



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE

CONCURSO PÚBLICO DE PROVAS E TÍTULOS PARA O PROVIMENTO DE CARGO DE PROFESSOR DO MAGISTÉRIO SUPERIOR NAS CLASSES ADJUNTO-A, ASSISTENTE-A E AUXILIAR
EDITAL Nº 101/2021-PROGESP

HIPERSÔNICA E MATEMÁTICA

Leia estas instruções:

1	Informe seu nome nos dois espaços indicados na parte inferior desta capa. Ao finalizar sua prova, as duas partes onde constam seu nome e o código numérico serão destacadas pelo fiscal. Uma parte será entregue a você e a outra será guardada em um envelope que será lacrado no fim da aplicação.
2	Em atendimento ao Art. 18 da Resolução nº 150/2019-CONSEPE, sua prova será identificada unicamente por esse código numérico, gerado por sorteio na ocasião da impressão da prova.
3	Quando o Fiscal autorizar, verifique se o Caderno está completo e sem imperfeições gráficas que impeçam a leitura. Detectado algum problema, comunique-o, imediatamente, ao Fiscal.
4	Este caderno contém dez questões discursivas, cujas respostas serão avaliadas considerando-se apenas o que estiver escrito no espaço reservado para o texto definitivo. Para rascunho, utilize as folhas fornecidas pelo fiscal destinadas a esse fim.
5	Escreva de modo legível, pois dúvida gerada por grafia ou rasura implicará redução de pontos.
6	Interpretar as questões faz parte da avaliação, portanto não peça esclarecimentos aos fiscais.
7	A prova escrita deverá ser respondida com caneta esferográfica de tinta preta, sob pena de eliminação no concurso.
8	Os rascunhos e as marcações que você fizer neste Caderno não serão considerados para efeito de avaliação.
9	Você dispõe de, no máximo, quatro horas para redigir as respostas das questões discursivas no espaço definitivo deste caderno.
10	Antes de se retirar definitivamente da sala, devolva ao Fiscal este Caderno .



Corte aqui

VIA DO ENVELOPE DE SEGURANÇA

Informe seu nome completo: _____



Corte aqui

VIA DO CANDIDATO

Informe seu nome completo: _____

COMPROVANTE DO TEMA SORTEADO PARA A PROVA DIDÁTICA

Concurso Público para Professor do Magistério Superior – Edital nº 101/2021-PROGESP

ÁREA: HIPERSÔNICA E MATEMÁTICA

NOME DO CANDIDATO: _____

TEMA SORTEADO: ____ (_____) - Preenchido pelo chefe de sala

CHEFE DE SALA: _____

FISCAL: _____

Questão 1 (1,0 Ponto)

Parametrize, no sentido horário, a curva do plano xy dada pela equação $x^2 - 4x + 2y^2 = 0$. Em seguida, determine o vetor unitário tangente à curva no ponto de coordenadas $(2, \sqrt{2})$.

Espaço destinado à Resposta da Questão 1

Fim do Espaço destinado à Resposta da Questão 1

Questão 2 (1,0 Ponto)

Considere a função $f(x)$ dada por: $f(x) = \frac{u(x) \cdot v(x)}{[r(x)]^{1/2} [s(x)]^{5/3}}$.

Determine a expressão para a função $f'(x) = \frac{df}{dx}$.

Espaço destinado à Resposta da Questão 2

Fim do Espaço destinado à Resposta da Questão 2

Questão 3 (1,0 Ponto)

Considere a função real $y = f(x)$ definida no intervalo $I = [a, b]$. Explique, com palavras e equações, como podemos calcular:

- A)** O comprimento da curva no intervalo I ;
- B)** O volume do sólido de revolução obtido girando-se a curva em torno do eixo x .

Espaço destinado à Resposta da Questão 3

Fim do Espaço destinado à Resposta da Questão 3

Questão 4 (1,0 Ponto)

Considere que, sob condições especificadas com n observações, o consumo de combustível de uma aeronave possui distribuição normal com valor médio e desvio padrão conhecidos. Explique (com suas palavras, gráficos ou equações) o que é e como pode ser calculado o intervalo de confiança de 90% desta pesquisa.

Espaço destinado à Resposta da Questão 4

Fim do Espaço destinado à Resposta da Questão 4

Questão 5 (1,0 Ponto)

Considere a matriz

$$A = \begin{pmatrix} 2 & -4 & 3 \\ 4 & -6 & 3 \\ 3 & -3 & 0 \end{pmatrix}$$

- A)** Determine os autovalores e autovetores associados à matriz A ;
- B)** Diga, justificando, se a matriz A é diagonalizável;
- C)** Diga qual o autoespaço associado ao menor autovalor.

Espaço destinado à Resposta da Questão 5

Continua na próxima página

Continuação do espaço destinado à Resposta da Questão 5

Fim do Espaço destinado à Resposta da Questão 5

Questão 6 (1,0 Ponto)

Sabendo que \vec{F} é um campo vetorial de classe C^1 , que as curvas γ_1 e γ_2 (da Figura 1) são curvas de classe C^1

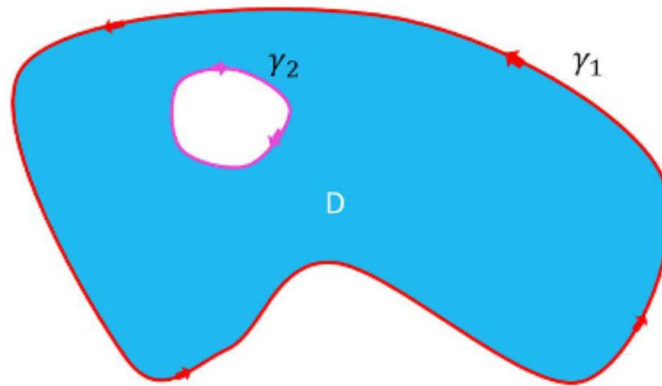


Figura 1:

Sabendo ainda que:

$$\oint_{\gamma_1} \vec{F} \cdot d\vec{r} = a$$

$$\oint_{\gamma_2} \vec{F} \cdot d\vec{r} = b$$

Determine o valor de:

$$\iint_D \left(\frac{\partial F_2}{\partial x} - \frac{\partial F_1}{\partial y} \right) dx dy$$

O ESPAÇO DESTINADO À RESPOSTA ESTÁ NA PRÓXIMA PÁGINA.

Espaço destinado à Resposta da Questão 6

Fim do Espaço destinado à Resposta da Questão 6

Questão 7 (1,0 Ponto)

Os fenômenos que regem o voo hipersônico podem ser descritos por meio das leis conservativas da Física: Conservação da Massa, Conservação da Quantidade de Movimento Linear e Conservação da Energia. Essas leis são expressas matematicamente pelas Equações da Continuidade, de Navier-Stokes e da Energia (1ª Lei da Termodinâmica), que são válidas para: meio contínuo, escoamento em regime permanente e transiente, fluido incompressível (velocidades subsônicas, número de Mach $\leq 0,3$), ou compressível (velocidades entre subsônica, número de Mach $> 0,3$, e hipersônica, número de Mach > 5), escoamento laminar ou turbulento, onde, em geral, a forças de campo, aquecimento volumétrico e difusão de massa são desprezíveis; portanto, não consideradas.

Considerando-se um elemento fluido infinitesimal, se movendo em um fluido, em coordenadas cartesianas (x, y, z) (Fig. 2), têm-se as Equações Diferenciais Parciais (EDPs) não lineares, na forma conservativa. As equações da Continuidade, da Quantidade de Movimento (Equações de Navier-Stokes) e da Energia são dadas por

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \left[\frac{\partial}{\partial x}(\rho u) + \frac{\partial}{\partial y}(\rho v) + \frac{\partial}{\partial z}(\rho w) \right] = 0 \quad (1)$$

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho u) + \frac{\partial}{\partial x}(\rho u^2 + p - \tau_{xx}) + \frac{\partial}{\partial y}(\rho u v - \tau_{yx}) + \frac{\partial}{\partial z}(\rho u w - \tau_{zx}) = 0 \quad (2)$$

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho v) + \frac{\partial}{\partial x}(\rho v u - \tau_{xy}) + \frac{\partial}{\partial y}(\rho v^2 + p - \tau_{yy}) + \frac{\partial}{\partial z}(\rho v w - \tau_{zy}) = 0 \quad (3)$$

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho w) + \frac{\partial}{\partial x}(\rho w u - \tau_{xz}) + \frac{\partial}{\partial y}(\rho w v - \tau_{yz}) + \frac{\partial}{\partial z}(\rho w^2 + p - \tau_{zz}) = 0 \quad (4)$$

$$\frac{\partial}{\partial t}(E_t) + \frac{\partial}{\partial x}[(E_t + p)u - q_x - u\tau_{xx} - v\tau_{xy} - w\tau_{xz}] + \quad (5)$$

$$\frac{\partial}{\partial y}[(E_t + p)v - q_y - u\tau_{yx} - v\tau_{yy} - w\tau_{yz}] + \frac{\partial}{\partial z}[(E_t + p)w - q_z - u\tau_{zx} - v\tau_{zy} - w\tau_{zz}] = 0$$

Sendo: ρ a massa específica do fluido; u , v , w as componentes da velocidade do escoamento; p a pressão; τ a tensão (normal e de cisalhamento) devido aos efeitos viscosos do fluido; E_t a energia total; q o fluxo de calor.

onde:

$$\tau_{xx} = \lambda(\nabla \cdot \vec{V}) + 2\mu \frac{\partial u}{\partial x} \quad \tau_{yy} = \lambda(\nabla \cdot \vec{V}) + 2\mu \frac{\partial v}{\partial y} \quad \tau_{zz} = \lambda(\nabla \cdot \vec{V}) + 2\mu \frac{\partial w}{\partial z} \quad (6)$$

Para fluido Newtoniano

$$\lambda = -\frac{2}{3}\mu$$

$$\tau_{xy} = \tau_{yx} = \mu \left(\frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x} \right)$$

$$\tau_{xz} = \tau_{zx} = \mu \left(\frac{\partial u}{\partial z} + \frac{\partial w}{\partial x} \right)$$

$$\tau_{yz} = \tau_{zy} = \mu \left(\frac{\partial w}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial z} \right)$$

$$\vec{V} = u \vec{i} + v \vec{j} + w \vec{k}$$

$$|\vec{V}| = \sqrt{u^2 + v^2 + w^2}$$

$$\nabla \cdot \vec{V} = \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z}$$

$$q_x = -k \frac{\partial T}{\partial x}$$

$$q_y = -k \frac{\partial T}{\partial y}$$

$$q_z = -k \frac{\partial T}{\partial z}$$

$$E_t = \rho \left(e + \frac{|\vec{V}|^2}{2} \right)$$

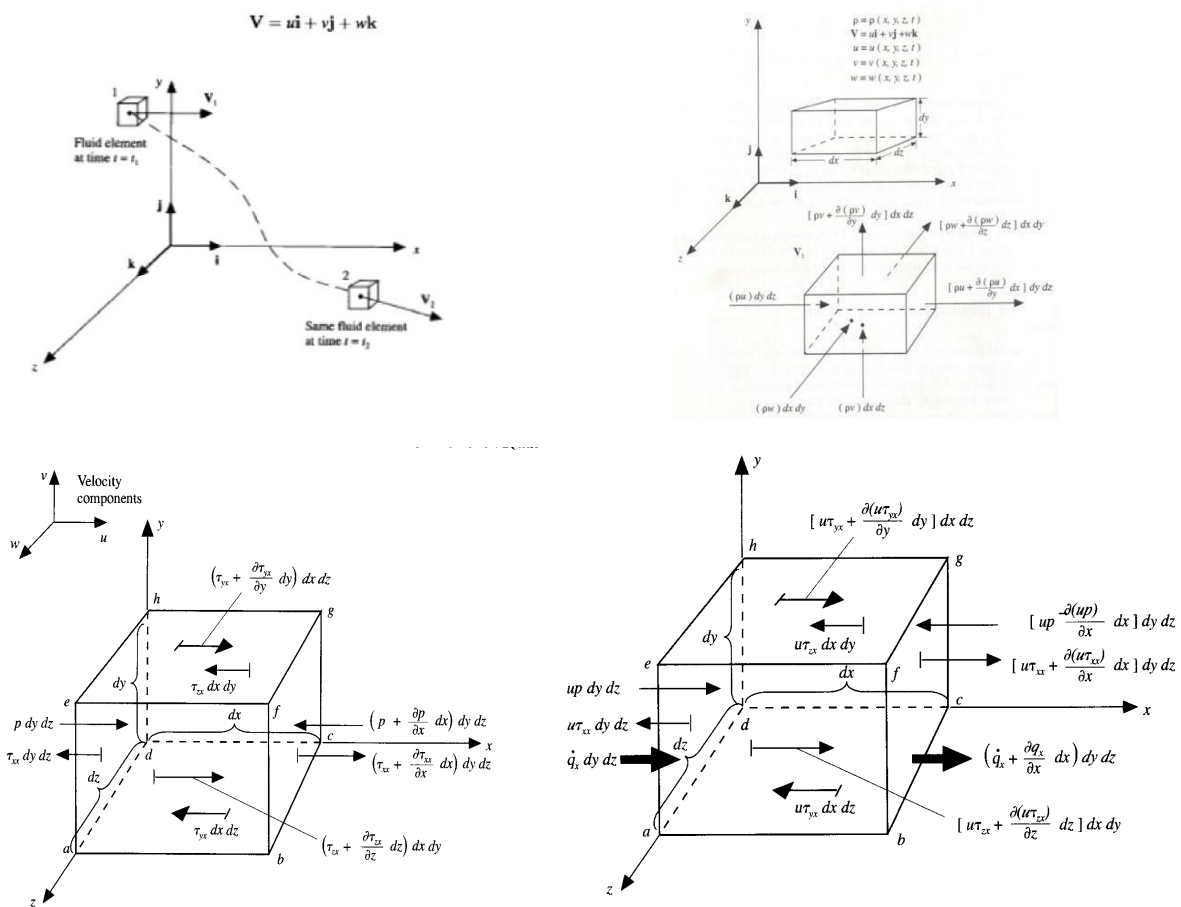


Figura 2: Elemento de fluido infinitesimal, se movendo no escoamento.

A) Quais as hipóteses a serem aplicadas às EDPs para obter as relações de uma onda de choque normal, que resulta em um sistema de 3 equações e 4 incógnitas dada por:

$$\rho_1 u_1 = \rho_2 u_2$$

$$p_1 + \rho_1 u_1^2 = p_2 + \rho_2 u_2^2 \tag{7}$$

$$h_1 + \frac{u_1^2}{2} = h_2 + \frac{u_2^2}{2}$$

B) Que consideração deve ser aplicada, ao conjunto das 3 equações e 4 incógnitas (Eq. 7), para obter as equações fechadas aplicáveis a escoamento que experimenta a existência de uma onda de choque normal, dadas por:

$$M_2^2 = \frac{1 + \frac{\gamma-1}{2} M_1^2}{\gamma M_1^2 - \frac{\gamma-1}{2}}$$

$$\frac{p_2}{p_1} = 1 + \frac{2\gamma}{(\gamma+1)} (M_1^2 - 1) \tag{8}$$

$$\frac{\rho_2}{\rho_1} = \frac{u_1}{u_2} = \frac{M_1^2(\gamma+1)}{[2 + (\gamma-1)M_1^2]}$$

$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{h_2}{h_1} = \frac{p_2}{\rho_2} = \left[1 + \frac{2\gamma}{(\gamma+1)} (M_1^2 - 1) \right] \left[\frac{2 + (\gamma-1)M_1^2}{M_1^2(\gamma+1)} \right] \frac{1}{\rho_1}$$

Onde os índices 1 e 2 significam, respectivamente, escoamento antes e após o estabelecimento da onda de choque normal.

Espaço destinado à Resposta da Questão 7

Continua na próxima página

Continuação do espaço destinado à Resposta da Questão 7

Fim do Espaço destinado à Resposta da Questão 7

Questão 8 (1,0 Ponto)

A combustão de um combustível com ar atmosférico pode ser analiticamente estimada utilizando a teoria de Rayleigh de escoamento unidimensional com adição de calor, porém sem adição de massa e considerando que a área transversal da câmara de combustão é constante.

Em um veículo aeroespacial integrado a sistema de propulsão hipersônica aspirada baseada em combustão supersônica (tecnologia scramjet), o ar atmosférico entra na câmara de combustão em velocidade supersônica com temperatura superior à temperatura de ignição do combustível. O combustível em velocidade sônica é injetado e misturado na corrente de ar atmosférico. Ambos, o combustível e o ar atmosférico, entram em combustão e os produtos da combustão atingem velocidade supersônica, próxima à velocidade sônica, na saída da câmara de combustão.

Nestas condições,

A) O que limita a quantidade de calor adicionado na câmara de combustão de um scramjet?

B) O que ocorre com a temperatura total e a pressão total, ao longo da câmara de combustão de um veículo scramjet, onde a temperatura total é dada pela equação abaixo?

$$T_{\text{total}} = \left(1 + \frac{\gamma - 1}{2} M^2 \right) T \quad (9)$$

Espaço destinado à Resposta da Questão 8

Continua na próxima página

Continuação do espaço destinado à Resposta da Questão 8

Fim do Espaço destinado à Resposta da Questão 8

Questão 9 (1,0 Ponto)

$$\operatorname{tg} \theta = 2 \cot \beta \left[\frac{M_1^2 \operatorname{sen}^2 \beta - 1}{M_1^2 (\gamma + \cos 2\beta) + 2} \right]$$

Explique, a partir da Figura 3, a curva de θ - β -Mach em relação ao posicionamento da onda de choque e das propriedades termodinâmicas, nas seguintes condições:

- A) θ menor que θ_{\max} , porém para choque fraco (weak shock), considerando $M_2 > 1$ (linha inferior tracejada);
- B) θ menor que θ_{\max} , porém para choque forte (strong shock), linha superior tracejada;
- C) θ maior que θ_{\max} .

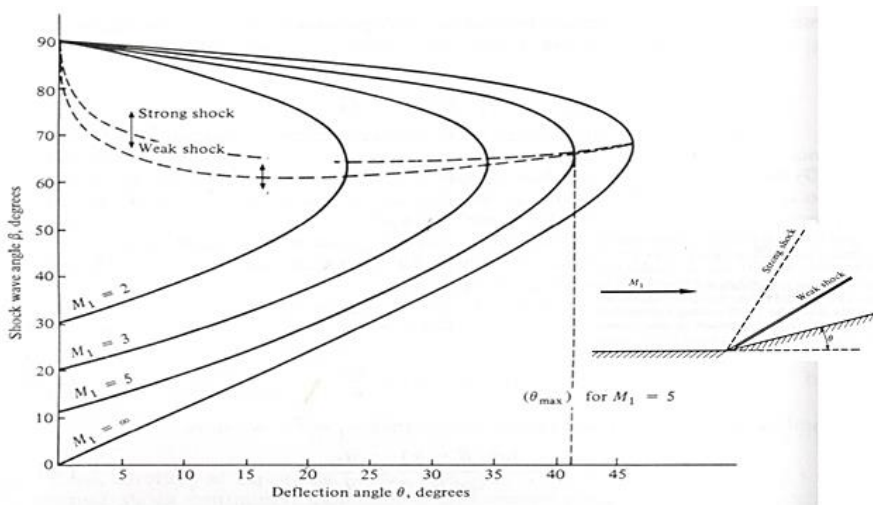


Figura 3

Espaço destinado à Resposta da Questão 9

Continua na próxima página

Continuação do espaço destinado à Resposta da Questão 9

Fim do Espaço destinado à Resposta da Questão 9

Questão 10 (1,0 ponto)

Comente a relação de área-velocidade $\frac{dA}{A} = (M^2 - 1) \frac{du}{u}$, considerando:

- A. $M \rightarrow 0$
- B. $0 \leq M < 1$
- C. $M = 1$
- D. $M > 1$

Espaço destinado à Resposta da Questão 10

Continua na próxima página

Continuação do espaço destinado à Resposta da Questão 10

Fim do Espaço destinado à Resposta da Questão 10
