

LIUC - FACOLTA' DI INGEGNERIA
ESAME DI TERMODINAMICA ED ENERGETICA - 23 giugno 2009

ESERCIZIO 1 8 punti

Calcolare cosa si ottiene miscelando una massa m_1 di acqua a temperatura T_1 con una massa m_2 di vapore surriscaldato a pressione p_2 e temperatura T_2 .

La miscela si porta a pressione atmosferica. Utilizzare le tabelle del vapore d'acqua.

DATI

- massa di acqua	m1 =	1.000 kg
- temperatura acqua	T1 =	15 °C
- calore specifico dell'acqua:	c =	4,186 kJ/kg °C
- massa di vapore	m2 =	10 kg
- pressione vapore:	p2 =	4 bar
- temperatura vapore:	T2 =	200 °C

CALCOLI

Entalpia specifica dell'acqua: $h_1 = c \times T_1 =$	h1 =	62,8 kJ/kg
Entalpia totale dell'acqua: $H_1 = m_1 \times h_1 =$	H1 =	62.790 kJ
Entalpia specifica vapore a press. p2 / temp. T2	h2 =	2.860,5 kJ/kg
Entalpia totale del vapore in condizioni 2: $H_2 = m_2 \times h_2 =$	H2 =	28.605 kJ
Entalpia totale della miscela: $H_m = H_1 + H_2 =$	Hm =	91.395 kJ
Entalpia specifica della miscela: $h_m = H_m / (m_1 + m_2) =$	hm =	90,5 kJ / kg

Determinazione delle caratteristiche della miscela (sono riportate le diverse possibilità a seconda del valore di h_m con indicazione del risultato per il valore di h_m qui ottenuto).

Se $h_m < 0$ si tratta di una miscela di ghiaccio + acqua liquida con massa di ghiaccio qui sotto calcolata	NO
Massa di ghiaccio: $m_g = (m_1 + m_2) \times (h_m / CL_1)$	
Se $h_m \leq 418,6$ kJ/kg si tratta di acqua allo stato liquido, alla temperatura $T_m = t$	21,62 SI
Se $h_m > 418,6$ kJ/kg si tratta di vapore, ad una temperatura T_m che si legge dalle tabelle del vapore surriscaldato	NO

ESERCIZIO 2 7 punti

Un serbatoio atmosferico a forma cubica, lato L, è pieno d'acqua (massa specifica = d) fino al livello H.

Calcolare:

- a) la spinta dell'acqua su una qualunque delle pareti verticali;
- b) la distanza, dal fondo, del centro di spinta su una qualunque delle pareti verticali.

DATI

Lato serbatoio cubico :	L =	5 m
Massa specifica dell'acqua :	d =	1.000 kg/m ³
Livello acqua nel serbatoio :	H =	4 m

CALCOLI

Area bagnata di una qualsiasi delle superfici verticali: $A = L \times H =$ A = 20 m²

Affondamento del baricentro della parte bagnata della parete a partire dal pelo libero:
 $b = 1/2 H =$ b = 2 m

Pressione relativa esercitata dal fluido nel baricentro della parete bagnata:
 $P = d \times g \times b =$ P = 19.620 N/m²

Spinta esercitata dal fluido su una qualsiasi delle pare $S = A \times P =$ S = 392.400 N

Il centro di spinta si trova ad una quota H_{c1} pari a $2/3 H$ a partire dal pelo libero dell'acqua
 $H_{c1} = H \times (2/3) =$ Hc1 = 2,667 m
oppure ad $H_{c2} = 1/3 H$ a partire dal fondo del recipiente $H_{c2} = H / 3 =$ Hc2 = 1,333 m

ESERCIZIO 3

18 punti

Una macchina motrice è basata su un ciclo di Carnot, che viene sviluppato su una massa m di aria (gas biatomico), avente massa molare M_m .

Due punti del ciclo sono:

- punto 1, con volume minimo del ciclo V_1 e temperatura massima del ciclo T_1
- punto 3, con volume massimo del ciclo V_3 e temperatura minima del ciclo T_3

Disegnare il ciclo nel piano p-V e calcolare:

- a. pressione, volume e temperatura del gas in tutti i punti del ciclo (compilare tabella);
- b. il rendimento del ciclo motore;
- c. calore, lavoro e variazione di energia interna del gas in tutte le trasformazioni del ciclo (compilare tabella);
- d. il lavoro sviluppato dal gas nel ciclo;
- e. il calore assorbito dal gas ad alta temperatura.

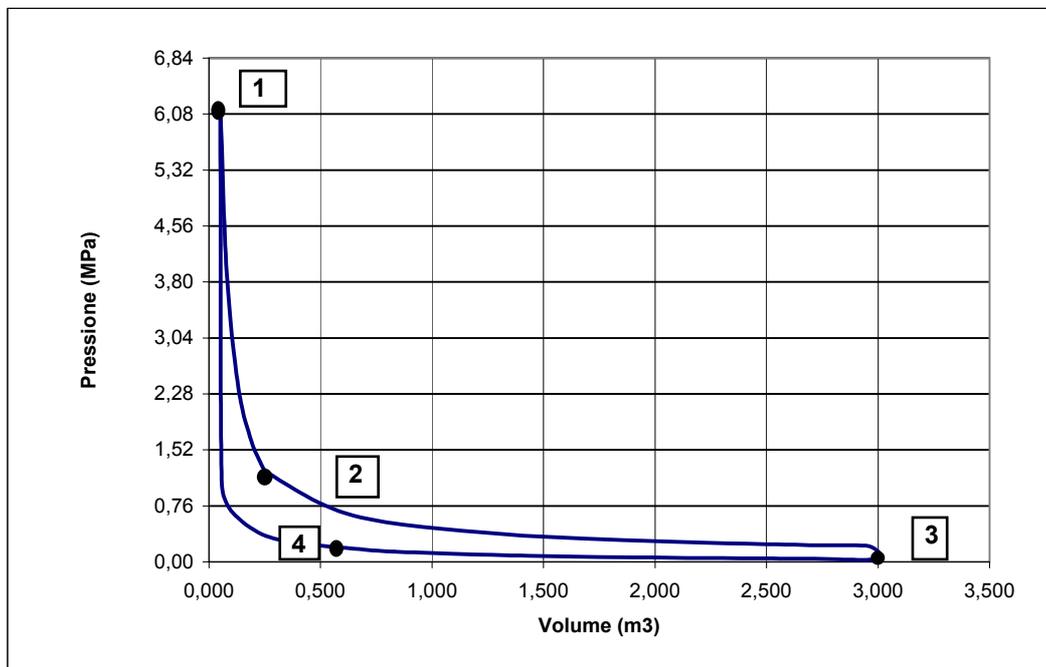
DATI

massa	$m =$	1,400	kg
massa molare	$M_m =$	29,0	kg/kmol
Volume minimo del ciclo $V_1 =$	$V_1 =$	0,050	m ³
Temperatura massima del ciclo $T_1 =$	$T_1 =$	500	°C
Volume massimo del ciclo $V_3 =$	$V_3 =$	3,000	m ³
Temperatura minima del ciclo $T_3 =$	$T_3 =$	15	°C

CALCOLI

Costante dei gas	$R =$	8,3145	J/mol K
esponente dell'adiabatica	$k =$	1,40	
numero di moli $n = m / M_m =$	$n =$	0,04828	kmol = 48,28 mol
$C_v = 5/2 R =$	$C_v =$	20,79	J/mol K
$C_p = 7/2 R =$	$C_p =$	29,10	J/mol K

	Pascal	volume	m ³	temperatura	°C	K
$p_1 = n R T_1 / V_1 =$	6.206.688	$V_1 =$	0,050	$T_1 =$	500,00	773,15
$p_2 = n R T_2 / V_2 =$	1.219.892	$V_2 = V_3 \times (T_3 / T_2)^{1/(k-1)}$	0,254	$T_2 = T_1 =$	500,00	773,15
$p_3 = n R T_3 / V_3 =$	38.553	$V_3 =$	3,000	$T_3 =$	15,00	288,15
$p_4 = n R T_4 / V_4 =$	196.156	$V_4 = V_1 \times (T_1 / T_4)^{1/(k-1)}$	0,590	$T_4 = T_3 =$	15,00	288,15



Lavoro	Joule	Calore	Joule	$\Delta E = n C_v \Delta T$	ΔS	Joule / K
$L_{12} = - n R T_1 \ln(V_2/V_1) =$	- 504.872	$Q_{12} = - L =$	504.872	0	$\Delta S = Q / T =$	653,01
$L_{23} = \Delta E$ perché $Q = 0$	486.685	Q_{23} (adiabatica) =	0	486.685	$\Delta S = 0$ perché $Q = 0$	0
$L_{34} = - n R T_3 \ln(V_4/V_3) =$	- 188.164	$Q_{34} = - L =$	- 188.164	0	$\Delta S = Q / T =$	- 653,01
$L_{41} = \Delta E$ perché $Q = 0$	- 486.685	Q_{41} (adiabatica) =	0	- 486.685	$\Delta S = 0$ perché $Q = 0$	0
ciclo	- 316.708		316.708	0		0

calore assorbito ad alta temp. $Q_h = Q_{12} =$ $Q_h =$ 504.872 Joule
 rendimento del ciclo $\eta = L/Q_h =$ $\eta =$ 62,7%
 inoltre, per ciclo Carnot: rendimento = $1 - T_3 / T_1 =$ $\eta =$ 62,7%