

ESCOAMENTO COMPRESSÍVEL

EXERCÍCIO



TUBO DE PITOT EM ESCOAMENTO SUPERSÔNICO

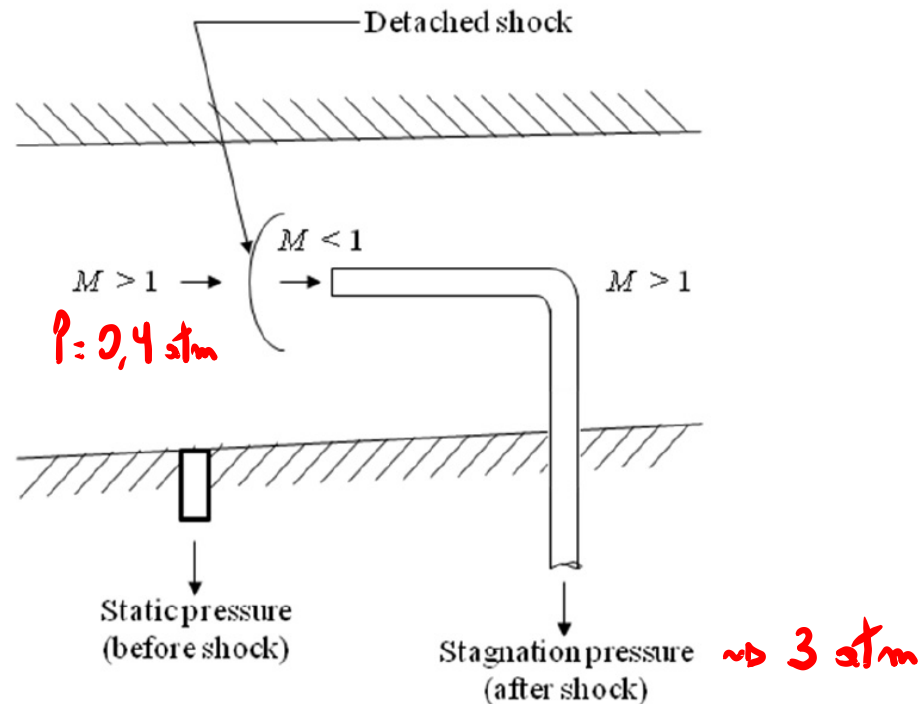
Considere um ponto num escoamento supersônico em que a pressão seja de $0,4 \text{ atm}$. Um tubo de Pitot é inserido no escoamento nesse ponto e a pressão medida pelo tubo é de 3 atm .

Calcule:

- a) Número de Mach nesse ponto
- b) Mudança de entropia através do choque

Considere um ponto num escoamento supersônico em que a pressão seja de 0,4atm. Um tubo de Pitot é inserido no escoamento nesse ponto e a pressão medida pelo tubo é de 3atm. Calcule:

- Número de Mach nesse ponto
- Mudança de entropia através do choque



– A onda de choque também pode ocorrer quando se insere um medidor, como o tubo de Pitot, no escoamento supersônico. O efeito da onda de choque deve ser levado em consideração para se medir adequadamente a velocidade do escoamento. fonte: <http://nptel.ac.in/courses/101103004/module7/lec6/4.html>

Formulário

$$\frac{p_2}{p_1} = \left[1 + \frac{2k}{k+1} (M_1^2 - 1) \right] \left(1 + \frac{k-1}{2} M_1^2 \right)^{k/(k-1)}$$

$$M_2^2 = \frac{1 + \left[\frac{k-1}{2} \right] M_1^2}{k M_1^2 - \frac{k-1}{2}}$$

$$\frac{p_2}{p_1} = \frac{3}{0.4} = 7.5$$

$$\leadsto M_1 \approx 2.3346$$

$$\frac{p_2}{p_1} \uparrow \rightarrow M_1$$

ENTROPY

$$ds = c_p \ln \left(\frac{T_2}{T_1} \right) - R \ln \left(\frac{P_2}{P_1} \right)$$

$$S_{10} = S_2 \quad ; \quad S_{10} = S_1$$

$$ds_0 = c_p \ln \left(\frac{T_{20}}{T_{10}} \right) - R \ln \left(\frac{P_{20}}{P_{10}} \right)$$

$$h_1 + \frac{V_1^2}{2} = h_{01} = h_{02} = h_1 + \frac{V_2^2}{2} \quad \text{so } T_{01} = T_{02}$$

$$ds = -R \ln \left(\frac{P_{20}}{P_{10}} \right)$$

$\overline{kgh}$

$\overline{kgh}$

$$\Delta S = 365,64 \frac{\text{kJ}}{\text{kgk}}$$

$$\frac{p_{10}}{p_1} = 1,5$$

$$\frac{p_{10}}{p_1} = \frac{p_{10}}{p_1} \cdot \left(\frac{p_1}{p_{10}} \right)$$

$$\uparrow$$

$$1,5$$

$$h_0 = h + \frac{v^2}{2}$$

$$\frac{p_{10}}{p_1} = \left(\frac{r_{10}}{r_1} \right)^{\frac{\gamma}{\gamma-1}} \sim \frac{r_{10}}{r_1} = 1 + \left(\frac{h-1}{2} \right) M_1^2$$

$$\frac{p_{10}}{p_1} = 1 + \frac{1,4-1}{2} \cdot 2,3346^2 \sim \frac{p_{10}}{p_1} = 13,139696...$$

$$\frac{p_{10}}{p_1} = 1,5 \cdot \frac{1}{13,139696} = 0,56819$$

$$\Delta s = -0,287 \frac{kJ}{kg \cdot K} \cdot \ln |0,56819|$$

$$\Delta s = 0,162238 \frac{kJ}{kg \cdot K}$$

Tabela

Tabela 1.2 – Tabela para Choque Normal. $k = 1,4$

M_1	M_2	$\frac{P_2}{P_1}$	$\frac{P_2}{P_1}$	$\frac{T_2}{T_1}$	ds	$\frac{P_{02}}{P_{01}}$	$\frac{P_{02}}{P_1}$
2,00	0,577350	2,666667	4,500000	1,687500	0,093933	0,720874	5,640441
2,02	0,573972	2,696181	4,593800	1,703817	0,097678	0,711527	5,743330
2,04	0,570679	2,725463	4,688533	1,720271	0,101473	0,702180	5,847268
2,06	0,567467	2,754511	4,784200	1,736860	0,105317	0,692839	5,952256
2,08	0,564334	2,783325	4,880800	1,753586	0,109207	0,683512	6,058292
2,10	0,561277	2,811902	4,978333	1,770450	0,113142	0,674203	6,165375
2,12	0,558294	2,840243	5,076800	1,787453	0,117122	0,664919	6,273505
2,14	0,555383	2,868345	5,176200	1,804594	0,121144	0,655666	6,382681
2,16	0,552541	2,896209	5,276533	1,821876	0,125208	0,646447	6,492903
2,18	0,549766	2,923834	5,377800	1,839297	0,129312	0,637269	6,604169
2,20	0,547056	2,951220	5,480000	1,856860	0,133454	0,628136	6,716480
2,22	0,544409	2,978365	5,583133	1,874563	0,137635	0,619053	6,829835
2,24	0,541822	3,005271	5,687200	1,892409	0,141852	0,610023	6,944232
2,26	0,539295	3,031936	5,792200	1,910396	0,146105	0,601051	7,059673
2,28	0,536825	3,058362	5,898133	1,928527	0,150391	0,592140	7,176155
2,30	0,534411	3,084548	6,005000	1,946801	0,154711	0,583295	7,293680
2,32	0,532051	3,110495	6,112800	1,965218	0,159063	0,574517	7,412245
2,34	0,529743	3,136202	6,221533	1,983779	0,163446	0,565810	7,531852
2,36	0,527486	3,161671	6,331200	2,002485	0,167858	0,557177	7,652499
2,38	0,525278	3,186902	6,441800	2,021336	0,172300	0,548621	7,774187
2,40	0,523118	3,211896	6,553333	2,040332	0,176769	0,540144	7,896914

P_{02}/P_1

7,452245 2,32 0,159063

7,5

M

ds

7,531852 2,34 0,163446

$M = 2,33467$ (2,3346)

$ds = 0,162219$ $\frac{kg}{kg \cdot K}$

$$\frac{P_{02}}{P_1} = 1,5 \leadsto \frac{P_1}{P_{02}} = 0,666\bar{6} \text{ (Chogyu Normal)}$$

$$M_1 = 2,33469086$$

$$\frac{P_{02}}{P_{01}} = 0,56851455$$

$$(0,56851)$$

↓

$$ds = -R \ln \left(\frac{P_{02}}{P_{01}} \right)$$

$$= 0,562219 \frac{kJ}{n_s k}$$

The logo consists of a large yellow circle centered on a red background. Inside the circle, the text "CIÊNCIAS TÉRMICAS" is written in a bold, white, sans-serif font, with "CIÊNCIAS" on the top line and "TÉRMICAS" on the bottom line. Below this, the text ".com" is written in a smaller, white, sans-serif font.

**CIÊNCIAS
TÉRMICAS**
.com