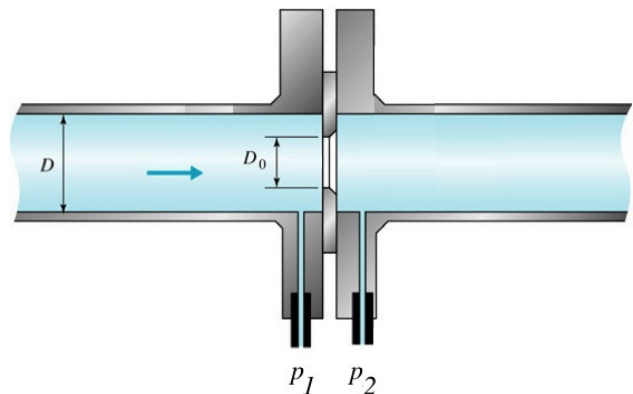
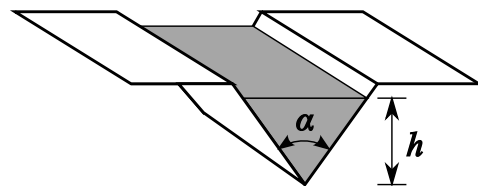


**Exercícios – Análise Dimensional e Semelhança (Aulas 13 e 14)**

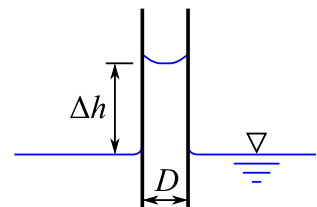
- 1- A vazão volumétrica  $Q$  através de um medidor de vazão do tipo placa de orifício é função do diâmetro do tubo  $D$  no qual ele está instalado, da queda de pressão  $\Delta p$  através do orifício ( $\Delta p = p_1 - p_2$ ), da massa específica  $\rho$  e da viscosidade dinâmica  $\mu$  do fluido, e do diâmetro do orifício  $D_0$ . Usando  $D$ ,  $\rho$  e  $\Delta p$  como parâmetros repetentes, expresse essa relação na forma adimensional.



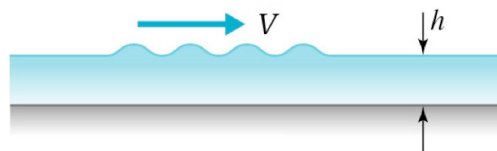
- 2- Água escoava por um vertedor triangular de ângulo  $\alpha$  no vértice inferior. Determine a expressão da vazão  $Q$  sabendo-se que as variáveis intervenientes são a massa específica  $\rho$ , a altura  $h$ , a aceleração da gravidade  $g$  e  $\alpha$ . Repita o procedimento supondo agora que o vertedor é um semicírculo de raio  $a$ .



- 3- Quando um pequeno tubo é imerso em uma poça de líquido, a tensão superficial causa a formação de um menisco na superfície livre, para cima ou para baixo dependendo do ângulo de contato na interface líquido-sólido-gás. Experiências indicam que o módulo do efeito capilar,  $\Delta h$ , é uma função do diâmetro do tubo,  $D$ , do peso específico do líquido,  $\gamma$ , e da tensão superficial,  $\sigma$ . Determine o número de parâmetros  $\Pi$  independentes que podem ser formados e obtenha um conjunto.



- 4- A velocidade de propagação das ondulações em um reservatório raso de líquido depende da profundidade  $h$ , da gravidade  $g$ , da tensão superficial  $\sigma$  e da massa específica  $\rho$  do líquido. Encontre uma expressão adimensional para a velocidade de propagação  $V$ . Escreva os adimensionais encontrados em termos de números adimensionais de uso comum na Mecânica dos Fluidos.



- 5- Um experimento para prever a força de arrasto em um sonar de submarino é realizado com um modelo em escala 1:5 em água a 20 °C. Quando a velocidade do escoamento no modelo é de  $V_m = 60$  km/h, mede-se uma força  $F_m = 30$  N. Sabendo que o protótipo navegará em águas a 4 °C, qual será a velocidade do protótipo  $V_p$  para que haja semelhança completa? Neste caso, qual será a força de arrasto correspondente  $F_p$ ?

6- O aumento de pressão,  $\Delta p$ , de um líquido escoando em regime permanente através de uma bomba centrífuga depende do diâmetro da bomba,  $D$ , da velocidade angular do rotor  $\omega$ , da vazão em volume,  $Q$ , e da massa específica,  $\rho$ . A tabela que se segue fornece dados para o protótipo e para um modelo de bomba geometricamente semelhante. Para condições correspondentes à semelhança dinâmica entre as bombas modelo e protótipo, calcule os valores que faltam na tabela.

Variável	Protótipo	Modelo
$\Delta p$		29,3 kPa
$Q$	1,25 m <sup>3</sup> /min	
$\rho$	800 kg/m <sup>3</sup>	999 kg/m <sup>3</sup>
$\omega$	183 rad/s	367 rad/s
$D$	150 mm	50 mm

Respostas:

$$1- \frac{Q}{D^2} \sqrt{\frac{\rho}{\Delta p}} = \phi \left( \frac{\mu}{D \sqrt{\rho \Delta p}}, \frac{D_0}{D} \right)$$

$$2- \frac{Q}{\sqrt{gh^5}} = \phi(\alpha); \frac{Q}{\sqrt{gh^5}} = \phi\left(\frac{a}{h}\right)$$

$$3- 2 \text{ parâmetros}; \frac{\Delta h}{D} = \phi\left(\frac{\sigma}{D^2 \gamma}\right)$$

$$4- \frac{V}{\sqrt{gh}} = \phi\left(\frac{\sigma}{\rho gh^2}\right); Fr = \phi\left(\frac{Fr^2}{We}\right)$$

$$5- V_p = 19 \text{ km/h}; F_p = 75,2 \text{ N}$$

$$6- \Delta p_p = 52,5 \text{ kPa}; Q_m = 0,0928 \text{ m}^3/\text{min}$$