

ESERCIZIO SVOLTO

Argomenti:

A Efflusso di un aeriforme

A Esercizio 1

Da un recipiente effluisce anidride carbonica CO_2 attraverso una luce libera. A monte della luce la pressione assoluta del fluido è $p_1 = 42 \text{ bar}$ e la temperatura è pari a 450°C , mentre a valle la pressione assoluta si è ridotta al valore $p_2 = 25 \text{ bar}$.

Determinare la temperatura sulla sezione finale della vena fluida, la velocità teorica e quella reale di efflusso del gas, assumendo un coefficiente riduttivo $\varphi = 0,82$.

SOLUZIONE

Assumiamo per la CO_2 la costante:

$$R = 188,9 \left[\frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \right]$$

Calcoliamo il volume massico nella sezione 1 a monte della luce, ricordando che a 450°C corrispondono $450 + 273 = 723 \text{ K}$:

$$v_{m1} = \frac{R \cdot T_1}{p_1} = \frac{188,9 \cdot 723}{42 \cdot 10^5} = 0,0325 \left[\frac{\text{m}^3}{\text{kg}} \right]$$

Poiché l'efflusso avviene adiabaticamente, dall'equazione dell'adiabatica:

$$p_1 \cdot v_{m1}^k = p_2 \cdot v_{m2}^k$$

si ricava:

$$v_{m2} = v_{m1} \cdot \left(\frac{p_1}{p_2} \right)^{\frac{1}{k}}$$

dove per la CO_2 si ha $k = 1,3$:

$$v_{m2} = 0,0325 \cdot \left(\frac{42 \cdot 10^5}{25 \cdot 10^5} \right)^{\frac{1}{1,3}} = 0,0484 \left[\frac{\text{m}^3}{\text{kg}} \right]$$

Dall'equazione dei gas perfetti $p_2 \cdot v_{m2} = R \cdot T_2$ si ricava la temperatura sulla sezione 2:

$$T_2 = \frac{p_2 \cdot v_{m2}}{R} = \frac{25 \cdot 10^5 \cdot 0,0484}{188,9} = 640,5 \text{ K} = 367,5^\circ\text{C}$$

La *velocità teorica di efflusso* si può calcolare con la formula di Saint-Venant:

$$v_{2t} = \sqrt{\frac{2k}{k-1} \cdot p_1 \cdot v_{m1} \cdot \left[1 - \left(\frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{k-1}{k}} \right]} =$$

$$= \sqrt{\frac{2,6}{0,3} \cdot 42 \cdot 10^5 \cdot 0,0325 \cdot \left[1 - \left(\frac{25 \cdot 10^5}{42 \cdot 10^5} \right)^{\frac{0,3}{1,3}} \right]} \approx 365,3 \quad \left[\frac{\text{m}}{\text{s}} \right]$$

La *velocità reale di efflusso* è dunque:

$$v_{2r} = \varphi \cdot v_{2t} = 0,82 \cdot 365,3 \approx 299,5 \quad \left[\frac{\text{m}}{\text{s}} \right]$$

VERIFICA DELL'APPRENDIMENTO

Riconoscere se le seguenti affermazioni sono vere (V) o false (F).

1. Per un fluido comprimibile la portata massica è direttamente proporzionale al volume massico.
2. La velocità reale di efflusso di un gas da un foro di un recipiente dipende dalla differenza di entalpia dell'aeriforme tra l'interno e l'esterno del recipiente.

☐ V ☐ F

☐ V ☐ F