

ESERCIZI SU I E II LEGGE PER SISTEMI CHIUSI (rif. Capitolo 2)**agg.: 05/12/2011**

Es. A.1 – Si ritenga che una persona a riposo trasferisca mediamente all'ambiente 100 W e che in un teatro, contenente 1800 persone l'impianto di condizionamento cessi di funzionare. si assuma che le pareti esterne del teatro siano adiabatiche.

- Si calcoli la variazione di energia interna dell'aria nel teatro dopo 15 minuti;
- qual è la corrispondente variazione di energia interna per il sistema contenente aria e persone?

Es. A.2 – In un impianto termoelettrico il fluido circolante è assoggettato ad una trasformazione ciclica. Ciascun chilogrammo riceve in caldaia come calore 1200 kJ per ciclo. L'energia trasferita all'ambiente è, per ciascun chilogrammo, 400 kJ per ciclo. Qual è l'energia termica che l'impianto cede all'ambiente per ogni ciclo?

Es. A.3 – supponga di fornire come calore 180 kJ ad un sistema chiuso che evolva da uno stato 1 ad uno stato 2 con un incremento di energia interna di 100 kJ. Per riportare il sistema nel suo stato iniziale (dallo stato 2 allo stato 1) l'ambiente dà al sistema 95 kJ di energia come lavoro. Quanto valgono l'interazione meccanica nel processo 1-2 e quella termica nel processo 2-1 ?

Es. A.4 – Un contenitore rigido di 0.28 m^3 si trova, con la sua parte superiore aperta, in un forno in cui c'è aria a 730 K e 100 kPa. Il contenitore è sigillato, tolto dal forno, e lasciato raffreddare fino a 300 K. Si determinino la pressione finale dell'aria e l'energia termica ceduta.

Es. A.5 – Dell'ossigeno che a 30 °C e 0.3 MPa occupa 5.3 m^3 , deve essere portato alla pressione di 7.3 bar. Determinare l'energia termica trasferita nel caso di trasformazione isocora e calori specifici costanti con la temperatura.

Es. A.6 – Una massa di aria, 50 kg, in un sistema pistone-cilindro è inizialmente a 80 kPa e 20 °C. L'abbassamento del pistone riduce il volume ad un quarto del suo valore iniziale. Calcolare il lavoro fatto e la generazione di entropia nell'aria nei casi di:

- compressione adiabatica reversibile;
- compressione adiabatica irreversibile con temperatura finale di 15 °C maggiore della temperatura finale del precedente caso.

Es. A.7 – Un recipiente metallico a pareti rigide e fisse contiene 5.1 kg di aria inizialmente a 20 °C e 0.1013 MPa. Si fornisce energia all'aria determinando un incremento di temperatura di 130 °C. Si valuti la generazione di entropia nei seguenti casi:

- l'energia è fornita da un SET a 300°C;
- l'energia è fornita da un SET a 600°C;
- l'energia è fornita da un SEM per mezzo di un'elica rotante nel recipiente.

Es. A.8 – Un gas è compresso reversibilmente da 100 kPa a 420 kPa. Il volume finale è 0.03 m^3 . Si conosce il legame funzionale tra pressione e volume che è $p=aV+b$, con $a=-36514 \text{ kPa/m}^3$. La temperatura iniziale è 25°C. I valori di c_p e c_v per il gas sono 29.3 kJ/kmol K e 21.0 kJ/kmol K rispettivamente. Si calcolino:

- il numero di moli del gas contenuto nel cilindro;
- il volume iniziale;
- il lavoro richiesto;
- l'energia termica trasferita.

Es. A.9 – Aria inizialmente a 20 °C e 101.3 kPa, in equilibrio con l'ambiente, è contenuta in un pistone-cilindro.

a) l'aria è compressa con sufficiente lentezza da far sì che il processo avvenga praticamente reversibilmente e isotermicamente fino ad un volume 1/10 di quello iniziale.

b) l'aria è compressa coibentando le pareti esterne e con sufficiente lentezza da approssimare una trasformazione adiabatica reversibile fino allo stesso rapporto V_2/V_1 . [Si considerino c_p e c_v costanti con la temperatura]

c) L'aria è compressa molto rapidamente così da approssimare una trasformazione adiabatica fino allo stesso rapporto V_2/V_1 ma raggiungendo una temperatura di 80 °C maggiore di quella del caso b). [Si considerino c_p e c_v variabili con la temperatura, con $c_p=1.049 - 3.839 \cdot 10^{-4} \cdot T + 9.458 \cdot 10^{-7} \cdot T^2 - 5.493 \cdot 10^{-10} \cdot T^3$]

Si calcolino per i tre casi:

le pressioni di fine compressione; il lavoro specifico necessario; l'entropia specifica generata.

Es. A.10 – Una barra di metallo del peso di $m=0.5 \text{ kg}$ e alla temperatura $T_m=1000 \text{ K}$ è rimossa da un forno e immersa repentinamente in un recipiente chiuso contenente 10 kg di acqua liquida a 300K. Sia l'acqua che il metallo si possono modellare come sostanze incompressibili. Sapendo che il calore specifico del metallo vale $c_m=0.42 \text{ kJ/(kg K)}$ ed assumendo il recipiente adiabatico ed anergotico, si determini:

la temperatura finale della barra e dell'acqua,
l'entropia prodotta nel sistema isolato.

Es. A.11 – Un sistema pistone-cilindro contenente 2.5 kg di ossigeno è a contatto con un SET alla sua stessa temperatura di 17°C. L'ossigeno è compresso reversibilmente e isotermicamente da 0.1013 MPa a 10.1 MPa. Riferendosi alla superficie di controllo contenente il solo ossigeno, si determini il lavoro necessario, l'energia termica trasferita al SET e la generazione di entropia.

Es. A.12 – Un recipiente rigido ed adiabatico contiene 0.1 kg di acqua a 3 bar e di titolo 76.3%. Un rotore palettato posto all'interno del contenitore e mosso da un motore elettrico è posto in rotazione completando la vaporizzazione dell'acqua. Si calcolino:

- pressione e temperatura nello stato finale;
- l'energia meccanica da fornire;
- la variazione di entropia e la generazione di entropia

Si ricalcoli quanto in c) supponendo che lo stesso processo sia realizzato con una sola interazione termica: il contenitore non è più adiabatico ed è posto in contatto di un SET a 150 °C.

Es. A.13 – Vapore d'acqua saturo secco a 30 bar (stato 1) è contenuto in un pistone-cilindro dal volume iniziale di 0.03 m³. Il vapore è dapprima raffreddato a volume costante fino a 200 °C (stato 2). Si ha quindi un'espansione isoterma fino che il vapore sia nuovamente saturo secco (stato 3). Si calcolino le aliquote di energia termica trasferita nelle due trasformazioni ritenute reversibili. Si raffiguri il processo nel piano pv.

Es. A.14 – Un pistone-cilindro mobile senza attrito contiene 0.1 kg di vapor d'acqua saturo secco a pressione atmosferica. Il pistone-cilindro è fatto interagire con l'ambiente, aria atmosferica a 10 °C, fino a che tutto il vapore è condensato come liquido saturo. Si calcolino, ritenendo il processo internamente reversibile:

- le interazioni energetiche
- le variazioni di entropia e di energia interna dell'acqua;
- l'entropia generata a causa dell'interazione termica.

Es. A.15 – Un sistema, relativamente al periodo di osservazione corrispondente ad un assegnato numero di cicli, converte 100 kJ di energia termica prelevata da un SET a 1000 K in energia meccanica, scaricando 70 kJ ad un SET a 300 K. Si determinino l'energia meccanica convertita, il rendimento, l'entropia generata relativamente ad un S.C. che si estende sino a lambire i SET, il rendimento della macchina di Carnot operante tra gli stessi SET.

Es. A.16 – Una pompa di calore, relativamente al periodo di osservazione corrispondente ad un assegnato numero di cicli, preleva 600 kJ da un SET a 273 K e 100 kJ da un SEM, fornendo energia termica ad un SET a 293 K. La parte della S.C. attraversata dall'energia termica in ingresso per il sistema è a 263 K, quella attraversata da energia termica in uscita è a 303 K. Si determinino i coefficienti di prestazione reale ed ideale; l'entropia generata internamente al sistema, esternamente e globalmente. Quanta energia meccanica sarebbe necessaria per un sistema che operasse, restando fisse le temperature e la finalità, senza irreversibilità interna?