

Esercitazione su effetti termici delle trasformazioni (1)

1) *Vapore d'acqua inizialmente a 120°C deve essere portato a 250°C. Calcolare la variazione di entalpia.*

Soluzione

Con riferimento a quanto riportato nelle tabelle del testo Smith, Van Ness e Abbott, Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics (7ma edizione), dalla tabella C.1 si ricavano i coefficienti A, B, C e D da utilizzare nella formula seguente

$$\frac{\Delta H}{R} = \int_{T_1}^{T_2} \frac{C_p}{R} dT = \int_{T_1}^{T_2} \left(A + BT + CT^2 + \frac{D}{T^2} \right) dT = AT_1(\tau - 1) + \frac{B}{2}T_1^2(\tau^2 - 1) + \frac{C}{3}T_1^3(\tau^3 - 1) + \frac{D}{T_1} \left(\frac{\tau - 1}{\tau} \right)$$

in cui $\tau = \frac{T_2}{T_1}$

e, per acqua in fase vapore, considerato gas ideale, A=3.470; B=1.450e-3; C=0; D=0.121e5.

Ricordando che la temperatura nella equazione sopra scritta deve essere espressa in gradi Kelvin, si ha una variazione di entalpia pari a 4.531 kJ/mol.

2) *Calcolare il calore richiesto per portare una mole di metano da 260°C a 600°C, considerando il processo allo stato stazionario e a pressione costante.*

Soluzione

Con le ipotesi di partenza (processo allo stato stazionario e a pressione costante), considerando la pressione del sistema sufficientemente bassa così da poter considerare il metano come gas ideale, il calore richiesto lo si può calcolare come variazione di entalpia, data da

$$\frac{\Delta H}{R} = \int_{T_1}^{T_2} \frac{Cp}{R} dT = \int_{T_1}^{T_2} \left(A + BT + CT^2 + \frac{D}{T^2} \right) dT = AT_1(\tau - 1) + \frac{B}{2}T_1^2(\tau^2 - 1) + \frac{C}{3}T_1^3(\tau^3 - 1) + \frac{D}{T_1} \left(\frac{\tau - 1}{\tau} \right)$$

in cui $\tau = \frac{T_2}{T_1}$

e, per il metano, considerato gas ideale, $A=1.702$; $B=9.081e-3$; $C=-2.164e-6$ 0; $D=0$ (dalla tabella C.1 del testo Smith, Van Ness e Abbott, Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics, 7ma edizione).

Ricordando che la temperatura nella equazione sopra scritta deve essere espressa in gradi Kelvin, si ha una variazione di entalpia, e quindi un calore richiesto, pari a 19800 J.

3) *Risolvere l'esercizio precedente, utilizzando il calore specifico medio-entalpico.*

Soluzione

Il calore specifico medio entalpico è definito come

$$\frac{\langle Cp \rangle_H}{R} = \frac{\int_{T_1}^{T_2} \frac{Cp}{R} dT}{(T_2 - T_1)}$$

che, per quanto visto sopra, può essere ridotto alla seguente formula

$$\frac{\langle Cp \rangle_H}{R} = A + \frac{B}{2}T_1(\tau + 1) + \frac{C}{3}T_1^2(\tau^2 + \tau + 1) + \frac{D}{\tau T_1^2}$$

in cui $\tau = \frac{T_2}{T_1}$

e, per il metano, considerato gas ideale, $A=1.702$; $B=9.081e-3$; $C=-2.164e-6$; $D=0$, si ha

$$\frac{\langle Cp \rangle_H}{R} = 6.997$$

da cui si calcola il calore richiesto come variazione di entalpia secondo la formula

$$\Delta H = \frac{\langle Cp \rangle_H}{R} (T_2 - T_1) = 19800 \text{ J.}$$