EXERCÍCIOS (EN. CINÉTICA + Q. MOVIMENTO)

1) POÇO de PETRÓLEO

Na extração do petróleo, este jorra a uma altura 16 m acima do nível do solo. Perdas por atrito com o ar equivalem a 20% da carga total do jato do petróleo na saída do poço. Sabendo que a potência perdida por atrito no trecho de tubulação é 4×10^5 watts, e desprezando-se as perdas na entrada do tubo, calcular:

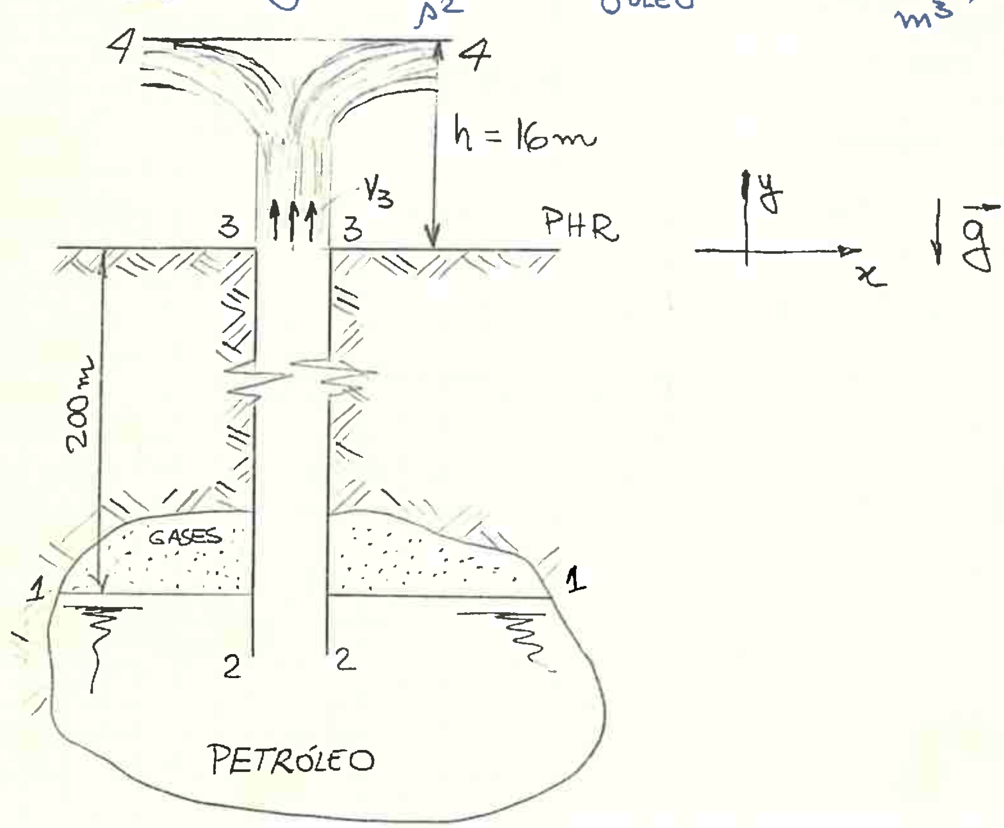
a) Velocidade V_3, e Vazão em volume Q, Vazão em massa $\dot{m}$;

b) Pressão p_1, que os gases exercem sobre a superfície do petróleo;

c) Pressão p_2, na entrada da tubulação do poço

d) Força $\vec{F}$ que o petróleo exerce sobre a tubulação de aço que forma a parede do poço.

Dados: $g \cong 10 \frac{m}{s^2}$; $\gamma_{ÓLEO} = 8.000 \frac{N}{m^3}$; $S_{TUBO} = 5 \times 10^{-2} m^2$



EXERCICIO: POÇO DE PETRÓLEO

②

(EXERCICIO EQ. ENERGIA + EQ. QUANT. MOVIMENTO)

RESOLUÇÃO

a) $V_3 = ?$ $Q = ?$ $\dot{m} = ?$

Equação da ENERGIA ENTRE SEÇÕES 3-3 e 4-4:

Em termos de carga:

$$-H_3 + H_4 = H_{MAQ} - \Sigma\,\text{perdas}_{3-4}$$

$$\begin{cases} H_4 = h = 16\,m \\ H_3 = \dfrac{\alpha V_3^2}{2g} = \dfrac{V_3^2}{2g} \quad (\alpha \cong 1) \text{ TURB.} \\ \Sigma\,\text{perdas}_{2-4} = 0{,}2 \times \dfrac{V_3^2}{20} \\ \Sigma\,\text{perdas}_{2-4} = \dfrac{V_3^2}{100} \end{cases}$$

$g = 10\,\dfrac{m}{s^2}$

$$-\frac{V_3^2}{20} + 16 = 0 - \frac{V_3^2}{100}$$

$$\frac{5V_3^2 - V_3^2}{100} = 16 \quad \therefore \quad V_3^2 = 400$$

$$\boxed{V_3 = 20\,\frac{m}{s}}$$

$$Q = V_3 \cdot S_{TUBO} = 20 \cdot 5\times10^{-2} = \boxed{1\,m^3/s}$$

$$\dot{m} = \rho Q = 800 \cdot 1 = \boxed{800\,kg/s}$$

b) $p_1 = ?$

EQ. ENERGIA entre 1-1 e 3-3: (em termos de carga)

$$-H_1 + H_3 = \cancel{H_M}^{\,0} - \Sigma\,\text{perdas}_{1-3}$$

$$\begin{cases} H_1 = \dfrac{p_1}{\gamma} + z_1 = \dfrac{p_1}{8\times10^3} - 200 \\ H_3 = \dfrac{V_3^2}{2g} = 20\,m \\ \Sigma\,\text{perdas}_{1-3} = \dfrac{W_{perdas}}{\gamma Q} = \dfrac{4\times10^5}{8\times10^3 \cdot 1} \end{cases}$$

$$20 - \frac{p_1}{8\times10^3} + 200 = \frac{4\times10^5}{8\times10^3 \cdot 1}$$

$$\frac{p_1}{8\times10^3} = 200 + 20 + 50 = 270$$

$$\boxed{p_1 = 2{,}16\times10^6\,Pa} \quad \text{ou} \quad \boxed{p_1 = 2160\,kPa}$$

c) $p_2 = ?$ (seção 2-2 no início da tubulação de petróleo) 3

Equação da ENERGIA entre seções 1-1 e 2-2 no reservatório do petróleo:

* Velocidade no reservatório do petróleo $V_{Res} \cong 0$
(Reservatório grandes dimensões) $\Rightarrow \sum perdas_{1-2} = 0$

$$-H_1 + H_2 = H_M - \sum perdas$$

$$H_1 = H_2$$

$$70 = 20 + \frac{p_2}{8\times10^3} - 200$$

$$\frac{p_2}{8000} = 250 \therefore \boxed{p_2 = 2\times10^6 Pa}$$

ou

$$\boxed{p_2 = 2000 \text{ kPa}}$$

$H_1 = \frac{p_1}{\gamma} - 200 = 270 - 200 = 70$ m

$H_2 = \frac{\alpha V_2^2}{2g} + \frac{p_2}{\gamma} + z_2 =$ ($\alpha \cong 1$) TURBULENTO

$H_2 = \frac{V_2^2}{2g} + \frac{p_2}{\gamma} + z_2 = \frac{400}{20} + \frac{p_2}{8\times10^3} - 200$

$H_M = 0$

$\sum perdas = 0$

d) FORÇA $\vec{F}$ que petróleo exerce sobre a tubulação

Adotando V.C. entre as seções 2-2 e 3-3

EQUAÇÃO DA QUANTIDADE de MOVIMENTO (LINEAR)

Utilizando a função impulso $\Phi = pA + \beta \dot{m} V$

$$\vec{R} + \vec{G} = -\Phi_2 \vec{n}_2 + \Phi_3 \vec{n}_3$$

Na direção y:

$$R_y - G = -(p_2 A_2 + \beta_2 \dot{m}_2 V_2) + (p_3 A_3 + \beta_3 \dot{m}_3 V_3)$$

ESCOAMENTO TURBULENTO $\rightarrow \beta_2 = \beta_3 \cong 1$

Tubulação seção transversal constante: $\dot{m}_2 V_2 = \dot{m}_3 V_3$

Assim

$$R_y = G - (2\times10^6 \times 5\times10^{-2})$$

$$R_y = 80.000 - 100.000$$

$$R_y = -20.000 \text{ N}$$ ← Reação da Tubulação sobre o fluido

mas $G = \rho \cdot \forall \cdot g = \gamma \forall$

$G = 8000 \cdot 200 \cdot 5\times10^{-2}$

$G = 80.000$ N

$$\boxed{R'_y = -R_y = 20.000 \text{ N}}$$ ← AÇÃO DO PETRÓLEO SOBRE A TUBULAÇÃO