

Termodinamica degli stati

Calcolo proprietà dell'acqua

Esercizio 1

Determinare lo stato termodinamico dell'acqua in corrispondenza dei seguenti valori di temperatura e pressione:

1. $t = 80,0 \text{ }^\circ\text{C}$ e $p = 0,474 \text{ bar}$;
2. $t = 80,0 \text{ }^\circ\text{C}$ e $p = 0,253 \text{ bar}$
3. $t = 80,0 \text{ }^\circ\text{C}$ e $p = 1,013 \text{ bar}$

[R: 1) Saturazione; 2) Vapore surriscaldato; 3) Liquido sottoraffreddato]

Esercizio 2

Calcolare l'entalpia specifica per l'acqua nelle seguenti condizioni:

1. $t = 130 \text{ }^\circ\text{C}$, $x = 0$
2. $t = 130 \text{ }^\circ\text{C}$, $x = 0,4$
3. $t = 130 \text{ }^\circ\text{C}$, $x = 1,0$

[R: 1) $h=546 \text{ kJ/kg}$; 2) $h=1,41 \times 10^3 \text{ kJ/kg}$ 3) $h=2,72 \times 10^3 \text{ kJ/kg}$]

Esercizio 3

Sapendo che una massa $m=10,0 \text{ kg}$ di acqua alla temperatura di $t=100 \text{ }^\circ\text{C}$ occupa un volume $V=5,00 \text{ m}^3$, calcolare la pressione p e l'entalpia specifica h .

[R: $p=1,01 \text{ bar}$; $h=1,09 \times 10^3 \text{ kJ/kg}$]

Esercizio 4

Si individui lo stato termodinamico e si calcolino la pressione p ed il volume specifico v dell'acqua in corrispondenza di una temperatura $t=102 \text{ }^\circ\text{C}$ ed una entalpia specifica $h=1648 \text{ kJ/kg}$.

[R: Stato termodinamico: Saturazione; $p=1,09 \text{ bar}$; $v=8,53 \times 10^{-1} \text{ m}^3/\text{kg}$]

Esercizio 5

Si calcoli il volume V occupato da una massa $m=2,25 \text{ kg}$ di acqua che alla pressione $p=0,800 \text{ bar}$ presenta un valore di entropia specifica $s=3,42 \text{ kJ}/(\text{kg K})$.

[R: $V=1,66 \text{ m}^3$]

Esercizio 6

Dell'acqua alla pressione $p=1,23 \text{ bar}$ presenta un valore di entropia specifica $s=2,41 \text{ kJ}/(\text{kg K})$. Si calcolino:

1. stato termodinamico;
2. entalpia specifica h ;
3. energia interna specifica u .

[R: Stato termodinamico: Saturazione; $h=837 \text{ kJ/kg}$; $u=2,07 \times 10^3 \text{ kJ/kg}$]

Esercizio 7

Determinare lo stato termodinamico e calcolare entalpia specifica h , energia interna specifica u , entropia specifica s e volume specifico v per l'acqua nelle seguenti condizioni:

1. $p_1=0,50 \text{ bar}$, $t_1=120 \text{ }^\circ\text{C}$;
2. $p_2=20 \text{ bar}$, $t_2=140 \text{ }^\circ\text{C}$;
3. $p_3=60 \text{ bar}$, $t_3=280 \text{ }^\circ\text{C}$;

[R: 1) Vapore surriscaldato, $h_1=2721 \text{ kJ/kg}$, $u_1=2542 \text{ kJ/kg}$, $s_1=7,797 \text{ kJ}/(\text{kg K})$; 2) Liquido sottoraffreddato, $h_2=604,7 \text{ kJ/kg}$, $u_2=588,1 \text{ kJ/kg}$, $s_2=1,736 \text{ kJ}/(\text{kg K})$; 3) Vapore surriscaldato, $h_3=2802 \text{ kJ/kg}$, $u_3=2604 \text{ kJ/kg}$, $s_3=5,921 \text{ kJ}/(\text{kg K})$]

Gas Ideale

Esercizio 1

In un recipiente indeformabile è contenuto dell'ossigeno alla pressione $p_1=3,00 \text{ atm}$ ed alla temperatura $t_1=20,0 \text{ }^\circ\text{C}$. Si vuole portare la pressione a $p_2=4,00 \text{ atm}$ mediante innalzamento della temperatura. Calcolare:

1. la temperatura alla quale è necessario arrivare per ottenere l'incremento di pressione voluto.

Cosa cambierebbe se il serbatoio contenesse azoto?

[R: 1) $t_2=118 \text{ }^\circ\text{C}$; Azoto: $t_2=118 \text{ }^\circ\text{C}$]

Esercizio 2

Un sistema pistone-cilindro contiene azoto alla temperatura $t_1=100\text{ }^\circ\text{C}$ ed alla pressione $p_1=2,02\text{ atm}$. Il volume iniziale V_1 del recipiente è pari a $82,3\text{ cm}^3$. Sapendo che successivamente l'azoto viene portato alla temperatura $t_2=30,0\text{ }^\circ\text{C}$ e pressione $p_2=1,54\text{ atm}$, calcolare:

- il volume finale V_2 ;
- la variazione di energia interna ΔU ;
- la variazione di entalpia specifica Δh .

Ritenere nulli gli attriti tra pistone e cilindro.

[R: $V_2=8,79 \times 10^{-5}\text{ m}^3$; $\Delta U=-7,73\text{ kJ}$; $\Delta h=-72,8\text{ kJ/kg}$]

Esercizio 3

Un recipiente indeformabile contiene dell'azoto alla temperatura $t_1=20,0\text{ }^\circ\text{C}$ e pressione $p_1=1,00\text{ atm}$. Successivamente la temperatura dell'azoto viene innalzata portandola ad un valore $t_2=80,0\text{ }^\circ\text{C}$. Si calcolino:

1. pressione finale p_2 ;
2. variazione di entalpia specifica Δh ;
3. variazione di energia interna specifica Δu ;
4. variazione di entropia specifica Δs .

[R: 1) $p_2=1,20\text{ bar}$; 2) $\Delta h=62,4\text{ kJ/kg}$; 3) $\Delta u=44,6\text{ kJ/kg}$; 4) $\Delta s=0,140\text{ kJ/(kg K)}$]

Esercizio 4

Una massa di anidride carbonica $m=2,00\text{ kg}$ si trova inizialmente alla temperatura $T_1=320\text{ K}$ e pressione $p_1=2,50\text{ atm}$. Successivamente la temperatura viene innalzata fino a $T_2=450\text{ K}$. Calcolare la variazione di entalpia specifica Δh , di energia interna specifica Δu e di entropia totale ΔS nei seguenti casi:

- trasformazione isocora;
- trasformazione isobara.

[R: Isocora: $\Delta h=112\text{ kJ/kg}$; $\Delta u=87,9\text{ kJ/kg}$; $\Delta S=0,461\text{ kJ/K}$; Isobara: $\Delta h=112\text{ kJ/kg}$; $\Delta u=87,9\text{ kJ/kg}$; $\Delta S=0,590\text{ kJ/K}$]

Esercizio 5

Un sistema pistone cilindro contiene $1,00\text{ m}^3$ di aria alla temperatura $t_1=20,0\text{ }^\circ\text{C}$ e pressione $p_1=1,00\text{ atm}$. Il pistone, di diametro $D=0,650\text{ m}$, si muove senza attrito con il cilindro. Ritenendo che la temperatura rimanga costante, quanto deve essere la diminuzione ΔH_p dell'altezza del pistone affinché la pressione dell'aria aumenti fino a $p_2=4,50\text{ atm}$? Si calcolino, inoltre, la variazione di entalpia specifica Δh , di energia interna specifica Δu e di entropia specifica Δs .

[R: $\Delta H_p=1,00\text{ m}$; $\Delta h=0$; $\Delta u=0$; $\Delta s=-0,430\text{ kJ/(kg K)}$]

Liquido incomprimibile**Esercizio 1**

Un recipiente indeformabile contiene $1,00\text{ kg}$ di acqua alla temperatura $t_1=10,0\text{ }^\circ\text{C}$ e pressione $p_1=1,01\text{ bar}$. Successivamente viene fornita energia termica fino a portare l'acqua ad una temperatura $t_2=60,0\text{ }^\circ\text{C}$. Calcolare la variazione di energia interna totale ΔU , la variazione di entalpia totale ΔH e la variazione di entropia totale ΔS dell'acqua.

[R: $\Delta U=\Delta H=210\text{ kJ}$; $\Delta S=0,680\text{ kJ/K}$]

Esercizio 2

Una portata d'acqua attraversa una condotta orizzontale con moto unidimensionale e stazionario. La sezione di ingresso è uguale alla sezione di uscita. La temperatura e la pressione in ingresso sono pari, rispettivamente, a $t_1=15,0\text{ }^\circ\text{C}$ e $p_1=1,95\text{ bar}$; in uscita l'acqua si trova in condizioni di liquido saturo. Ritenendo trascurabili le perdite di carico nel condotto, calcolare la variazione di entalpia specifica Δh e la variazione di entropia specifica Δs tra le sezioni di ingresso e di uscita.

[R: $\Delta u=\Delta h=439\text{ kJ/kg}$; $\Delta s=1,30\text{ kJ/(kg K)}$]