extremidade direita da barra BC é impedida de deslocar-se tanto na direção vertical quanto na horizontal e está conectada a uma mola torcional, cuja constante de proporcionalidade é k_{t2} . Considerando válida a hipótese de linearidade geométrica, determine, em função dos parâmetros dados, a carga de flambagem da estrutura.

Obs.: Despreze a ação do peso próprio das barras e das molas nos cálculos e considere que, na configuração de referência, os eixos centrais das duas barras são retos.



Dado: Para molas torcionais com comportamento linear vale a relação: $M=k_t.\theta$

Continuação da 8ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA AERONÁUTICA

Concurso: CP-CEM/2013

9ª QUESTÃO (8 pontos)

Considere as informações abaixo a respeito da figura a seguir.

- 1) O anel de parede fina tem raio médio $R = 100$ mm, espessura $t = 2$ mm e comprimento $L = 400$ mm, sendo submetido apenas a uma pressão interna de intensidade $p = 1,4$ MPa (considere que não haja tensões longitudinais, uma vez que não há tampões nesse anel).
- 2) O anel é fabricado com material composto de tal forma que as direções principais de propriedades do material são as direções circunferencial e longitudinal do anel, e as propriedades elásticas, segundo essas direções, são dadas por:

$E_1 = E_\theta = 200$ GPa (módulo de elasticidade na direção circunferencial)

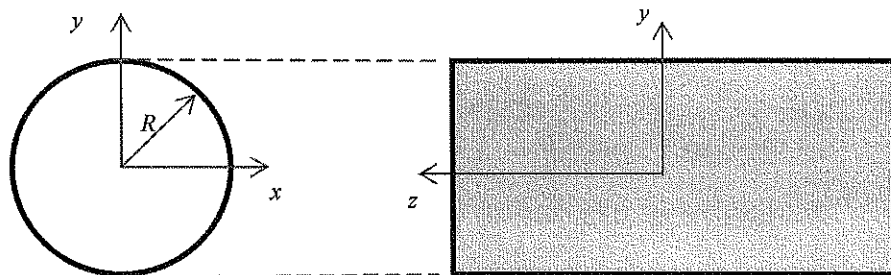
$E_2 = E_z = 50$ GPa (módulo de elasticidade na direção longitudinal)

$\nu_{12} = \nu_{\theta z} = 0,30$ (coeficiente de Poisson maior)

$\nu_{21} = \nu_{z\theta} = 0,075$ (coeficiente de Poisson menor)

Com base no exposto e aproximando o estado tensional dos pontos do anel por um estado uniaxial de tensões:

- a) Determine a tensão circunferencial (σ_θ) nos pontos do anel. (3 pontos)
- b) Determine a variação do raio médio (ΔR) e a variação do comprimento do anel (ΔL) após a aplicação da pressão (5 pontos).



Dados

Equações constitutivas para um material ortótropo (onde 1, 2 e 3 se referem às direções principais de propriedades do material):

$$\varepsilon_1 = +\frac{1}{E_1} \cdot \sigma_1 - \frac{\nu_{21}}{E_2} \cdot \sigma_2 - \frac{\nu_{31}}{E_3} \cdot \sigma_3$$

$$\varepsilon_2 = -\frac{\nu_{12}}{E_1} \cdot \sigma_1 + \frac{1}{E_2} \cdot \sigma_2 - \frac{\nu_{32}}{E_3} \cdot \sigma_3$$

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA AERONÁUTICA

Concurso: CP-CEM/2013

Continuação da 9ª questão

$$\varepsilon_3 = -\frac{\nu_{13}}{E_1} \cdot \sigma_1 - \frac{\nu_{23}}{E_2} \cdot \sigma_2 + \frac{1}{E_3} \cdot \sigma_3$$

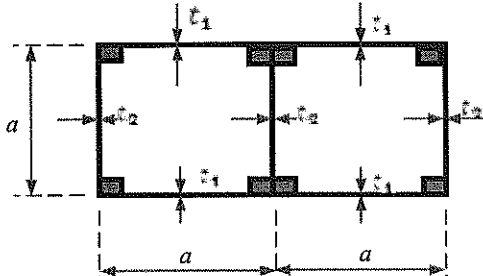
Continuação da 9ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA AERONÁUTICA

Concurso: CP-CEM/2013

10ª QUESTÃO (8 pontos)

A figura abaixo ilustra uma seção idealizada de uma estrutura, de dimensões $a \times 2a$ (onde $a = 500 \text{ mm}$), formada por chapas de pequena espessura e reforçadores longitudinais.



Considere:

- (i) cada reforçador possui área $A_r = 40 \text{ mm}^2$ (note que há um total de oito reforçadores no conjunto, sendo quatro em cada célula);
- (ii) as chapas horizontais têm espessura $t_1 = 2,5 \text{ mm}$;
- (iii) as chapas verticais têm espessura $t_2 = 2 \text{ mm}$ e
- (iv) o conjunto é submetido unicamente a um momento de torção de intensidade $T = 50 \text{ kN.m}$.

- a) Determine os fluxos de cisalhamento nas células indicadas. (4 pontos)
- b) Determine a máxima tensão de cisalhamento e seu local de ocorrência. (4 pontos).

Obs.: considere na solução que seja válida a hipótese de linearidade geométrica.

Dados:

Fórmulas de Bredt $T = 2qA$

Fluxo de cisalhamento $q = \tau \cdot t$

τ - Tensão de cisalhamento

t - Espessura da parede

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA AERONÁUTICA

Concurso: CP-CEM/2013

Continuação da 10ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA AERONÁUTICA

Concurso: CP-CEM/2013