

Lei de Poiseuille



Aline Miyuki Natsumeda e
Camilla Brabo de Aguiar

Lei de Poiseuille

- ❖ Elaborada pelo médico fisiologista e físico francês Poiseuille, que tinha o interesse em entender o comportamento do fluxo de sangue dentro das veias e artérias do corpo humano.
- ❖ Utilizada principalmente na área da Medicina, mas também na Engenharia Química, pois está intimamente associada ao cálculo de tubulações e de equipamentos tubulares.

Dedução da fórmula de Poiseuille

$$\frac{\Delta p}{\gamma} = h_f = f * \frac{L}{D_H} * \frac{v^2}{2 * g}$$

$$f = \frac{64}{\text{Re}} = \frac{64 * \nu}{v * D_H}$$

$$\frac{\Delta p}{\gamma} = \frac{64 * \nu}{v * D_H} * \frac{L}{D_H} * \frac{v^2}{2 * g} = \frac{32 * \nu * L * v * \gamma}{D_H^2 * g} \quad (1)$$

Dedução da fórmula de Poiseuille

$$v^* \gamma = \frac{\mu}{\rho} * \rho^* g \quad (2)$$

Substituindo (2) em (1), temos:

$$\Delta p = \frac{32 * \mu * g * L * v}{D_H^2 * g} = \frac{32 * \mu * L * v}{D_H^2}$$

Dedução da fórmula de Poiseuille

$$v = \frac{Q}{A} = \frac{4 * Q}{\pi * D^2}$$

Sendo, $D_H = D$, temos:

$$\Delta p = \frac{128 * \mu * L * Q}{\pi * D^4}$$

Exercício Provão 1997

Através de uma série de experimentos em escoamentos através de dutos, foi desenvolvida uma expressão relativa à perda de carga distribuída (perda de carga que ocorre nos trechos retos da tubulação) na forma de:

$$h_D = f (L/D) V^2/2g) \quad (1)$$

sendo f conhecido como fator de atrito (Darcy-Weissbach ou Fanning), cuja relação funcional é suposta da forma:

$$f = f(D, V, r, m, e) \quad (2)$$

Exercício Provão 1997

Aplicando a metodologia da Análise Dimensional - teorema π de Buckingham - chega-se a:

$$f = f(DVr/m, e/D) \quad (3)$$

- a) Obtenha a expressão de f , no caso de escoamento laminar estabelecido de um fluido Newtoniano incompressível, para o qual o perfil de velocidade é expresso por:

$$V_z = 2V [1 - (r/R)^2], \text{ onde } V = DP R^2 / 8 \mu L \quad (4)$$

Exercício Provão 1997

b) Discuta, se houver, as diferenças entre a resposta do item (a) com a expressão (3).

Grandeza Física	Definição	Representação Dimensional
D	diâmetro do duto	L
g	aceleração da gravidade	LT ²
L	comprimento do duto	L
r	distância radial	L
R	raio do duto	L
V	velocidade média de área	LT ⁻¹
ΔP	diferença de pressão	ML ⁻¹ T ⁻²
ε	rugosidade média do material do tubo	L
ρ	massa específica	ML ⁻³
μ	viscosidade dinâmica	ML ⁻¹ T ⁻¹

Exercício de Aplicação

A vazão de escoamento de uma salmoura é igual a 0,8L/s através de um tubo de cobre isolado que apresenta $D_{\text{int}} = 20,6\text{mm}$.

Dados:

Massa específica da salmoura = $977,6 \text{ kg/m}^3$

Viscosidade = $5,5 \cdot 10^{-3} \text{ Pa.s}$

Calcule a variação de pressão em 100m de comprimento de tubo.

Exercício de Aplicação

Calculando pela Lei de Poiseuille, temos:

$$\Delta p = \frac{128 * \mu * L * Q}{\pi * D^4}$$

$$\Delta p = \frac{128 * 5,5 * 10^{-3} * 100 * 0,8 * 10^{-3}}{\pi * (0,0206)^4}$$

$$\Delta p = 99550,6 Pa$$

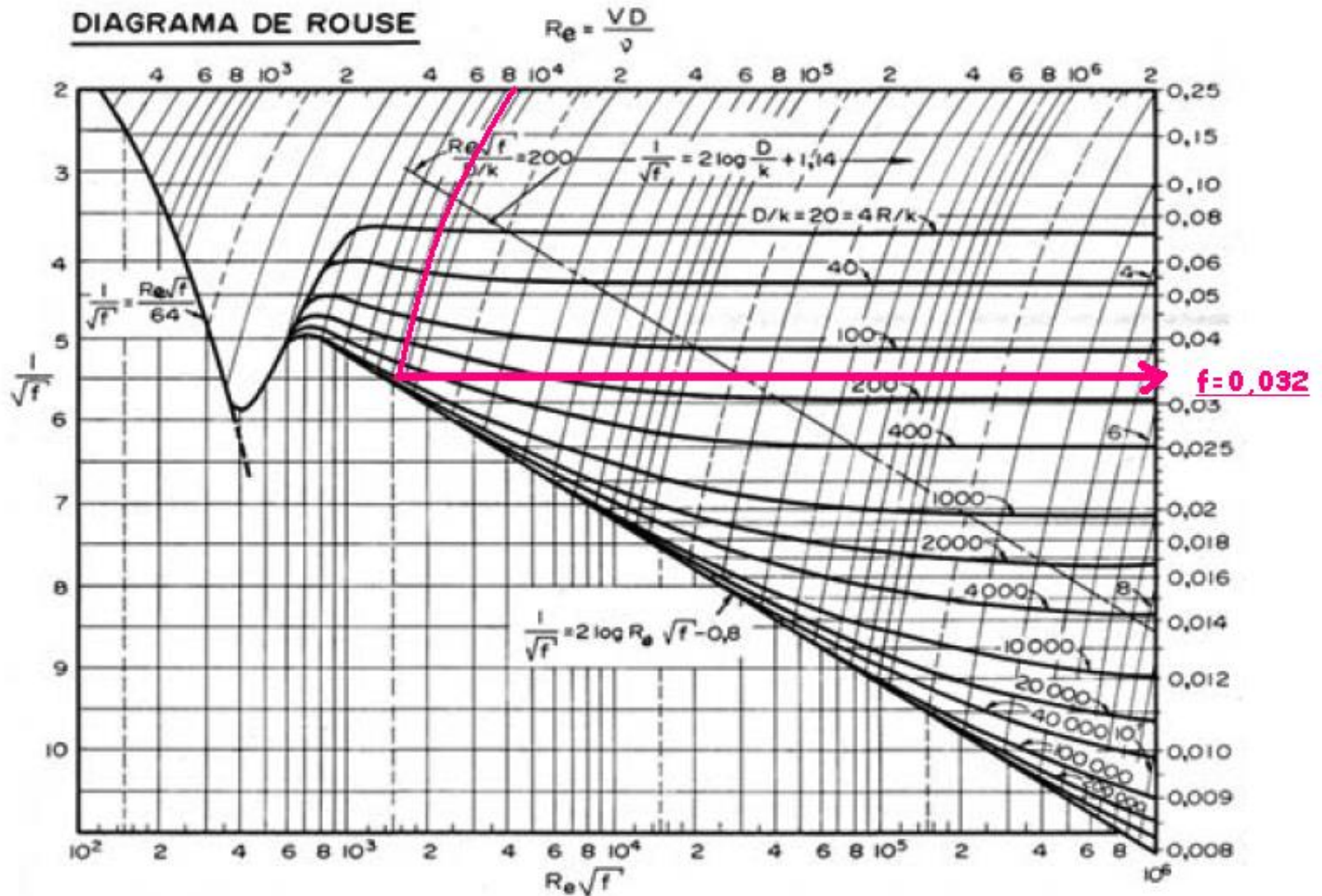
Exercício de Aplicação

Calculando de forma correta, temos:

$$\text{Re} = \frac{\rho * v * D}{\mu} = \frac{\rho * Q * D}{\mu * \frac{\pi * D^2}{4}} = \frac{4 * \rho * Q}{\mu * \pi * D}$$

$$\text{Re} = \frac{4 * 977,6 * 0,8 * 10^{-3}}{5,5 * 10^{-3} * \pi * 0,0206} = 8,8 * 10^3$$

Exercício de Aplicação



Exercício de Aplicação

$$f = 0,032$$

$$h_f = \frac{f * (L + \Sigma L_{eq}) * Q^2}{D_H * 2g * A^2}$$

$$h_f = \frac{0,032 * 100 * (0,8 * 10^{-3})^2}{0,0206 * 19,6 * \left(\frac{\pi * 0,0206^2}{4} \right)^2} = 45,7m$$

$$h_f = \frac{\Delta p}{\gamma} \rightarrow \Delta p = 45,7 * 977,6 * 9,8 = 437467,0Pa$$

Erro

$$\%erro = \left(\frac{437467,0 - 99550,6}{437467,0} \right) * 100$$

$$\%erro = 77,3\%$$

Bibliografia

- MOREIRA, Fernando Ricardo. **Sobre as leis de Poiseuille no sistema circulatório.** http://fug.edu.br/revista_2/pdf/sobre_as_leis_de_poiseuille.pdf, 2008. Data de acesso – 06/03/2013.
- **Lei de Poiseuille.** <http://engquimicasantosp.blogspot.com.br/2012/07/lei-de-poiseuille.html>, 2012. Data de acesso – 06/03/2013.
- **Lei de Poiseuille.** <http://www.ufsm.br/gef/Fluidos/fluidos17.pdf>. Data de acesso – 06/03/2013.
- IGNÁCIO, Raimundo Ferreira. **Aula 2 de teoria de ME5330.** http://www.escoladavida.eng.br/mecfluquimica/planejamento_22012/aula_2_teorias.pdf, 2012. Data de acesso – 05/03/2013.