C.02.01.A1 – Modelo de Mistura Reativa Ideal

Aplicação em FTAF – Finite Time Air-Fuel Otto Engine Model

Prof. C. Naaktgeboren, PhD

https://github.com/CNThermSci/ApplThermSci

Compiled on 2020-09-13 02h20m27s UTC

Apresentação: Frações de Massa e Molares:

- Mistura m com p componentes indexados por k;

Apresentação: Frações de Massa e Molares:

- Mistura m com p componentes indexados por k;
- Caracterizada pelas frações mássicas, mf_k, e frações molares, y_k:

Apresentação: Frações de Massa e Molares:

- Mistura m com p componentes indexados por k;
- Caracterizada pelas frações mássicas, mf_k, e frações molares, y_k:

$$\mathrm{mf}_k = \frac{m_k}{m_m}, \qquad \text{e} \qquad \mathrm{y}_k = \frac{n_k}{n_m},$$

Apresentação: Frações de Massa e Molares:

- Mistura m com p componentes indexados por k;
- Caracterizada pelas frações mássicas, mf_k, e frações molares, y_k:

$$\mathrm{mf}_k = \frac{m_k}{m_m}, \qquad \text{e} \qquad \mathrm{y}_k = \frac{n_k}{n_m},$$

- Massa da mistura, m_m, e sua quantidade química, n_m:

Apresentação: Frações de Massa e Molares:

- Mistura m com p componentes indexados por k;
- Caracterizada pelas frações mássicas, mf_k, e frações molares, y_k:

$$\mathrm{mf}_k = \frac{m_k}{m_m}, \qquad \text{e} \qquad \mathrm{y}_k = \frac{n_k}{n_m},$$

- Massa da mistura, m_m, e sua quantidade química, n_m:

$$m_m = \sum_{k=1}^{p} m_k, \qquad \text{e} \qquad n_m = \sum_{k=1}^{p} n_k.$$

Massa Molecular e Constante de Gás Aparentes:

- Massa molecular aparente, M_m: média ponderada pelas frações molares:

Massa Molecular e Constante de Gás Aparentes:

- Massa molecular aparente, M_m: média ponderada pelas frações molares:

$$M_m = \frac{m_m}{n_m} = \sum_{k=1}^{p} \mathrm{y}_k M_k,$$

Massa Molecular e Constante de Gás Aparentes:

- Massa molecular aparente, M_m: média ponderada pelas frações molares:

$$M_m = \frac{m_m}{n_m} = \sum_{k=1}^{p} y_k M_k,$$

- Define a constante de gás aparente, R_m, junto com $\bar{R}$:

Massa Molecular e Constante de Gás Aparentes:

- Massa molecular aparente, M_m: média ponderada pelas frações molares:

$$M_m = \frac{m_m}{n_m} = \sum_{k=1}^{p} y_k M_k,$$

- Define a constante de gás aparente, R_m, junto com $\bar{R}$:

$$R_m = \frac{\bar{R}}{M_m}.$$

Equação de Estado e Calores Específicos Componentes:

- Mistura de comportamento $P-T-v$ ideal:

Equação de Estado e Calores Específicos Componentes:

- Mistura de comportamento $P - T - v$ ideal:

$$P_m V_m = n_m \bar{R} T_m = m_m R_m T_m.$$

Equação de Estado e Calores Específicos Componentes:

- Mistura de comportamento $P - T - v$ ideal:

$$P_m V_m = n_m \bar{R} T_m = m_m R_m T_m.$$

- Modelo de calor específico $\bar{c}_{p,k}(T) = \bar{c}_{v,k}(T) + \bar{R}$ para cada componente k:

Equação de Estado e Calores Específicos Componentes:

- Mistura de comportamento $P-T-v$ ideal:

$$P_m V_m = n_m \bar{R} T_m = m_m R_m T_m.$$

- Modelo de calor específico $\bar{c}_{p,k}(T) = \bar{c}_{v,k}(T) + \bar{R}$ para cada componente k:

$$\bar{c}_{p,k}(T) \overset{\text{mod}}{=} \sum_{i=-4}^{4} a_{i,k} T^i$$

Equação de Estado e Calores Específicos Componentes:

- Mistura de comportamento $P - T - v$ ideal:

$$P_m V_m = n_m \bar{R} T_m = m_m R_m T_m.$$

- Modelo de calor específico $\bar{c}_{p,k}(T) = \bar{c}_{v,k}(T) + \bar{R}$ para cada componente k:

$$\bar{c}_{p,k}(T) \overset{\text{mod}}{=} \sum_{i=-4}^{4} a_{i,k} T^i \qquad , \qquad T_{min} \leqslant T \leqslant T_{max}.$$

Equação de Estado e Calores Específicos Componentes:

- Mistura de comportamento $P-T-v$ ideal:

$$P_m V_m = n_m \bar{R} T_m = m_m R_m T_m.$$

- Modelo de calor específico $\bar{c}_{p,k}(T) = \bar{c}_{v,k}(T) + \bar{R}$ para cada componente k:

$$\bar{c}_{p,k}(T) \overset{\text{mod}}{=} \sum_{i=-4}^{4} a_{i,k} T^i \pm w_{cp}, \qquad T_{min} \leqslant T \leqslant T_{max}.$$

Calores Específicos da Mistura:

- À volume constante, $\bar{c}_{v,m}(T)$:

Calores Específicos da Mistura:

- À volume constante, $\bar{c}_{v,m}(T)$:

$$\bar{c}_{v,m}(T) = \sum_{k=1}^{p} \bar{c}_{v,k}(T).$$

Calores Específicos da Mistura:

- À volume constante, $\bar{c}_{v,m}(T)$:

$$\bar{c}_{v,m}(T) = \sum_{k=1}^{p} \bar{c}_{v,k}(T).$$

- À pressão constante, $\bar{c}_{p,m}(T)$:

Calores Específicos da Mistura:

- À volume constante, $\bar{c}_{v,m}(T)$:

$$\bar{c}_{v,m}(T) = \sum_{k=1}^{p} \bar{c}_{v,k}(T).$$

- À pressão constante, $\bar{c}_{p,m}(T)$:

$$\bar{c}_{p,m}(T) = \sum_{k=1}^{p} \bar{c}_{p,k}(T).$$

Entalpia de Componentes Reativos:

$$H_k(T) = n_k \bar{h}_k(T) = m_k h_k(T), \quad \rightarrow$$

Entalpia de Componentes Reativos:

$$
\begin{aligned}
H_k(T) &= n_k \bar{h}_k(T) = m_k h_k(T), \\
&= n_k[\bar{h}^0_{f,k} + \bar{h}^0_k(T)],
\end{aligned}
$$

Entalpia de Componentes Reativos:

$$
\begin{aligned}
H_k(T) &= n_k \bar{h}_k(T) = m_k h_k(T), \quad \rightharpoondown \\
&= n_k[\bar{h}^0_{f,k} + \bar{h}^0_k(T)], \quad \rightharpoondown \\
&= n_k \left[\bar{h}^0_{f,k} + \int_{T_0}^{T} \bar{c}_{p,k}(T)\, dT \right], \text{ onde}
\end{aligned}
$$

Entalpia de Componentes Reativos:

$$\begin{aligned} H_k(T) &= n_k \bar{h}_k(T) = m_k h_k(T), \quad \rightharpoonup \\ &= n_k[\bar{h}^0_{f,k} + \bar{h}^0_k(T)], \quad \rightharpoonup \\ &= n_k \left[\bar{h}^0_{f,k} + \int_{T_0}^{T} \bar{c}_{p,k}(T)\, dT \right], \text{ onde} \end{aligned}$$

- $\bar{h}^0_{f,k}$ é a entalpia específica molar de formação do componente k...

Entalpia de Componentes Reativos:

$$
\begin{aligned}
H_k(T) &= n_k \bar{h}_k(T) = m_k h_k(T), \\
&= n_k [\bar{h}^0_{f,k} + \bar{h}^0_k(T)], \\
&= n_k \left[\bar{h}^0_{f,k} + \int_{T_0}^{T} \bar{c}_{p,k}(T)\, dT \right], \text{ onde}
\end{aligned}
$$

- $\bar{h}^0_{f,k}$ é a entalpia específica molar de formação do componente k...
- ...no estado de referência $(P_0, T_0) \equiv (1\text{ atm}, 298.15\text{ K})$; e

Entalpia de Componentes Reativos:

$$
\begin{aligned}
H_k(T) &= n_k \bar{h}_k(T) = m_k h_k(T), \quad \rightarrow \\
&= n_k[\bar{h}^0_{f,k} + \bar{h}^0_k(T)], \quad \rightarrow \\
&= n_k \left[\bar{h}^0_{f,k} + \int_{T_0}^{T} \bar{c}_{p,k}(T)\, dT \right], \text{ onde}
\end{aligned}
$$

- $\bar{h}^0_{f,k}$ é a entalpia específica molar de formação do componente k...
- ...no estado de referência $(P_0, T_0) \equiv (1 \text{ atm}, 298.15 \text{ K})$; e
- $\bar{h}^0_k$ é a entalpia específica molar do comp. k, em relação ao estado de ref. (P_0, T_0).

Energia Interna de Componentes Reativos:

$$U_k(T) = n_k \bar{u}_k(T) = m_k u_k(T), \quad \rightharpoondown$$

Energia Interna de Componentes Reativos:

$$
\begin{aligned}
U_k(T) &= n_k \bar{u}_k(T) = m_k u_k(T), \quad \rightharpoondown \\
&= n_k [\bar{u}^0_{f,k} + \bar{u}^0_k(T)], \quad \rightharpoondown
\end{aligned}
$$

Energia Interna de Componentes Reativos:

$$
\begin{aligned}
U_k(T) &= n_k \bar{u}_k(T) = m_k u_k(T), \\
&= n_k [\bar{u}^0_{f,k} + \bar{u}^0_k(T)], \\
&= n_k \left[\bar{u}^0_{f,k} + \int_{T_0}^{T} \bar{c}_{v,k}(T)\, dT \right], \text{ onde}
\end{aligned}
$$

Energia Interna de Componentes Reativos:

$$U_k(T) = n_k \bar{u}_k(T) = m_k u_k(T), \quad \rightharpoondown$$

$$= n_k[\bar{u}^0_{f,k} + \bar{u}^0_k(T)], \quad \rightharpoondown$$

$$= n_k \left[\bar{u}^0_{f,k} + \int_{T_0}^{T} \bar{c}_{v,k}(T)\, dT \right], \text{ onde}$$

$$\bar{u}^0_{f,k} \equiv \bar{h}^0_{f,k} - P_0 \bar{v}_0 = \bar{h}^0_{f,k} - \bar{R} T_0, \text{ e}$$

Energia Interna de Componentes Reativos:

$$U_k(T) = n_k \bar{u}_k(T) = m_k u_k(T), \quad \rightharpoondown$$

$$= n_k[\bar{u}^0_{f,k} + \bar{u}^0_k(T)], \quad \rightharpoondown$$

$$= n_k \left[\bar{u}^0_{f,k} + \int_{T_0}^{T} \bar{c}_{v,k}(T)\, dT\right], \text{ onde}$$

$$\bar{u}^0_{f,k} \equiv \bar{h}^0_{f,k} - P_0 \bar{v}_0 = \bar{h}^0_{f,k} - \bar{R} T_0, \text{ e}$$

- $\bar{u}^0_k$ é a energia interna específica molar do comp. k, em relação a (P_0, T_0).

Energia Interna da Mistura Reativa:

$$U_m(T) = \sum_{k=1}^{p} U_k(T) \equiv U_{f,m}^0 + U_m^0(T), \text{ com}$$

Energia Interna da Mistura Reativa:

$$U_m(T) = \sum_{k=1}^{p} U_k(T) \equiv U^0_{f,m} + U^0_m(T), \text{ com}$$

$$U^0_{f,m} = \sum_{k=1}^{p} n_k \bar{u}^0_{f,k} = \sum_{k=1}^{p} n_k \bar{h}^0_f - n_m \bar{R} T_0 = H^0_{f,m} - n_m \bar{R} T_0, \text{ e}$$

Energia Interna da Mistura Reativa:

$$U_m(T) = \sum_{k=1}^{p} U_k(T) \equiv U_{f,m}^0 + U_m^0(T), \text{ com}$$

$$U_{f,m}^0 = \sum_{k=1}^{p} n_k \bar{u}_{f,k}^0 = \sum_{k=1}^{p} n_k \bar{h}_f^0 - n_m \bar{R} T_0 = H_{f,m}^0 - n_m \bar{R} T_0, \text{ e}$$

$$U_m^0(T) = \sum_{k=1}^{p} n_k \bar{u}_k^0(T) = \sum_{k=1}^{p} n_k \int_{T_0}^{T} \bar{c}_{v,k}(T)\, dT.$$

Photo by eberhard grossgasteiger from Pexels