**CONCURSO ITA 2025**
EDITAL: 01/ITA/2025
CARGO: PROFESSOR

PERFIL: MS-06

# CADERNO DE QUESTÕES

1. Esta prova tem duração de **4 (quatro) horas**.
2. Você poderá usar **apenas** caneta esferográfica de corpo transparente com tinta preta, lápis ou lapiseira, borracha, régua transparente simples e compasso. **É proibido portar qualquer outro material escolar ou equipamento eletrônico**.
3. Você recebeu este **caderno de questões e um caderno de respostas** que deverão ser devolvidos ao final do exame.
4. O caderno de questões é composto por **7 questões dissertativas**.
5. As **questões dissertativas devem ser respondidas exclusivamente no caderno de respostas**. Responda sequencialmente as questões, usando caneta preta.
6. **É obrigatória a devolução do caderno de questões e do caderno de respostas**, sob pena de desclassificação do candidato.
7. **Aguarde o aviso para iniciar a prova. Ao terminá-la, avise o fiscal e aguarde-o no seu lugar**.

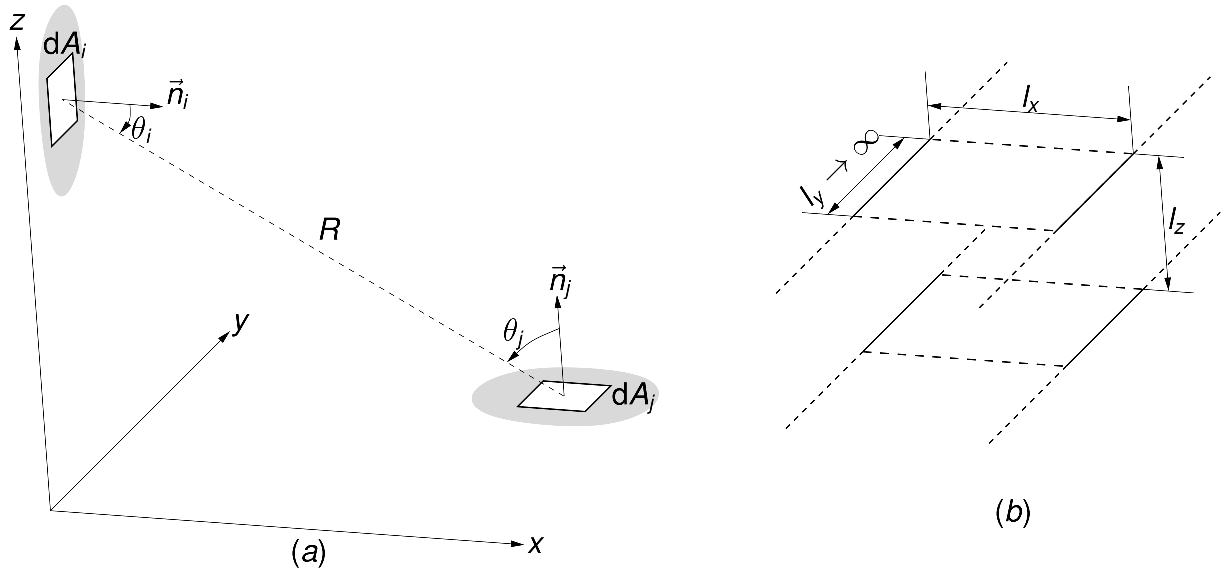


Figura 1: Fatores de vista entre superfícies.

**Questão 1.**

a) A Figura 1(a) apresenta a geometria para o cálculo do *fator de vista* para emissão de radiação entre dois elementos infinitesimais de uma superfície (de d$A_i$ para d$A_j$). O fator de vista das superfícies inteiras é calculado pela integral

$$F_{ij} = \frac{1}{A_i}\int_{A_i}\int_{A_j}\frac{\cos(\theta_i)\cos(\theta_j)}{\pi R^2}\,dA_i\,dA_j.$$

Utilize esta equação para calcular o fator de vista de uma superfície plana para ela mesma.

b) A equação abaixo calcula o fator de vista entre duas supefícies retangulares paralelas e alinhadas entre si, como mostrado na Figura 1(b):

$$F_{ij} = \frac{2}{\pi XY}\left\{\ln\left[\sqrt{\frac{(1+X^2)(1+Y^2)}{1+X^2+Y^2}}\right] + X\sqrt{1+Y^2}\arctan\left(\frac{X}{\sqrt{1+Y^2}}\right)\right.$$
$$\left. + Y\sqrt{1+X^2}\arctan\left(\frac{Y}{\sqrt{1+X^2}}\right) - X\arctan(X) - Y\arctan(Y)\right\}, X = \frac{l_x}{l_z}, Y = \frac{l_y}{l_z}.$$

Utilize o conceito de limite para encontrar a fórmula mais simples possível para o fator de vista entre duas placas infinitamente longas; esta função deve ter apenas operações algébricas (operações básicas, potenciação e radiciação), *sem funções transcedentes* (funções exponenciais, trigonométricas ou suas inversas).

c) Utilize a fórmula do item anterior para calcular o fator de vista de uma superfície de um prisma infinito de seção quatrilateral em relação à sua face oposta.

d) Utilize a *lei de Kirchhoff* para calcular o fator de vista de uma face do prisma quadrado em relação a uma face adjacente a ela.

e) Apresente as propriedades da matriz $[F_{ij}]$: simetria, traço e dominância da diagonal.

**Questão 2.** Num intervalo limitado de temperatura, a capacidade térmica a volume constante de um tipo particular de sistema é inversamente proporcional à sua temperatura.

a) Se o volume é constante, como a energia interna depende da temperatura?

b) Se dois sistemas idênticos a esse, com temperaturas iniciais $T_{10}$ e $T_{20}$, são colocados em contato, determine a temperatura final de equilíbrio e a variação da entropia do sistema.

c) O processo é reversível? Explique.

**Questão 3.** Seja um bastão cilíndrico de combustível nuclear, com comprimento $L$ e diâmetro $D$, que se encontra no interior de um tubo concêntrico. Água pressurizada escoa, com temperatura de entrada $T_{m,i}$, na região anular entre o bastão e o tubo a uma vazão $\dot{m}$. A superfície externa do tubo encontra-se bem isolada. Geração térmica ocorre no interior do bastão combustível e sabe-se que a taxa volumétrica de geração varia senoidalmente com a distância ao longo do bastão. Isto é, $q''_s(x) = q''_0 \sin\left(\frac{\pi x}{L}\right)$, onde $q''_0$ (W/m$^3$) é uma constante e $x$ é a distância a partir da entrada do tubo. Pode-se admitir um coeficiente de transferência de calor uniforme entre a superfície do bastão e a água.

a) Obtenha expressões para o fluxo térmico local e para a taxa de transferência de calor total do bastão combustível para a água.

b) Obtenha uma expressão para a variação da temperatura média $T_m(x)$ da água ao longo do tubo.

**Questão 4.** Um aquecedor elétrico cuja resistência é um fio extenso e homogêneo de raio $r_0 = 5$ mm é usado para aquecer o ar de uma sala pela passagem de corrente elétrica no fio. Calor é gerado no fio uniformemente a uma taxa de $5 \cdot 10^7$ W/m$^3$ como resultado da resistência que a corrente encontra. Considerando que a temperatura da superfície externa do fio permanece a 180°C, determine a temperatura a $r = 2$ mm depois de alcançadas as condições de operação permanente. Assuma que a condutividade térmica do fio é de 8 W/m K.

**Questão 5.** Considere uma cunha com abertura $\theta$ imersa em um escoamento supersônico (*Mach* $> 1$). Considerando o ângulo de ataque nulo para o objeto e um gás caloricamente perfeito obtenha uma expressão para o coeficiente de pressão, ($C_p$), na superfície da cunha em função do número de Mach do escoamento e da pressão superficial na cunha.

**Questão 6.** As componentes de velocidade em um escoamento plano transiente são dadas por

$$\begin{aligned} u &= \frac{x}{1+t}; \\ v &= \frac{2y}{2+t}. \end{aligned}$$

a) Encontre a expressão que descreve as linhas de corrente deste escoamento.

b) Dada a condição $\mathbf{x} = \mathbf{x_0}$ em $t = 0$, obtenha as expressões que descrevem as linhas de trajetória do escoamento.

**Questão 7.** Considerando que o campo de velocidades de um fluido incompressível é dado por

$$\begin{aligned} u &= a\left(x^2 - y^2\right); \\ v &= \text{desconhecido}; \\ w &= b, \end{aligned}$$

Considerando $a$ e $b$ constantes, responda às seguintes questões:

a) Utilizando a equação de conservação de massa, qual deve ser o valor da componente v da velocidade?

b) Considerando, agora, $b = 0$ por conveniência algébrica, determine sob quais condições esse escoamento representa uma solução da equação de momentum de Navier-Stokes.

c) Assumindo que essas condições são satisfeitas determine a distribuição de pressão resultante, considerando o fluido em um campo gravitacional, tal que a $g_x = 0$, $g_y = 0$, $g_z = -g$.