

# Escoamentos Compressíveis

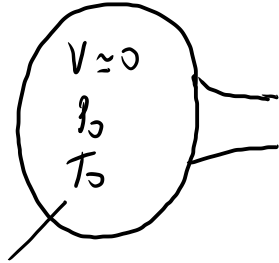
## Aceleração em Bocal isoentrópico

Nitrogênio é armazenado num grande cilindro à pressão de 1MPa e 298K. Se o Nitrogênio é liberado para a atmosfera através de um bocal que o acelera para Mach 1, qual a velocidade ele atinge?

Nitrogênio:  $K=1,4$ ;  $R=297\text{J/Kg.K}$

Nitrogênio é armazenado num grande cilindro à pressão de 1MPa e 298K. Se o Nitrogênio é liberado para a atmosfera através de um bocal que o acelera para Mach 1, qual a velocidade ele atinge?

Nitrogênio:  $K=1,4$ ;  $R=297\text{J/Kg.K}$



$p_{atm}$

$$p_0 = 1\text{MPa}$$
$$T_0 = 298\text{K}$$

$$M = 1 \quad M = \frac{V}{C} \quad \leadsto \quad V = M \cdot C$$

$$V^* = C = \sqrt{K R T^*}$$

$$\frac{T_0}{T} = 1 + \frac{(K-1)M^2}{2} \quad \leadsto \quad \frac{T_0}{T} = 1 + \frac{1,4-1}{2} \cdot 1^2 = 1,2$$

$$\frac{T_0}{T} = 1,2 \quad \Rightarrow \quad T = \frac{T_0}{1,2} = \frac{298}{1,2} \quad \Rightarrow \quad T = 248,33\text{K} = T^*$$

$$V^* = C = \sqrt{1,4 \times 297 \times 248,33}$$

$$V^* = 321\text{ m/s}$$

Condição de estagnação

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

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

p/  $M=1 \leadsto T=T^*$

$$\frac{T_0}{T^*} = 1 + \frac{(k-1)}{2} \cdot 1^2$$

$$\frac{T_0}{T^*} = \frac{2+k-1}{2}$$

$$\boxed{\frac{T_0}{T^*} = \frac{k+1}{2}}$$

$$T^* = 298K \times \frac{2}{1.4+1} \leadsto T^* = 248,33K \quad (248,33)$$

Nitrogênio é armazenado num grande cilindro à pressão de 1MPa e 298K. Se o Nitrogênio é liberado para a atmosfera através de um bocal que o acelera para Mach 1, qual a velocidade ele atinge? Nitrogênio:  $K=1,4$ ;  $R=297\text{J/Kg.K}$

| Isentropic Flow Tables<br>$\gamma = 1.4$ |                  |                  |        |      |                  |                  |        |
|------------------------------------------|------------------|------------------|--------|------|------------------|------------------|--------|
| M                                        | P/P <sub>0</sub> | T/T <sub>0</sub> | A/A*   | M    | P/P <sub>0</sub> | T/T <sub>0</sub> | A/A*   |
| 0.70                                     | 0.7209           | 0.9107           | 1.0944 | 1.05 | 0.4979           | 0.8193           | 1.0020 |
| 0.71                                     | 0.7145           | 0.9084           | 1.0873 | 1.06 | 0.4919           | 0.8165           | 1.0029 |
| 0.72                                     | 0.7080           | 0.9061           | 1.0806 | 1.07 | 0.4860           | 0.8137           | 1.0039 |
| 0.73                                     | 0.7016           | 0.9037           | 1.0742 | 1.08 | 0.4800           | 0.8108           | 1.0051 |
| 0.74                                     | 0.6951           | 0.9013           | 1.0681 | 1.09 | 0.4742           | 0.8080           | 1.0064 |
| 0.75                                     | 0.6886           | 0.8989           | 1.0624 | 1.10 | 0.4684           | 0.8052           | 1.0079 |
| 0.76                                     | 0.6821           | 0.8964           | 1.0570 | 1.11 | 0.4626           | 0.8023           | 1.0095 |
| 0.77                                     | 0.6756           | 0.8940           | 1.0519 | 1.12 | 0.4568           | 0.7994           | 1.0113 |
| 0.78                                     | 0.6691           | 0.8915           | 1.0471 | 1.13 | 0.4511           | 0.7966           | 1.0132 |
| 0.79                                     | 0.6625           | 0.8890           | 1.0425 | 1.14 | 0.4455           | 0.7937           | 1.0153 |
| 0.80                                     | 0.6560           | 0.8865           | 1.0382 | 1.15 | 0.4398           | 0.7908           | 1.0175 |
| 0.81                                     | 0.6495           | 0.8840           | 1.0342 | 1.16 | 0.4343           | 0.7879           | 1.0198 |
| 0.82                                     | 0.6430           | 0.8815           | 1.0305 | 1.17 | 0.4287           | 0.7851           | 1.0222 |
| 0.83                                     | 0.6365           | 0.8789           | 1.0270 | 1.18 | 0.4232           | 0.7822           | 1.0248 |
| 0.84                                     | 0.6300           | 0.8763           | 1.0237 | 1.19 | 0.4178           | 0.7793           | 1.0276 |
| 0.85                                     | 0.6235           | 0.8737           | 1.0207 | 1.20 | 0.4124           | 0.7764           | 1.0304 |
| 0.86                                     | 0.6170           | 0.8711           | 1.0179 | 1.21 | 0.4070           | 0.7735           | 1.0334 |
| 0.87                                     | 0.6106           | 0.8685           | 1.0153 | 1.22 | 0.4017           | 0.7706           | 1.0366 |
| 0.88                                     | 0.6041           | 0.8659           | 1.0129 | 1.23 | 0.3964           | 0.7677           | 1.0398 |
| 0.89                                     | 0.5977           | 0.8632           | 1.0108 | 1.24 | 0.3912           | 0.7648           | 1.0432 |
| 0.90                                     | 0.5913           | 0.8606           | 1.0089 | 1.25 | 0.3861           | 0.7619           | 1.0468 |
| 0.91                                     | 0.5849           | 0.8579           | 1.0071 | 1.26 | 0.3809           | 0.7590           | 1.0504 |
| 0.92                                     | 0.5785           | 0.8552           | 1.0056 | 1.27 | 0.3759           | 0.7561           | 1.0542 |
| 0.93                                     | 0.5721           | 0.8525           | 1.0043 | 1.28 | 0.3708           | 0.7532           | 1.0581 |
| 0.94                                     | 0.5658           | 0.8498           | 1.0031 | 1.29 | 0.3658           | 0.7503           | 1.0621 |
| 0.95                                     | 0.5595           | 0.8471           | 1.0021 | 1.30 | 0.3609           | 0.7474           | 1.0663 |
| 0.96                                     | 0.5532           | 0.8444           | 1.0014 | 1.31 | 0.3560           | 0.7445           | 1.0706 |
| 0.97                                     | 0.5469           | 0.8416           | 1.0008 | 1.32 | 0.3512           | 0.7416           | 1.0750 |
| 0.98                                     | 0.5407           | 0.8389           | 1.0003 | 1.33 | 0.3464           | 0.7387           | 1.0796 |
| 0.99                                     | 0.5345           | 0.8361           | 1.0001 | 1.34 | 0.3417           | 0.7358           | 1.0842 |
| 1.00                                     | 0.5283           | 0.8333           | 1.0000 | 1.35 | 0.3370           | 0.7329           | 1.0890 |
| 1.01                                     | 0.5221           | 0.8306           | 1.0001 | 1.36 | 0.3323           | 0.7300           | 1.0940 |
| 1.02                                     | 0.5160           | 0.8278           | 1.0003 | 1.37 | 0.3277           | 0.7271           | 1.0990 |
| 1.03                                     | 0.5099           | 0.8250           | 1.0007 | 1.38 | 0.3232           | 0.7242           | 1.1042 |
| 1.04                                     | 0.5039           | 0.8222           | 1.0013 | 1.39 | 0.3187           | 0.7213           | 1.1095 |

$$P_0 = 1 \text{ MPa}$$

$$T_0 = 298 \text{ K}$$

$$P/M=1 \rightarrow \frac{T}{T_0} = 0,8333 \leadsto T^* = 248,3234 \text{ K} \quad (248,33)$$

$$V^* = C = \sqrt{1,4 \times 297 \times 248,3234} = 321,33 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad (321)$$

Nitrogênio é armazenado num grande cilindro à pressão de 1MPa e 298K. Se o Nitrogênio é liberado para a atmosfera através de um bocal que o acelera para Mach 1, qual a velocidade ele atinge?

Nitrogênio:  $K=1,4$ ;  $R=297\text{J/Kg.K}$

Previous Next  Show

### Compressible Aerodynamics *Calculator* 3.0

[What's this?](#) ..... [Smartphone Version \(1/31/11\)](#)... [HP Prime version \(8/25/14\)](#)... [Recently added](#) ..... [Other Java](#)

#### Isentropic Flow Relations

Perfect Gas, Gamma = 1.4, angles in degrees.

INPUT: Mach number = 2.0 Calculate

|                    |  |                        |  |                    |  |
|--------------------|--|------------------------|--|--------------------|--|
| Mach number=       |  | Mach angle=            |  | P-M angle=         |  |
| p/p <sub>0</sub> = |  | rho/rho <sub>0</sub> = |  | T/T <sub>0</sub> = |  |
| p/p*=              |  | rho/rho*=              |  | T/T*=              |  |

#### Normal Shock Relations

Perfect Gas, Gamma = 1.4

INPUT: M1 = 2.0 Calculate

|                                  |  |                                      |  |                                    |  |
|----------------------------------|--|--------------------------------------|--|------------------------------------|--|
| M <sub>1</sub> =                 |  | M <sub>2</sub> =                     |  | P <sub>02</sub> /P <sub>01</sub> = |  |
| P <sub>2</sub> /P <sub>1</sub> = |  | rho <sub>2</sub> /rho <sub>1</sub> = |  | T <sub>2</sub> /T <sub>1</sub> =   |  |

#### Oblique Shock Relations

Perfect Gas, Gamma = 1.4, angles in degrees.

Scratch pad = Evaluate

$$M = 1$$

$$\frac{T}{T_0} = 0,8333$$

$$\frac{T}{T^*} = 1$$

$$T = 0,8333 \times 298\text{K}$$

$$T = T^* = 248,33 \text{ (248,33)}$$