

MARINHA DO BRASIL  
SERVIÇO DE SELEÇÃO DO PESSOAL DA MARINHA

CONCURSO PÚBLICO PARA INGRESSO NO CORPO DE ENGENHEIROS DA  
MARINHA (CP-CEM/2021)

**ENGENHARIA AERONÁUTICA**

**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 noutra 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.

**NÃO DESTACAR A PARTE INFERIOR**

RUBRICA DO PROFESSOR	ESCALA DE	NOTA			USO DO SSPM		
	000 A 080						

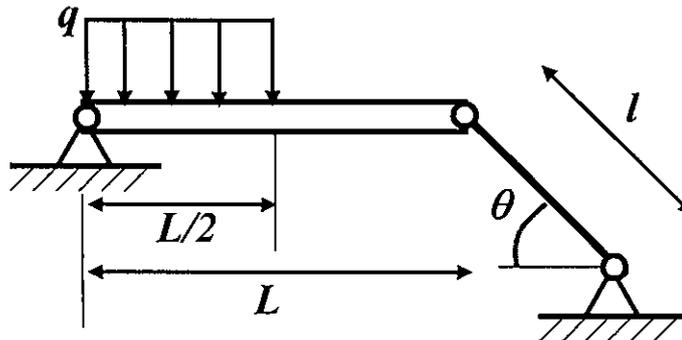
CAMPOS PREENCHIDOS PELOS CANDIDATOS	CONCURSO: CP-CEM/2021									
	NOME DO CANDIDATO:									
	Nº DA INSCRIÇÃO		DV	ESCALA DE	NOTA			USO DO SSPM		
			000 A 080							

CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS (VALOR: 80 PONTOS)

1ª QUESTÃO (8 pontos)

Considere a estrutura mostrada na figura abaixo. A viga horizontal está simplesmente apoiada em uma extremidade e na outra ligada por um pino a uma barra. A viga tem comprimento  $L$  e a barra  $l$ . A viga está sujeita a um carregamento uniforme  $q$  ao longo de metade de seu comprimento como mostrado na figura. A barra está inclinada em  $45^\circ$ , sendo assim, faça o que se pede.

- Calcule as reações de apoio e as forças de ação e reação no vínculo entre a viga e a barra. (4 pontos)
- Esboce os diagramas de momento fletor, esforço cortante e carga axial na viga. (4 pontos)



Continuação da 1ª questão

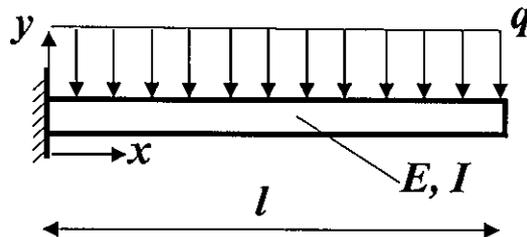
Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA AERONÁUTICA

Concurso: CP-CEM/2021

2ª QUESTÃO (8 pontos)

Considere a viga engastada, uniforme, com módulo de elasticidade  $E$ , momento de inércia  $I$  e comprimento  $l$ , sujeita a um carregamento uniformemente distribuído de magnitude  $q$ , como indicado na figura abaixo. Sendo assim, determine:

- as reações de apoio e distribuição de momentos ao longo da viga; (2 pontos)
- a linha elástica  $v(x)$  da viga ao longo da direção  $y$ ; (4 pontos)
- o momento e deflexão máxima da viga. (2 pontos)



Continuação da 2ª questão

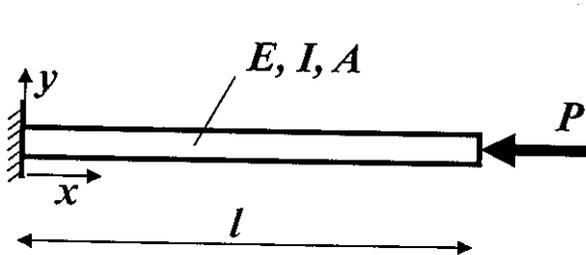
Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA AERONÁUTICA

Concurso: CP-CEM/2021

3ª QUESTÃO (8 pontos)

Considere uma viga uniforme de comprimento  $l$ , módulo de elasticidade  $E$ , módulo de inércia  $I$  e área da seção transversal  $A$ , engastada em uma extremidade e sujeita a uma carga axial compressiva  $P$ , conforme mostra a figura abaixo. Calcule a carga crítica de flambagem obedecendo ao roteiro abaixo.

- Calcule a distribuição de momentos na viga na condição deformada. (1 ponto)
- Monte a equação diferencial de equilíbrio e condições de contorno. (2 pontos)
- Resolva a equação diferencial. (1 pontos)
- Calcule os autovalores da equação. (2 pontos)
- Calcule a carga crítica de flambagem. (2 pontos)



Dados:  $EI \frac{d^2v(x)}{dx^2} = -M(x)$

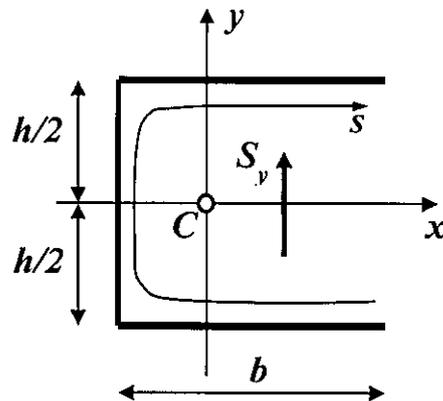
Continuação da 3ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA AERONÁUTICA

Concurso: CP-CEM/2021

4ª QUESTÃO (8 pontos)

Considere a viga de parede fina com espessura constante igual a  $t$ , de altura  $h$  e largura  $b$  mostrada na figura abaixo. Os eixos  $x$  e  $y$  passam pelo centroide da seção. A viga está sujeita apenas a uma força cortante  $S_y$ . Calcule a distribuição do fluxo de cisalhamento nas paredes.



Dados: Se a seção for simétrica em relação ao eixo  $x$  ou  $y$ , então  $I_{xy} = 0$  e:

$$q(s) = -\frac{S_x}{I_{yy}} \int_0^s t x ds - \frac{S_y}{I_{xx}} \int_0^s t y ds$$

Continuação da 4ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA AERONÁUTICA

Concurso: CP-CEM/2021

5ª QUESTÃO (8 pontos)

Uma aeronave possui envergadura de 6 m, carregamento elíptico e área do planiforme da asa de  $4\text{m}^2$ . A aeronave, com carga pesa  $1000\text{N}$  e mantém voo nivelado a uma velocidade de  $150\text{km/h}$ . A essa altitude, a massa específica do ar é  $1,1\text{ kg/m}^3$ .

Desprezando efeitos de fuselagem e empenagem e, considerando um aerofólio fino com  $C_l = 0,3$  quando  $(\alpha = 0)$ , determine o ângulo de ataque dessa aeronave.

Dados:

$$C_{l_{3D}} = \frac{C_{l_{2D}}}{1 + \frac{2}{RA}} \quad RA = \frac{b^2}{A} \quad \frac{dC_{l_{2D}}}{d\alpha} = 2\pi$$

onde  $b$  é a envergadura,  $A$  é a área do planiforme da asa.

Continuação da 5ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA AERONÁUTICA

Concurso: CP-CEM/2021

**6ª QUESTÃO (8 pontos)**

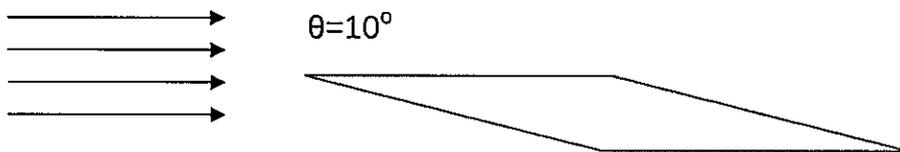
Considere o aerofólio imerso em um escoamento livre a  $Ma=2$ , com um ângulo de ataque de  $5^\circ$ . O aerofólio tem arestas iguais e corda igual a  $L$  e o ângulo menor entre as arestas é de  $10^\circ$ .

Com base nessas informações, faça o que se pede.

a) Diga se, nesse escoamento, surgirão ondas de choque. Se surgirem, desenhe esquematicamente essas ondas. (3 pontos)

b) Usando teoria linearizada de choques e expansões, calcule os coeficientes de sustentação e arrasto deste aerofólio nessa condição descrita. (5 pontos)

Direção do escoamento



Formulário:

$$Cp_s = \frac{2 \frac{dy}{dx}}{\sqrt{M^2 - 1}}$$

$$Cp_i = \frac{-2 \frac{dy}{dx}}{\sqrt{M^2 - 1}}$$

Continuação da 6ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA AERONÁUTICA

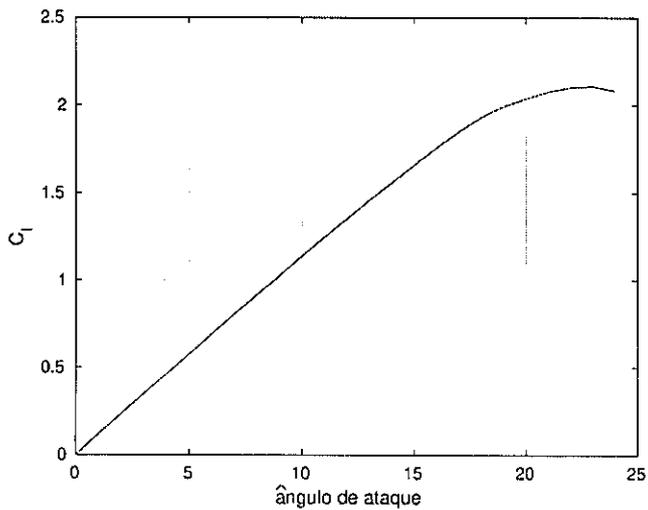
Concurso: CP-CEM/2021

7ª QUESTÃO (8 pontos)

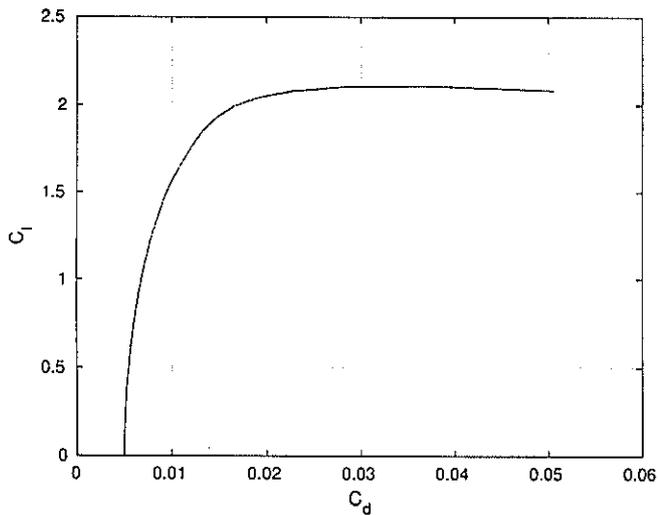
Considere as seguintes curvas para o aerofólio NACA0012 a  $Re=70$  milhões.

Desenhe, qualitativamente, essas curvas para  $Re=10$  milhões. Explique sua resposta.

a) (3 pontos)

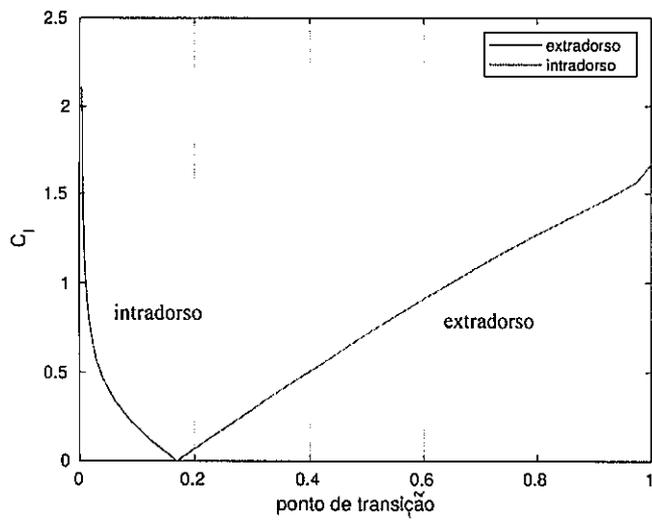


b) (3 pontos)



Continuação da 7ª questão

c) (2 pontos)



Continuação da 7ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA AERONÁUTICA

Concurso: CP-CEM/2021

**8ª QUESTÃO (8 pontos)**

Considere um aerofólio com linha de câmber dada por:

$$y = -0,1x(x-1)$$

Sendo assim, faça o que se pede.

- a) Calcule o câmber desse aerofólio. (3 pontos)
  
- b) Considerando as hipóteses da teoria de aerofólio fino, desenhe a linha de câmber de um outro aerofólio que possua o mesmo coeficiente de sustentação ( $C_l$ ), mas um menor valor absoluto de coeficiente de momento de arfagem ( $C_m$ ). Justifique a sua resposta. (3 pontos)
  
- c) Considerando as hipóteses da teoria de aerofólio fino, desenhe, qualitativamente, a linha de câmber de um aerofólio de uma asa voadora. (2 pontos)

Continuação da 8ª questão

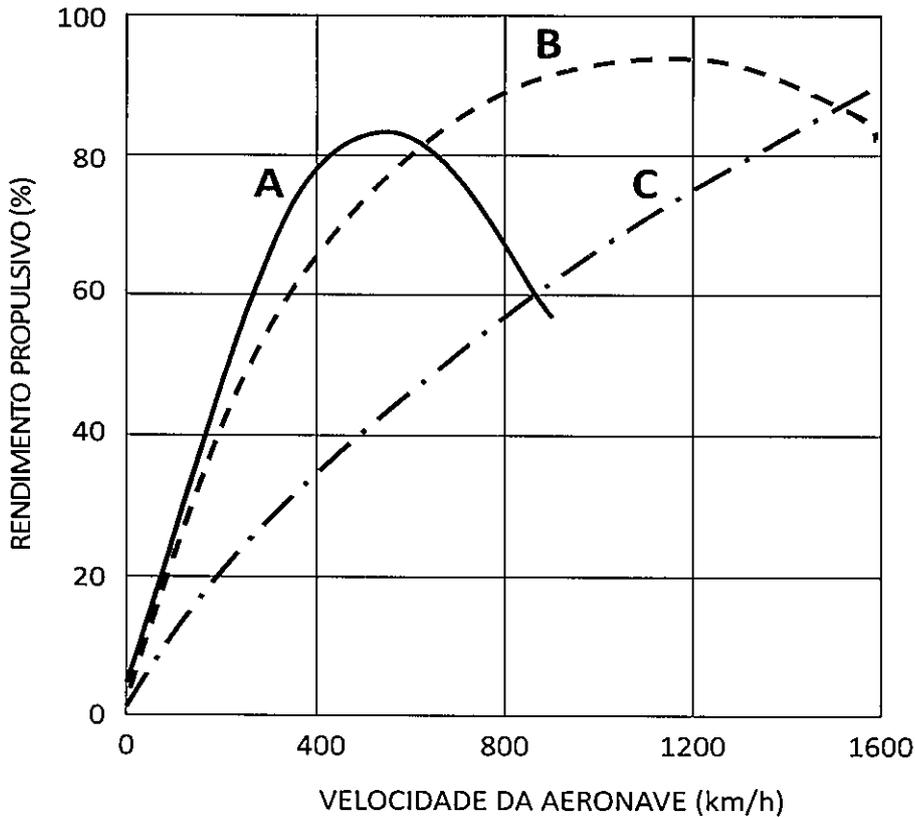
Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA AERONÁUTICA

Concurso: CP-CEM/2021

9ª QUESTÃO (8 pontos)

Com relação ao tipo de propulsão aeronáutica, faça o que se pede.

- a) Associe as curvas A, B e C de rendimento propulsivo aos três tipos de motores aeronáuticos: turbojato, turboprop e turbofan. (2 pontos)



- b) Apresente as fontes geradoras de empuxo em um motor turbofan. (2 pontos)
- c) Explique a diferença entre motores turbofan de alta e de baixa derivação. (2 pontos)
- d) Com relação aos motores turbofan e turbojato, indique aquele que produz maior empuxo estático. Justifique. (2 pontos)

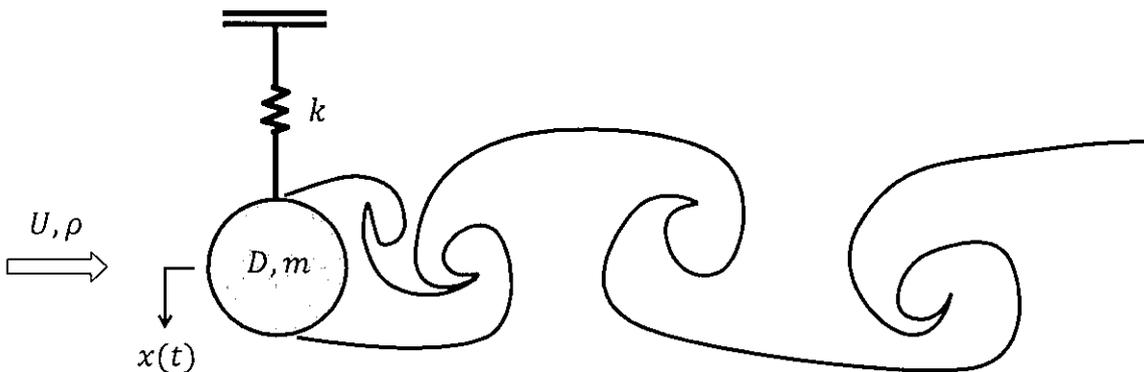
Continuação da 9ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA AERONÁUTICA

Concurso: CP-CEM/2021

10ª QUESTÃO (8 pontos)

Uma barra maciça de alumínio (de massa específica  $\rho_c$ ), longa e de seção transversal circular com diâmetro  $D = 10\text{cm}$  é exposta ao escoamento transversal de ar (de massa específica  $\rho$  e viscosidade cinemática  $\mu$ ) com velocidade  $U = 50\text{m/s}$ , como indicado na figura.



A barra desenvolverá vibrações induzidas por vórtices com movimento  $x(t)$  transversal ao escoamento incidente. O sistema pode ser modelado como um sistema dinâmico não amortecido de um grau de liberdade com massa  $m = 10\text{kg}$  e rigidez representada pela constante de mola  $k$ . Sabendo que o número de Strouhal é igual a 0,2 para um cilindro nessa faixa de número de Reynolds, faça o que se pede.

- Determine a frequência (em Hz) da emissão de vórtices na esteira do cilindro que excita o movimento transversal do cilindro. (3 pontos)
- Nas condições especificadas no enunciado e considerando  $\rho_c \gg \rho$ , indique o valor de  $k$  para que a amplitude da resposta transversal  $x(t)$  do cilindro seja máxima. (5 pontos)

Continuação da 10ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA AERONÁUTICA

Concurso: CP-CEM/2021









