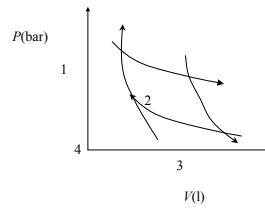


SEGUNDO PRINCIPIO DE LA TERMODINÁMICA

22. Un mol de gas ideal monoatómico recorre un ciclo de Carnot reversible, como el indicado en la figura, con $V_1=20$ l, $V_2=40$ l, $T_1=300$ K y $T_3=200$ K. Calcúlense ΔP , ΔV , ΔT , ΔU , ΔH , y ΔS en cada etapa del ciclo.



Sol.:

(1-2): $-0,62$ bar; 20 l; 0 K; 0 ; 0 ; $R \ln 2$; (2-3): $-0,397$ bar; $33,48$ l; -100 K; $-150R$; $-250R$; 0 ;
 (3-4): $0,226$ bar; $-36,74$ l; 0 ; 0 ; $-R \ln 2$; (4-1): $0,794$ bar; $-16,74$ l; -100 K; $150R$; $250R$; 0

23. Una máquina térmica funciona entre un depósito que contiene $1 \cdot 10^3$ m³ de agua y un río a temperatura constante de 10°C . Si la temperatura inicial del depósito es 100°C , ¿cuál es la cantidad máxima de trabajo que puede realizar la máquina térmica?. Sol.: $4,93 \cdot 10^{10}$ J.

24. Una máquina térmica reversible funciona entre tres focos térmicos de temperaturas $T_1 = 500$ K, $T_2 = 400$ K y $T_3 = 300$ K. Si en un ciclo realiza un trabajo de 3616 kJ y del primer foco absorbe la cantidad de calor $Q_1 = 2926$ kJ, calcule: **a)** las cantidades de calor intercambiadas con los otros dos focos. **b)** El rendimiento del ciclo. Sol.: a) $Q_2 = 9782,4$ kJ; $Q_3 = -9092,4$ kJ; b) 28%

25. Un sistema tiene una capacidad calorífica a volumen constante dada por: $C_v = AT^2$, donde $A = 0,0418$ J/K³. El sistema se encuentra inicialmente a 200°C y puede ser enfriado a 0°C mediante uno u otro de los siguientes procesos: a) por contacto directo con un foco térmico a esa temperatura, b) haciendo funcionar una máquina térmica reversible entre el sistema y el foco térmico. Determínese, en cada caso, el trabajo obtenido y los cambios de entropía del sistema, del foco y del universo. Sol.: a) 0 ; $-3118,28$ J/K; $4362,6$ J/K; $1244,32$ J/K; b) $339696,1$ J; $-3118,28$ J/K; $3118,28$ J/K; 0

26. Calcúlese la diferencia entre las entropías molares del mercurio líquido subenfriado y el mercurio sólido, ambos a -50°C y $1,013$ bar de presión. El punto de fusión del mercurio es de -39°C y su entalpía de fusión a esta temperatura es de $2340,8$ J/mol. La capacidad calorífica molar a presión constante del mercurio líquido es $c_p(l) = 29,68 - 6,69 \cdot 10^{-3} T$ J mol⁻¹ K⁻¹ y el del mercurio sólido $c_p = 26,75$ J mol⁻¹ K⁻¹. Sol.: $-9,93$ J/mol K

27. Cierta sistema hidrostático tiene isothermas dadas por $pV^2 = \text{cte}$ y una energía interna dada por $U = pV/2$. Dicho sistema describe un ciclo $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow A$ en tres etapas, siendo el proceso $A \rightarrow B$ adiabático reversible, el proceso $B \rightarrow C$ adiabático irreversible y el proceso $C \rightarrow A$ isotermo reversible. Calcúlese el calor intercambiado por el sistema y el cambio de entropía de éste en cada uno de los procesos, en función de las coordenadas de cada punto. Sol.: (AB): 0 ; 0 ; (BC): 0 ; $(p_A V_A - p_C V_C)/2T_A$; (CA): $-(p_A V_A - p_C V_C)/2$; $(p_C V_C - p_A V_A)/2T_A$

SEGUNDO PRINCIPIO DE LA TERMODINÁMICA

28. Un mol de un gas ideal monoatómico a la temperatura de 399 K y 4 bar de presión, se encuentra encerrado en un cilindro de paredes adiabáticas provisto de un pistón no conductor del calor. Determinar la variación de entropía del gas al expandirse bruscamente contra una presión exterior de 1 bar. *Sol.: 4,11 J/K*
29. Un cilindro vertical de paredes adiabáticas y provisto de un pistón no conductor del calor, está dividido por una pared fija y diatérmica. La parte superior contiene 10 moles de un gas ideal y la inferior una mezcla en equilibrio a 1,013 bar de 100 g de agua y 100 g de hielo. Se introduce lentamente el pistón hacia dentro hasta que la presión del gas se duplica. ¿Cuál es la variación de entropía del gas, de la mezcla y del universo en este proceso? *Sol.: -57,63 J/K; 57,63 J/K; 0 J/K.*
30. Un sistema experimenta las siguientes transformaciones reversibles:
- De A a B, isotérmica a 600 K con absorción de 1254 kJ.
 - De B a C, adiabática hasta 100 K.
 - De C a D, isotérmica a 100 K con absorción de 2090 kJ.
 - De D a E, adiabática hasta 400 K.
 - De E a F, isotérmica a 400 K con cesión de 3344 kJ.

Se trata de volver al estado inicial cediendo calor solamente por vía isotérmica a 350 K. ¿Cuál es esta cantidad de calor?. *Sol.: -5120,5 kJ*

31. Un recipiente cilíndrico cerrado, de paredes adiabáticas y 10 litros de volumen, está dividido en dos partes por un pistón interno, también adiabático, que se puede mover sin rozamiento. En cada parte hay la misma cantidad de gas ideal diatómico, estando inicialmente ambos gases a la misma temperatura (27 °C) y presión (71 cm de Hg). La parte izquierda tiene un dispositivo calefactor que permite calentar lentamente su contenido. Se pone éste en funcionamiento, durante un cierto tiempo, y se observa que, como consecuencia de ello, el valor de la presión en el sistema se triplica. Calcúlense:
- la temperatura y el volumen, en el estado final, de cada uno de los gases,
 - la cantidad de calor absorbida por el gas de la izquierda,
 - el cambio de entropía del sistema total.
- Sol.: a) $T_I = 1389,6 \text{ K}$; $T_D = 410,7 \text{ K}$; $V_I = 7,72 \text{ l}$; $V_D = 2,28 \text{ l}$; b) 1131,1 cal; c) 16,5 cal/K*
32. Un mol de gas ideal se expande isotérmicamente, a 27°C, desde 20 a 40 litros en tres procesos diferentes:
- El primero se efectúa, de forma reversible, reduciendo lentamente la presión sobre el pistón hasta que se alcanza el valor final p_{ext} .
 - En el segundo, la presión disminuye bruscamente hasta su valor final p_{ext} .
 - En el tercero, el gas ocupa inicialmente un volumen de 20 litros; repentinamente y por rotura de una fina membrana, se deja que se expanda en el vacío hasta los 40 litros restante.

Calcúlense en cada proceso Q , W , ΔU y ΔS del gas, del foco y del sistema total aislado adiabáticamente (gas+foco).

SEGUNDO PRINCIPIO DE LA TERMODINÁMICA

33. En un recinto aislado, se mezclan 2 litros de oxígeno a 1 bar y 0°C y 1 litro de helio a 4 bar y -5°C . El volumen final es de 3 litros. Calcule el cambio de entropía en el proceso. *Suponer gases ideales. Sol.: 1,96 J/K*
34. En cierto experimento, 5 g de helio líquido con temperatura de 0,5 K se ponen en contacto, en un recinto adiabático, con 100 g de sal paramagnética de temperatura T_s , observándose que en equilibrio la temperatura final común es de 0,04 K. Sabiendo que el calor específico del líquido puede expresarse como $c_l = 0,02 \cdot T^3 \text{ Jg}^{-1}\text{K}^{-1}$ y el de la sal como $c_s = 10^{-4} T^2 \text{ Jg}^{-1}\text{K}^{-1}$, calcúlense la temperatura inicial de la sal (T_s) y el cambio de entropía del universo. *Sol.: 0,04 K; 0,035 J/K*
35. Un cilindro de paredes adiabáticas, provisto de un pistón también adiabático, está dividido en dos compartimentos, I y II, por una pared fija y diatérmica, conteniendo cada uno de ellos un mol de gas ideal monoatómico. Inicialmente el pistón se fija en una posición tal que $V^I = V^{II}$, siendo $P^I = 5 \text{ bar}$ y $T^I = 300 \text{ K}$. Se suelta el pistón, expansionándose el gas II contra una presión exterior constante de 1 bar. Determine :
a) Los cambios de energía interna, entalpía y entropía de cada uno de los gases de los compartimentos. **b)** El cambio de entropía del universo.
Sol.: $\Delta U_I = \Delta U_{II} = -748,3 \text{ J}$; $\Delta H_I = \Delta H_{II} = -1247,1 \text{ J}$; $\Delta S_I = -2,78 \text{ J/K}$; $\Delta S_{II} = 8,74 \text{ J/K}$; ; $\Delta S_U = 5,96 \text{ J/K}$
-