

Escoamentos Compressíveis

Lista 01



Exercício 01

Questão 01. Ar escoa em regime permanente entre duas seções de um duto. Na seção 1, $T_1=80^\circ\text{C}$ e $P_1=301\text{ KPa}$ e na seção 2 $T_2=180^\circ\text{C}$ $P_2=181\text{ KPa}$. Calcule a mudança de:
a. Energia interna; b. Entalpia; c. massa específica; d. entropia



$$a) \Delta u = c_v \Delta T$$

$$b) \Delta h = c_p \Delta T$$

$$c) \Delta s = s_2 - s_1$$

$$d) \Delta s = c_p \ln(T_2/T_1) - R \ln(P_2/P_1)$$

$$An: k = 1,4$$

$$k = \frac{C_p}{C_v}$$

$$R = 287 \frac{J}{kg \cdot K}$$

TABELA A.5

Propriedades de vários gases ideais a 25 °C e 100 kPa*

Gás	Fórmula química	Peso molecular	R kJ/kg K	ρ (kg/m³)	C_{p0} kJ/kg K	C_{v0} kJ/kg K	$k = C_p/C_v$
Acetileno	C ₂ H ₂	26,038	0,3193	1,05	1,699	1,380	1,231
Água (vapor)	H ₂ O	18,015	0,4615	0,0231	1,872	1,410	1,327
Ar		28,97	0,287	1,169	1,004	0,717	1,400
Amônia	NH ₃	17,031	0,4882	0,694	2,130	1,642	1,297
Argônio	Ar	39,948	0,2081	1,613	0,520	0,312	1,667
Butano	C ₄ H ₁₀	58,124	0,1430	2,407	1,716	1,573	1,091
Dióxido de Carbono	CO ₂	44,01	0,1889	1,775	0,842	0,653	1,289

TABELA A.6

Calor específico a pressão constante de vários gases ideais em função da temperatura

Talking:

		$C_{p0} = C_0 + C_1\theta + C_2\theta^2 + C_3\theta^3$		kJ/kg K			$\theta = T \text{ (Kelvin)}/1000$
Gás	Fórmula	C_0	C_1	C_2	C_3	Intervalo K	
Acetileno	C ₂ H ₂	1,03	2,91	-1,92	0,54	50-1200	
Água (vapor)	H ₂ O	1,79	0,107	0,586	-0,20	50-1200	
Amônia	NH ₃	1,60	1,40	1,00	-0,7	50-1200	
Ar		1,05	-0,365	0,85	-0,39	50-1200	
Argônio	Ar	0,52	0	0	0	50-1200	
Butano	C ₄ H ₁₀	0,163	5,70	-1,906	-9,049	50-1200	
Dióxido de carbono	CO ₂	0,45	1,67	-1,27	0,39	250-1200	

$$\left. \begin{array}{l} c_p = 1,024 \text{ kJ/kg K} \\ c_v = 0,717 \text{ kJ/kg K} \end{array} \right\} \text{Análise a ar frio (Tambor)}$$

TABELA A.6

Calor específico a pressão constante de vários gases ideais em função da temperatura

Talking:

		$c_{p0} = c_0 + c_1\theta + c_2\theta^2 + c_3\theta^3$ kJ/kg K				$\theta = T \text{ (Kelvin)}/1000$
Gás	Fórmula	c_0	c_1	c_2	c_3	Intervalo K
Acetileno	C_2H_2	1,03	2,91	-1,92	0,54	50-1200
Água (vapor)	H_2O	1,79	0,107	0,586	-0,20	50-1200
Amônia	NH_3	1,60	1,40	1,00	-0,7	50-1200
Ar		1,05	-0,365	0,85	-0,39	50-1200
Argônio	Ar	0,52	0	0	0	50-1200
Butano	C_4H_{10}	0,163	5,70	-1,906	-9,049	50-1200
Dióxido de carbono	CO_2	0,45	1,67	-1,27	0,39	250-1200

$$T = 130^\circ C = 403,16 K$$

$$c_p = 1,05 - 0,365\theta + 0,85\theta^2 - 0,39\theta^3$$

$$c_p = 1,015$$

$$C_p \approx 1,015 \Rightarrow C_v = C_p - R = 1,015 - 0,287 \Rightarrow C_v = 0,7285 \frac{\text{kJ}}{\text{kg K}}$$

$$du = 0,7285 \frac{\text{kJ}}{\text{kg K}} (180 - 80) \text{ K} \Rightarrow du = 72,85 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$dh = 1,015 \frac{\text{kJ}}{\text{kg K}} (180 - 80) \text{ K} \Rightarrow dh = 101,5 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$P = \rho R T \Rightarrow \rho = \frac{P}{R \cdot T}$$

$$\rho_1 = \frac{301 \text{ kPa}}{0,287 \frac{\text{kJ}}{\text{kg K}} \cdot (180 + 273,16) \text{ K}} \Rightarrow \rho_1 = 2,9697 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$\rho_2 = \frac{181 \text{ kPa}}{0,287 \frac{\text{kJ}}{\text{kg K}} \cdot (180 + 273,16) \text{ K}} \Rightarrow \rho_2 = 1,3917 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$\Delta \rho = -1,578 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$\Delta S = C_p \ln \left(\frac{T_2}{T_1} \right) - R \ln \left(\frac{P_2}{P_1} \right)$$



$$\Delta S = \underbrace{1,015}_{\frac{kJ}{kg \cdot K}} \ln \left(\frac{180 + 273,16}{80 + 273,16} \right) - \underbrace{0,287}_{\frac{kJ}{kg \cdot K}} \ln \left(\frac{181 \text{ kPa}}{301 \text{ kPa}} \right)$$

$$\Delta S = 0,333 \frac{kJ}{kg \cdot K}$$

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