

MARINHA DO BRASIL
SERVIÇO DE SELEÇÃO DO PESSOAL DA MARINHA

CONCURSO PÚBLICO PARA INGRESSO NO CORPO DE ENGENHEIROS DA
MARINHA (CP-CEM/2022)

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 E RÉGUA SIMPLES.

NÃO DESTACAR A PARTE INFERIOR

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

CAMPOS PREENCHIDOS PELOS CANDIDATOS	CONCURSO: CP-CEM/2022					
	NOME DO CANDIDATO:					
	Nº DA INSCRIÇÃO		DV	ESCALA DE	NOTA	
			000 A 080			

CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS (VALOR: 80 PONTOS)

1ª QUESTÃO (8 pontos)

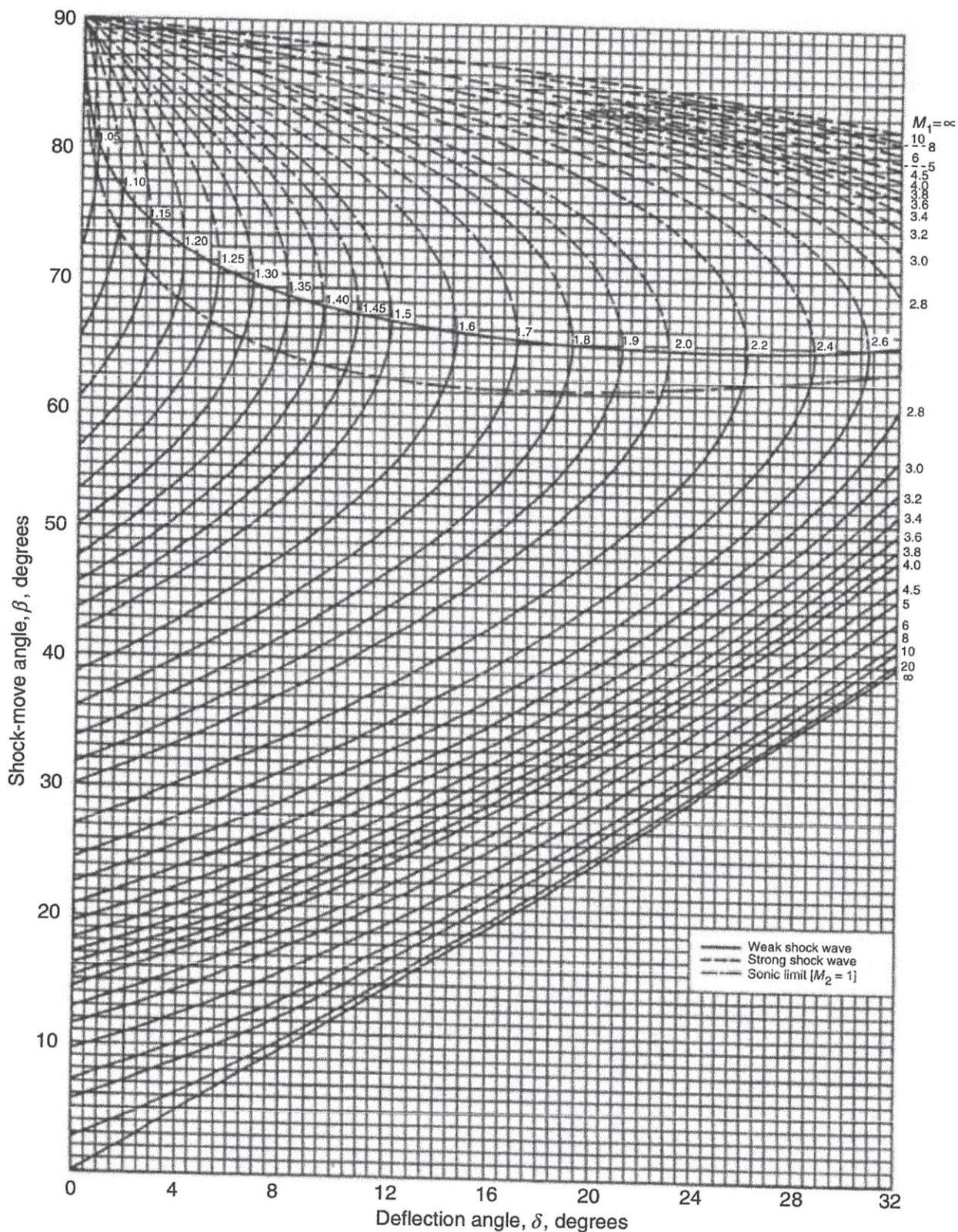
Em um túnel de vento supersônico uma cunha bidimensional pode ser utilizada para se determinar o número de Mach. A cunha tem ângulo incluído (ângulo entre as duas paredes) de 8° . Sobre os dois lados da cunha se formam dois choques colados a ela, e o ângulo interno entre os choques é de 96° .

Sendo assim, de acordo com os dados apresentados, responda os itens a seguir.

a) Qual o número de Mach deste escoamento? (4 pontos)

b) Normalmente o choque é medido por meio da visualização do choque, por um método ótico conhecido como Schlieren. Para boa precisão, é ideal que o choque seja reto. Nesse caso, qual o menor número de Mach que se poderia medir com boa precisão? (4 pontos)

Continuação da 1ª questão



Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
 Profissão: ENGENHARIA AERONÁUTICA

Concurso: CP-CEM/2022

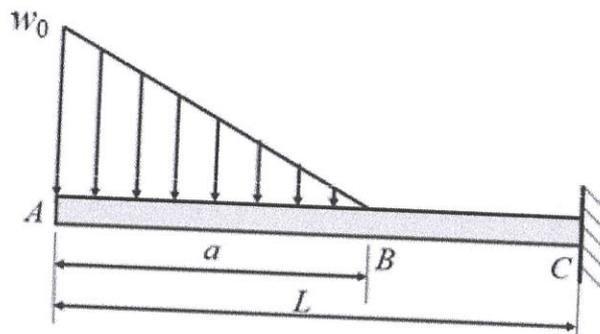
Continuação da 1ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA AERONÁUTICA

Concurso: CP-CEM/2022

2ª QUESTÃO (8 pontos)

Esboce os diagramas de força cortante e momento fletor para a viga em balanço mostrada na figura abaixo.



Continuação da 2ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA AERONÁUTICA

Concurso: CP-CEM/2022

3ª QUESTÃO (8 pontos)

Considere um aerofólio fino, com linha de câmber dada por $y=0,05x(x-b)(x-1)$, e faça o que se pede nos itens a seguir.

Formulário

$$C_L = 2\pi \left(\alpha + A_0 + \frac{A_1}{2} \right)$$

$$C_{MLE} = \frac{-\pi}{2} \left(\alpha + A_0 + A_1 - \frac{A_2}{2} \right)$$

$$A_0 = \frac{-1}{\pi} \int_0^\pi \frac{dy}{dx} d\theta$$

$$A_n = \frac{2}{\pi} \int_0^\pi \frac{dy}{dx} \cos(n\theta) d\theta$$

$$x = \frac{1}{2} (1 - \cos(\theta))$$

- a) Calcule b para que o aerofólio tenha $C_L=0,5$ a 2° de ângulo de ataque. (5 pontos)
- b) Defina o que é centro de pressão e como ele pode ser calculado em função do coeficiente de sustentação (C_L) e do coeficiente de momento em relação ao bordo de ataque do aerofólio (C_{MLE}). (3 pontos)

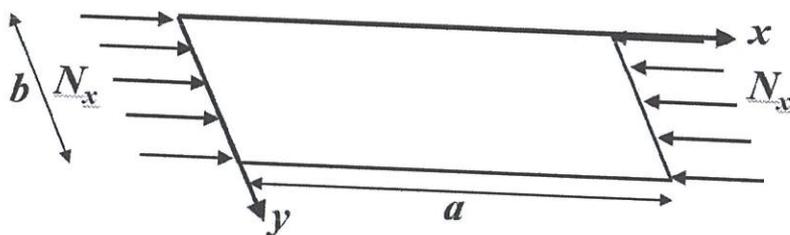
Continuação da 3ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA AERONÁUTICA

Concurso: CP-CEM/2022

4ª QUESTÃO (8 pontos)

Considere uma placa fina de espessura t , simplesmente apoiada, com razão de aspecto $a/b = 2$, sujeita a um carregamento compressivo na direção x igual a N_x , conforme mostra a figura abaixo. O material tem módulo de elasticidade E e coeficiente de Poisson ν . Por questões de resistência, o valor máximo admissível para N_x é igual a $N_{x,adm}$.



Dados:

$$N_{x,crit} = \frac{\pi^2 D}{b^2} \left(\frac{mb}{a} + \frac{n^2 a}{mb} \right)^2$$

$$D = \frac{Et^3}{12(1-\nu^2)}$$

Sendo assim, de acordo com os dados apresentados, determine:

- o valor crítico de N_x para flambagem, em função de D e b ; e (6 pontos)
- o valor da rigidez à flexão D , em função de b e $N_{x,adm}$, para que o valor crítico de flambagem seja igual a $N_{x,adm}$. (2 pontos)

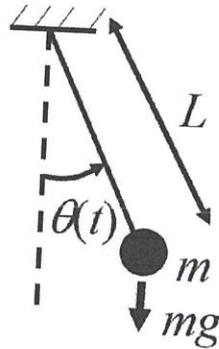
Continuação da 4ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA AERONÁUTICA

Concurso: CP-CEM/2022

5ª QUESTÃO (8 pontos)

Considere o pêndulo simples, sem atrito no vínculo, sujeito à força peso da massa m , sustentado por um fio inextensível de comprimento L e sem massa, conforme apresentado na figura abaixo.



De acordo com os dados apresentados, faça o que se pede nos itens a seguir.

- Deduza a equação do movimento do sistema considerando pequenos ângulos de oscilação. (4 pontos)
- Para a condição inicial $\theta(0) = \theta_0$ e velocidade angular inicial nula, calcule a solução da equação do movimento resultante. (4 pontos)

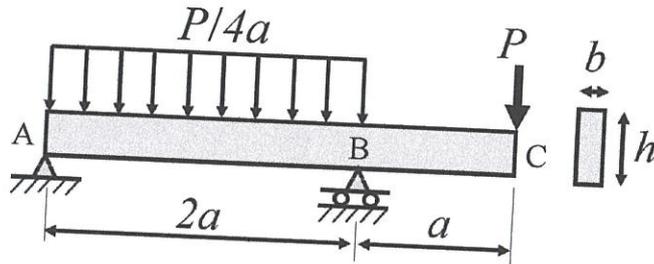
Continuação da 5ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA AERONÁUTICA

Concurso: CP-CEM/2022

6ª QUESTÃO (8 pontos)

Uma viga AC de madeira, com comprimento $3a$, com um vão AB de $2a$, deve ser projetada para suportar as forças distribuídas e concentradas e com as condições de apoio mostradas na figura abaixo.



Sabendo que será utilizada madeira com altura h e largura b e uma tensão admissível de σ_{max} , determine:

- as reações de apoio e o diagrama de momento fletor; e (4 pontos)
- a altura h mínima necessária para que a viga não falhe. (4 pontos)

Continuação da 6ª questão

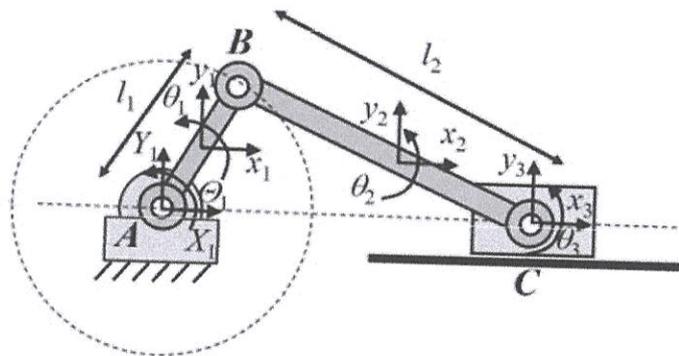
Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA AERONÁUTICA

Concurso: CP-CEM/2022

7ª QUESTÃO (8 pontos)

Considere o mecanismo apresentado na figura abaixo, nas quais os elos são todos rígidos e têm comprimentos l_1 e l_2 como indicado. O comprimento do elo 3 não é necessário. O centro de massa se localiza no centro geométrico de cada um, onde se localizam os respectivos sistemas de referência, que têm a mesma orientação do sistema de referência inercial. Os deslocamentos dos elos em relação ao referencial inercial são (x_i, y_i, θ_i) onde $i = 1, 2, 3$ e o sistema de referência inercial está indicado por (X_i, Y_i, Θ_i) na figura.

Sendo assim, de acordo com os dados apresentados, responda o que se pede nos itens abaixo.



- Classifique as juntas A, B e C do mecanismo e quantos graus de liberdade elas restringem. (2 pontos)
- Quantos graus de liberdade tem o mecanismo? Justifique. (2 pontos)
- Liste as restrições de cada junta em termos das coordenadas da origem dos sistemas de referência de cada elo (x_i, y_i, θ_i) . (4 pontos)

Continuação da 7ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA AERONÁUTICA

Concurso: CP-CEM/2022

Continuação da 7ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA AERONÁUTICA

Concurso: CP-CEM/2022

8ª QUESTÃO (8 pontos)

Em relação à mecânica da fratura, faça o que se pede nos itens abaixo.

- a) Descreva o conceito de projeto *safe-life*. (2 pontos)

- b) Descreva o conceito de projeto *fail-safe*. (2 pontos)

- c) Compare os dois conceitos acima em termos de custo, segurança e minimização de massa. (4 pontos)

Continuação da 8ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA AERONÁUTICA

Concurso: CP-CEM/2022

9ª QUESTÃO (8 pontos)

Observe a figura abaixo.

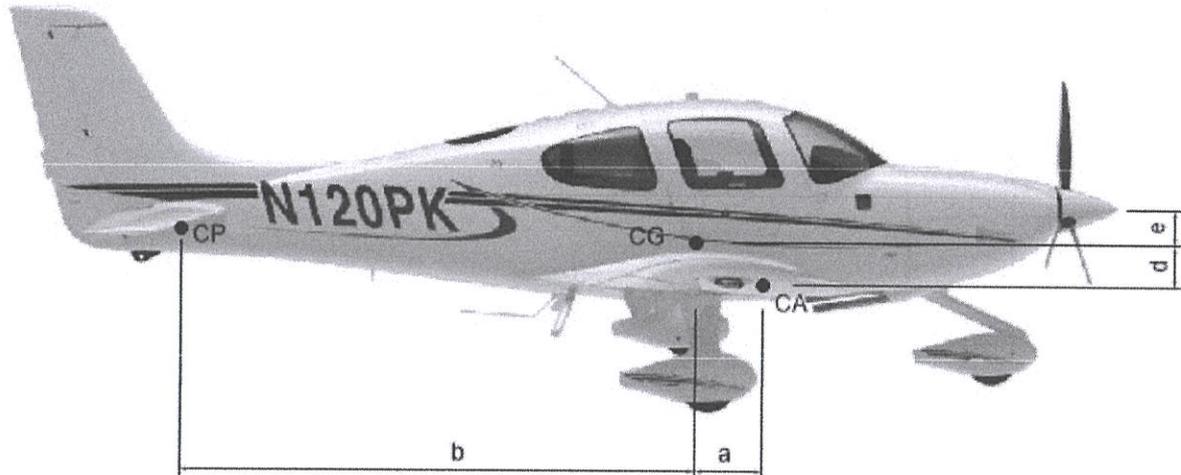


Figura 1: Dimensões da aeronave

A pequena aeronave da Figura 1, classificada como categoria normal, tem peso máximo de decolagem de 1384 kg (1 lbf=4,448 N). São apresentadas as posições aproximadas do centro de gravidade CG , do centro aerodinâmico CA da aeronave completa e do centro de pressão CP da empenagem horizontal da aeronave, com as seguintes dimensões:

$$a = 1 \text{ ft } 8 \text{ in}$$

$$b = 12 \text{ ft}$$

$$d = 11 \text{ in}$$

$$e = 10 \text{ in}$$

$$S = 200 \text{ sq ft}$$

$$\bar{c} = 30 \text{ in}$$

onde S é a área alar e \bar{c} a corda média da asa. As demais características da aeronave são apresentadas na Tabela 1.

Continuação da 9ª questão

PERFORMANCE	Takeoff	1,478 ft	451 m
	Climb Rate	828 ft/min	4.2 m/sec
	Max Operating Altitude	17,500 ft	5,334 m
	Stall Speed with Flaps	56 KCAS	56 KCAS
	Max Cruise Speed	155 KTAS	155 KTAS
	Landing Groundroll	853 ft	260 m
ENGINE	Manufacturer	Continental	
	Model	IO-360-ES	
	Horsepower	200	
DIMENSIONS	Wingspan	38 ft 4 in	11.68 m
	Length	26 ft	7.92 m
	Height	8 ft 11 in	2.7 m
	Cabin Width	49 in	124 cm
	Cabin Height	50 in	127 cm
		US STANDARD	METRIC

Tabela 1: características de desempenho da aeronave

As características aerodinâmicas da asa e da empenagem horizontal são apresentadas na Figura 2.

AERODYNAMIC CHARACTERISTICS OF AIRFOILS WITH FLAPS

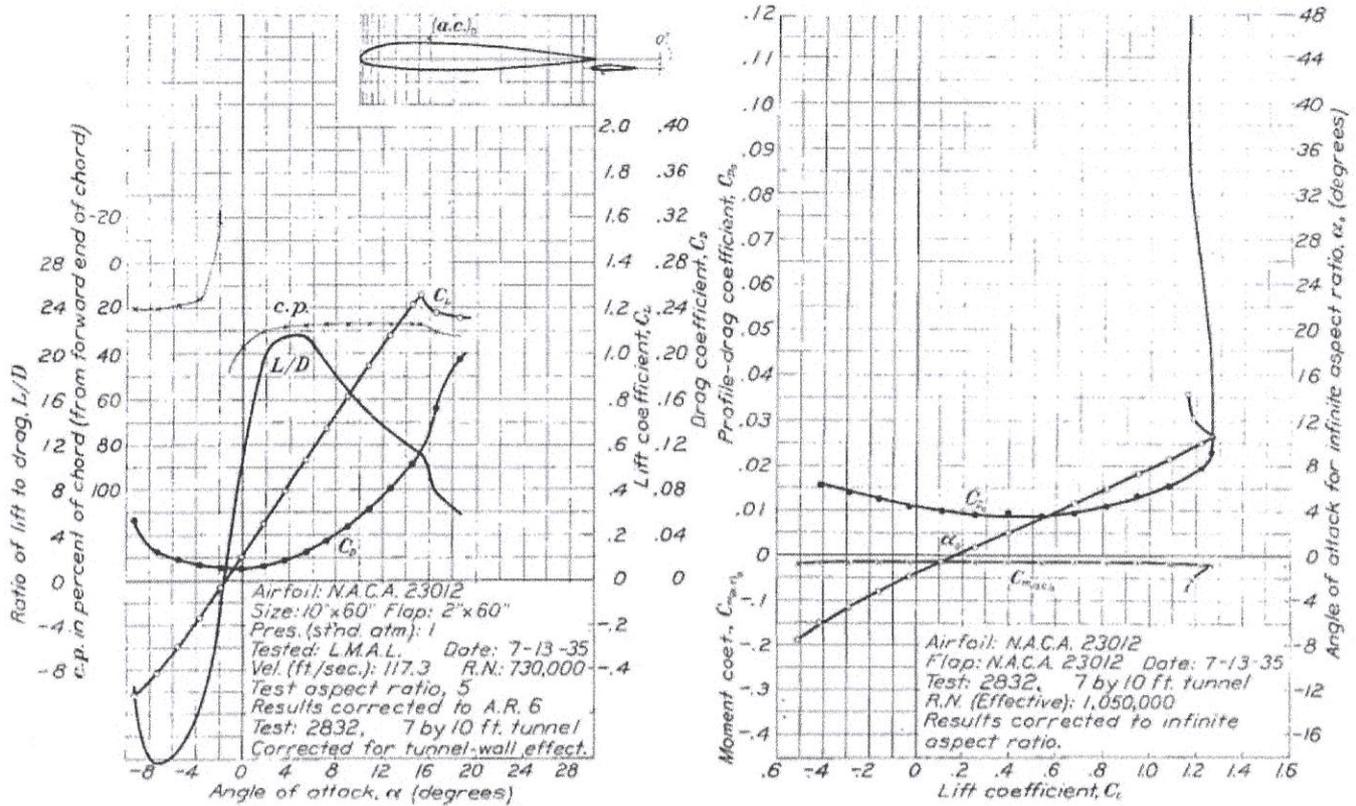


FIGURE 7.—The N. A. C. A. 23012 airfoil with 0.20c N. A. C. A. 23012 external-airfoil flap. Flap angle, 0°. The airfoil is the same as used for test 2831-a (fig. 6) except the flap setting. The value of $C_{m_{(a,c)_0}}$ is computed about the aerodynamic center used for test 2831-a.

Figura 2: Curvas dos Coeficientes Aerodinâmicos

A aeronave encontra-se em voo nivelado e equilibrado, em velocidade máxima de cruzeiro, $V_c = 155$ KTAS (1 KTAS = 1,852 km/h), próximo ao nível do mar, onde a velocidade do som vale 340 m/s e a densidade do ar $1,2 \text{ kg/m}^3$.

Sabe-se que a aeronave foi homologada pelo FAR 23, devendo atender ao seguinte requisito:

Continuação da 9ª questão

§ 23.337 Limit maneuvering load factors.

a) The positive limit maneuvering load factor n may not be less than

- (1) $2.1 + (24,000 / (W + 10,000))$ for normal and commuter category airplanes, where W = design maximum takeoff weight, except that n need not be more than 3.8;
- (2) 4.4 for utility category airplanes; or
- (3) 6.0 for acrobatic category airplanes.

b) The negative limit maneuvering load factor may not be less than

- (1) 0.4 times the positive load factor for the normal utility and commuter categories; or
- (2) 0.5 times the positive load factor for the acrobatic category.
- (3) Maneuvering load factors lower than those specified in this section may be used if the airplane has design features that make it impossible to exceed these values in flight.

No FAR 23 é utilizada a notação e o sistema de unidades prático inglês. Adotar o valor de 10 m/s^2 para aceleração da gravidade. Adotar a velocidade de mergulho como sendo 25% superior à máxima velocidade de cruzeiro.

Assim, de acordo com os dados apresentados, faça o que se pede nos itens a seguir.

a) Esboçar o envelope de manobra $V_x n$ da aeronave. (4 pontos)

b) Determine a sustentação da asa, L , e da empenagem horizontal, P , a força de arrasto D e o empuxo E , para manter o voo equilibrado e nivelado. (4 pontos)

Continuação da 9ª questão

Formulário:

$$L = \frac{1}{2} \rho C_L S v^2$$

$$D = \frac{1}{2} \rho C_D S v^2$$

$$M_0 = \frac{1}{2} \rho C_{M,0} S \bar{c} v^2$$

Continuação da 9ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA AERONÁUTICA

Concurso: CP-CEM/2022

10ª QUESTÃO (8 pontos)

Considere uma asa de razão de aspecto igual 8. A seção de asa é um aerofólio simétrico com $\frac{dC_L}{d\alpha} = 2\pi$. A asa encontra-se em um ângulo de ataque que fornece $C_L = 0,4$ e $C_D = 0,015$.

De acordo com os dados, e considerando os fatores de arrasto induzido (δ) e de inclinação da curva $C_L \times \alpha$ (τ) iguais a 0,1, quais seriam o C_L e o C_D , neste mesmo ângulo de ataque, se a razão de aspecto fosse 12? (8 pontos)

Formulário

$$C_{Di} = \frac{C_L^2}{\pi AR} (1 + \delta) \qquad \frac{dC_L}{d\alpha} = \frac{a_0}{1 + \frac{a_0}{\pi AR} (1 + \tau)}$$

a_0 é o coeficiente angular da curva $C_L \times \alpha$ para placa plana infinita.

Continuação da 10ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA AERONÁUTICA

Concurso: CP-CEM/2022

Continuação da 10ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA AERONÁUTICA

Concurso: CP-CEM/2022







