

EXERCÍCIO EXTRA 1**Escoamento hidráulico em tubulações e lei da viscosidade de Newton**

Considere o escoamento de um fluido com viscosidade μ e massa específica ρ no interior de uma tubulação de seção transversal circular. Adotando-se o sistema de coordenadas cilíndricas, sabe-se que o perfil radial de velocidades é parabólico. Trata-se de um escoamento unidimensional axial e completamente desenvolvido. A velocidade máxima do escoamento é U , r é o eixo radial e R é o raio da tubulação. Considere o fluido Newtoniano e incompressível.

- Esquematize o perfil de velocidade no interior da tubulação indicando onde ocorre a velocidade máxima U e os eixos (explique detalhadamente as considerações feitas);
- Deduza a expressão matemática do perfil radial de velocidades no interior da tubulação utilizando-se do conceito da condição de não-deslizamento;
- Explique fisicamente a lei da viscosidade de Newton. Dê as unidades no SI de todas as variáveis envolvidas;
- Deduza uma expressão algébrica para a magnitude da força cisalhante por unidade de comprimento da tubulação exercida sobre as suas paredes e indique o seu sentido;

Equações importantes:

- Lei da viscosidade de Newton

$$\tau = \mu \frac{du}{dy}$$

- Viscosidade cinemática

$$\nu = \frac{\mu}{\rho}$$