

Escoamentos Compressíveis

Bocal Convergente-Divergente

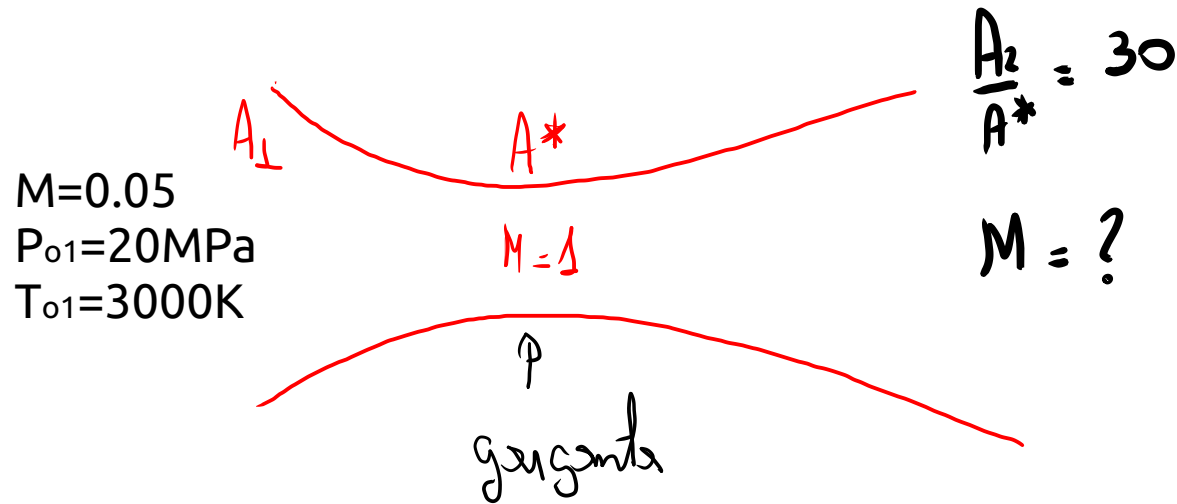
Escoamento entra num bocal convergente-divergente com $M_1=0,05$. A pressão de estagnação do gás é $P_{o1}=20\text{MPa}$ e $T_{o1}=3000\text{K}$, $K=1,2$. O foguete voa no vácuo.

- a) Qual a razão entre a área e a área crítica para $M=1$?
- b) Se $A/A^* = 30$, qual o Mach?

Escoamento entra num bocal convergente-divergente com $M_1=0,05$. A pressão de estagnação do gás é $P_{o1}=20\text{MPa}$ e $T_{o1}=3000\text{K}$, $K=1,2$. O foguete voa no vácuo.

a) Qual a razão entre a área e a área crítica para $M=1$?

b) Se $A/A^* = 30$ na saída, qual o Mach?



Escoamento entra num bocal convergente-divergente com $M_1=0,05$. A pressão de estagnação do gás é $P_{01}=20\text{MPa}$ e $T_{01}=3000\text{K}$, $K=1,2$. O foguete voa no vácuo.

a) Qual a razão entre a área e a área crítica para $M=1$?

b) Se $A/A^* = 30$ na saída, qual o Mach?

$$\frac{A}{A^*} = \frac{1}{M} \left[\frac{K}{K+1} \right]^{\frac{1}{2} \frac{K+1}{K-1}} \left(1 + \frac{K-1}{2} M^2 \right)^{\frac{1}{2} \frac{K+1}{K-1}}$$

$$\frac{A}{A^*} = \frac{1}{0,05} \left[\frac{2}{1,2+1} \right]^{\frac{1}{2} \left(\frac{1,2+1}{1,2-1} \right)} \left(1 + \frac{1,2-1}{2} \cdot 0,05^2 \right)^{\frac{1}{2} \left(\frac{1,2+1}{1,2-1} \right)}$$

$$\frac{A}{A^*} = 11,85$$

$$A^* = \frac{A}{11,85}$$

Escoamento entra num bocal convergente-divergente com $M_1=0,05$. A pressão de estagnação do gás é $P_{o1}=20\text{MPa}$ e $T_{o1}=3000\text{K}$, $K=1,2$. O foguete voa no vácuo.

a) Qual a razão entre a área e a área crítica para $M=1$?

b) Se $A/A^* = 30$ na saída, qual o Mach?

$$\text{Se } \frac{A}{A^*} = 30 \rightarrow M = ?$$

$$30 = \frac{1}{M} \left(\frac{2}{1,2+1} \right)^{\frac{1}{2} \left(\frac{1,2+1}{1,2-1} \right)} \left(1 + \left(\frac{1,2-1}{2} \right) M^2 \right)^{\frac{1}{2} \left(\frac{1,2+1}{1,2-1} \right)}$$

$$M = 2 \rightarrow 1,88 < 30$$

$$M = 4 \rightarrow 28,35 < 30 \quad \left. \begin{array}{l} M = 4,5 \rightarrow 57,95 > 30 \\ M = 4,1 \rightarrow 32,74 > 30 \end{array} \right\}$$

$$M = 5 \rightarrow 116 > 30$$

$$M \approx 4,05 \rightarrow 30,47$$



$$\left\{ \frac{A}{A^*} = \frac{12,35 + 10,81}{2} = 11,58 \text{ (11,85)} \right.$$

$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{T_2}{T_0} \cdot \frac{T_0}{T_1}$$

$$\frac{T_0}{T} = 1 + \left(\frac{k-1}{2} \right) M^2$$

$$\frac{T_0}{T_2} = 1 + \frac{(1,2-1)}{2} \cdot (4,05)^2 \rightarrow \frac{T_0}{T_2} = 2,64025$$

$$\frac{T_0}{T_1} = 1 + \left(\frac{1,2-1}{2} \right) \cdot (0,05)^2 \rightarrow \frac{T_0}{T_1} = 1,00025$$

$$T_1 = 3000 \text{ K}$$

$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{1}{2,64025} \times 1,00025 = 0,3788$$

$$T_2 = 1136,54 \text{ K}$$