

Un kg di vapor d'acqua alla pressione di 9 bar è racchiuso in un recipiente di $0,2 \text{ m}^3$.

Se lo si riscalda fino a 400°C , quanto calore è stato dato?

Soluzione

Dalle tabelle *pressione - stato saturo* leggiamo i valori caratteristici del vapore

$\left\{ \begin{array}{l} p \\ \text{bar} \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} t \\ ^\circ\text{C} \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} v' \\ \text{m}^3/\text{kg} \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} v'' \\ \text{m}^3/\text{kg} \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} \rho \\ \text{kg}/\text{m}^3 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} h' \\ \text{kJ}/\text{kg} \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} h'' \\ \text{kJ}/\text{kg} \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} r \\ \text{kJ}/\text{kg} \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} s' \\ \text{kJ}/\text{kg}^\circ\text{K} \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} s'' \\ \text{kJ}/\text{kg}^\circ\text{K} \end{array} \right.$
9	175,36	0,0011	0,2148	4,655	742,64	2772,1	2029,5	2,0941	6,6192

Poiché $v'' = 0,2148 > 0,2 \text{ m}^3/\text{kg}$ il vapore è nel campo dei vapori saturi.

La trasformazione avviene a $v = \text{costante} = 0,2 \text{ m}^3$. Quindi scriveremo

(1) $q = u_2 - u_1$ Il titolo del vapore è:

(2) $x_1 = \frac{0,2 - 0,0011}{0,2148 - 0,0011} = 0,931$ L'energia interna iniziale è:

(3) $u_1 = h_1' + [r_1 - p_1(v'' - v')]x_1 = 742640 + [2029500 - 9 \cdot 10^5(0,2148 - 0,0011)] \cdot 0,931 = 2453 \text{ kJ}/\text{kg}$

Per il calcolo della energia interna finale ricordiamo *l'equazione di Callendar - Mollier*

(4) $v = \frac{R_u T}{\mu p} + 0,001 - 0,075 \left(\frac{273}{273 + t} \right)^{10/3} \Rightarrow 0,2 = \frac{8314 \cdot 673}{18 \cdot p} + 0,001 - 0,075 \left(\frac{273}{273 + t} \right)^{10/3} \Rightarrow$
 $0,2 - 0,001 + 0,075 \left(\frac{273}{273 + t} \right)^{10/3} = \frac{8314 \cdot 673}{18 \cdot p} \Rightarrow p = \frac{8314 \cdot 673}{18 \cdot 0,2027} = 15,335 \text{ bar}$

e dunque la u_2 è:

(5) $u_2 = h_2' + r_2 + [c_{p_m}]_{199^\circ\text{C}}^{400^\circ\text{C}} (400 - 199) - p_2(v_2'' - v_2') =$
 $= 847000 + 1942000 + 2260 \cdot (400 - 199) - 1533500 \cdot (0,2 - 0,001) = 2938 \text{ kJ}/\text{kg}$

(6) $u_2 - u_1 = 2938 - 2453 = 485 \text{ kJ}/\text{kg}$

