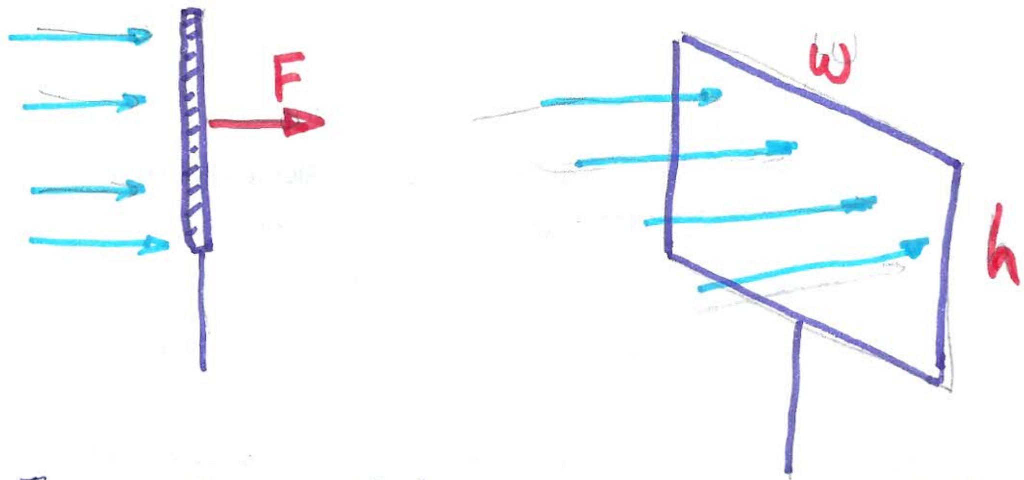
Arrasto em placa plana (w x h), normal ao escoamento.



Experiência, Saber ⇒ Força de arrasto F é função de algumas variáveis:

$$F = f(\underbrace{w, h}, \rho, \mu, V)$$

pq não da área? g? a?

1º Passo. Escrever as variáveis em função das bases MLT ou FLT.

$[F] = MLT^{-2}$

$[w] = [h] = L$

$[\rho] = kg/m^3$

$[\mu] = ML^{-1}T^{-1}$

$[V] = LT^{-1}$

Teoria de Buckingham

$$Y = C \cdot X_1^{\alpha_1} \times X_2^{\alpha_2} \times \dots X_m^{\alpha_m}$$

2º Passo - Montar a Matriz Dimensional

	F	W	h	μ	ρ	V
M	1	0	0	1	1	0
L	1	1	1	-1	-3	1
T	-2	0	0	-1	0	-1

Característica da Matriz = r = ORDEM do maior determinante não nulo

No caso, r = 3.

3º PASSO - Determinação do número de adimensionais necessário para descrever o fenômeno.

$$N^{\circ} \text{ de adimensionais} = \underbrace{n}_{\text{número de grandezas no fenômeno}} - \underbrace{r}_{\text{característica da matriz}}$$

No caso, Nº adimensionais = n - r = 6-3 = 3

Vejam o ganho de tempo = podemos descrever o fenômeno c/ 3 números adimensionais, ao invés de 6 variáveis.

4º Passo Definem-se os numeros adimensionais, a partir de uma base reduzida com "m" elementos quaisquer, desde que linearmente independentes.

"m" é a multiplicidade e m=3 qdo se usa MLT, m=2 qdo ML.

No caso, uma base reduzida teria que ter 3 variáveis, linearm. indep. Por exemplo:

WVρ (determinante ≠ 0 ⟺ linearm. independente)

$$\pi_1 = W^{\alpha_1} V^{\alpha_2} \cdot \rho^{\alpha_3} \cdot F = M^0 L^0 T^0$$

$$\pi_2 = W^{\alpha_1} V^{\alpha_2} \rho^{\alpha_3} \cdot h = M^0 L^0 T^0$$

$$\pi_3 = W^{\alpha_1} V^{\alpha_2} \rho^{\alpha_3} \cdot \mu = M^0 L^0 T^0$$

(na Teoria de Buckingham, $X_1^{\alpha_1} \cdot X_2^{\alpha_2} \ldots X_m^{\alpha_m} = 1$, o que só ocorre qdo $\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_m = 0$ – linearmente independentes)

$$\pi_1 = W^{\alpha_1} V^{\alpha_2} \rho^{\alpha_3} \cdot F = L^{\alpha_1} \cdot (LT^{-1})^{\alpha_2} \cdot (ML^{-3})^{\alpha_3} \cdot MLT^{-2} = M^0 L^0 T^0$$

$$\begin{aligned} M &\Rightarrow \alpha_3 + 1 = 0 \\ L &\Rightarrow 1 + \alpha_1 + \alpha_2 - 3\alpha_3 = 0 \\ T &\Rightarrow -2 - \alpha_2 = 0 \end{aligned} \quad \left| \begin{aligned} \alpha_3 &= -1 \\ \alpha_1 &= -2 \\ \alpha_2 &= -2 \end{aligned} \right.$$

$$\boxed{\therefore \pi_1 = \frac{F}{W^2 V^2 \rho}}$$

Este adimensional é ≈ Numero de Euler

Repete com h no lugar de F:

$$\pi_2 = W^{\alpha_1} V^{\alpha_2} \rho^{\alpha_3} . h = L^{\alpha_1} . (LT^{-1})^{\alpha_2} (ML^{-3})^{\alpha_3} L = M^0 L^0 T^0$$

$M \Rightarrow \alpha_3 = 0$

$L \Rightarrow 1 + \alpha_1 + \alpha_2 - 3\alpha_3 = 0$

$T \Rightarrow \alpha_2 = 0$

$\alpha_1 = -1$

$\alpha_2 = 0$

$\alpha_3 = 0$

$$\boxed{\pi_2 = \frac{h}{W}}$$ - Fator de forma.

Repete c/ μ no lugar de h:

$$\pi_3 = W^{\alpha_1} V^{\alpha_2} \rho^{\alpha_3} . \mu = M^0 L^0 T^0$$

$M \Rightarrow 1 + \alpha_3 = 0$

$L \Rightarrow -1 + \alpha_1 + \alpha_2 - 3\alpha_3 = 0$

$T = -1 - \alpha_2 = 0$

$\alpha_1 = -1$

$\alpha_2 = -1$

$\alpha_3 = -1$

$$\therefore \boxed{\pi_3 = \frac{\mu}{WV\rho}} \quad \text{ou} \quad \boxed{\pi_3 = Re}$$ Numero de Reynolds.

$$\therefore \frac{F}{W^2 V^2 \rho} = \phi\left(\frac{W}{h}, Re\right)$$ - ϕ deve ser determinado experimentalmente

Observe que esse procedimento é um algoritmo.

Veja um artigo de Buckingham no PDF (site)