



Teoría (30 puntos)

TIEMPO: 45 minutos

+	+	=
---	---	---

Cuestión 1 (10 puntos)

Lea las 10 cuestiones y escriba **dentro** de la casilla a la derecha de cada cuestión V si considera que la afirmación es verdadera o F si considera que es falsa. Las respuestas correctas se puntúan con +1, las incorrectas con -1 y las en blanco no se puntúan. Las respuestas deben escribirse con bolígrafo.

1. La entropía generada cuando un fluido circula por un compresor reversible refrigerado siempre es positiva.
2. Cuando se tienen dos fases (líquido y vapor) en equilibrio a una presión dada, las propiedades intensivas de la fase líquida en dicha mezcla son las mismas que las propiedades intensivas de líquido saturado a la misma presión.
3. En el modelo de la sustancia incompresible, la energía interna es función de la presión y temperatura.
4. El coeficiente de operación de una bomba de calor siempre es mayor que uno.
5. En un gas ideal, el calor específico a presión constante (c_p) es siempre mayor que el calor específico a volumen constante (c_v).
6. La transferencia de calor entre un cuerpo a temperatura T_A y otro cuerpo a temperatura T_B (siendo $T_A > T_B$), siempre es un proceso con generación de entropía mayor que cero.
7. Dada una válvula de expansión (un proceso de estrangulación) por el que circula un gas ideal. La temperatura a la salida será menor que a la entrada.
8. En una central térmica si la temperatura del agua de refrigeración en el condensador aumenta, el rendimiento de la central tenderá a disminuir.
9. Si la temperatura de la calle donde se encuentra el evaporador de una bomba de calor aumenta, el coeficiente de operación de dicha bomba aumentará también.
10. El calor (Q) es una propiedad y sólo depende de los estados final e inicial.

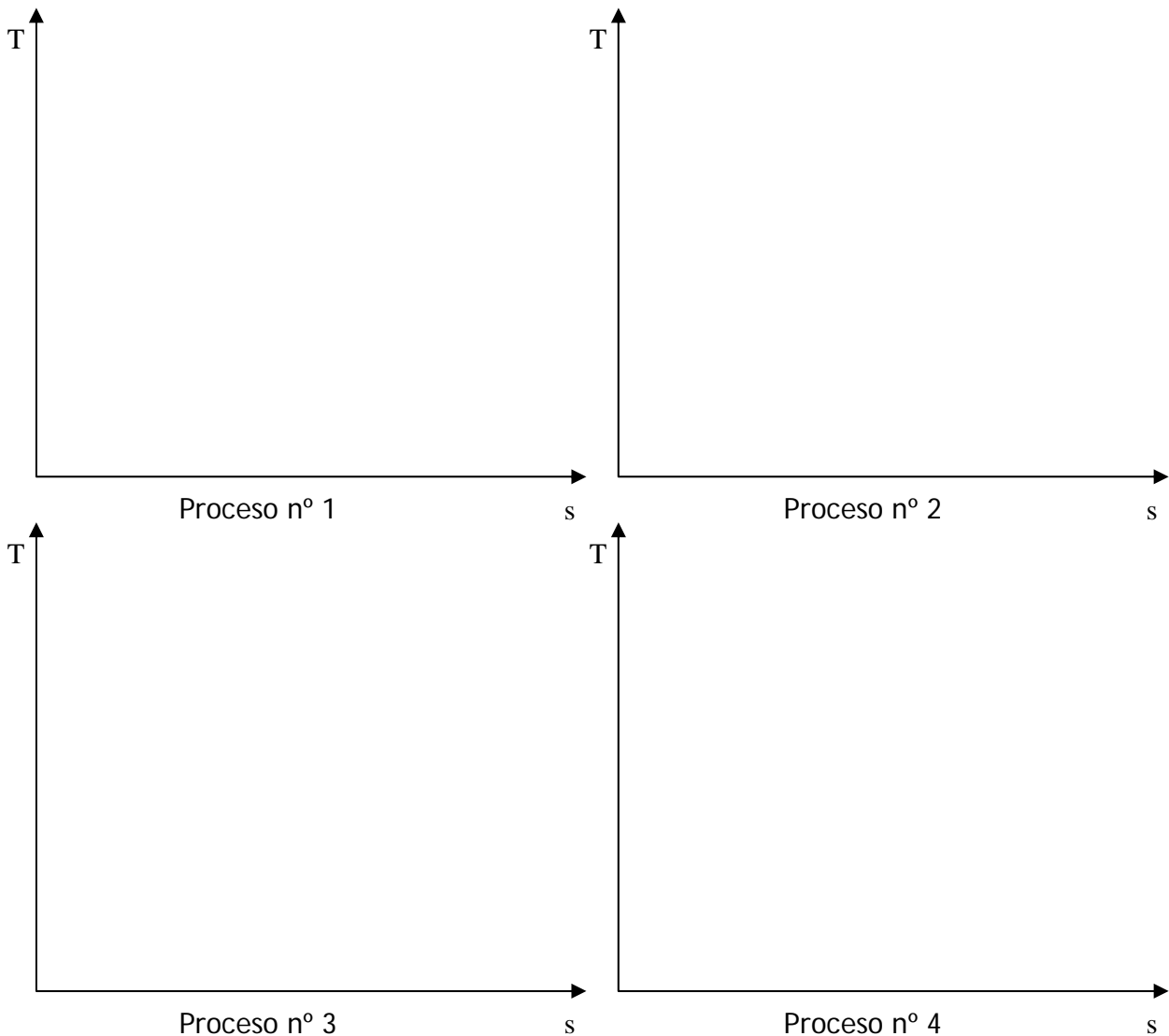
Cuestión 2. (10 puntos)

Rellene la tabla indicando para cada propiedad si su valor aumenta (\uparrow), disminuye (\downarrow) o no cambia ($=$) en cada uno de los procesos descritos.

(En cada pregunta: 4 respuestas correctas: 2 puntos; 3: 1 punto; 2 ó menos: 0 puntos)

Proceso	Temperatura	Presión	Entalpía	Entropía
1. Condensación isobara de un vapor sobrecalentado hasta líquido saturado				
2. Enfriamiento lento de un vapor húmedo en un recipiente rígido				
3. Aceleración de un gas perfecto en una tobera adiabática irreversible				
4. Estrangulación adiabática de un líquido saturado				

Represente un diagrama T-s para cada uno de los procesos descritos, señalando claramente la posición de las líneas representativas (isobaras, isotermas, saturación, etc.). (2 puntos)



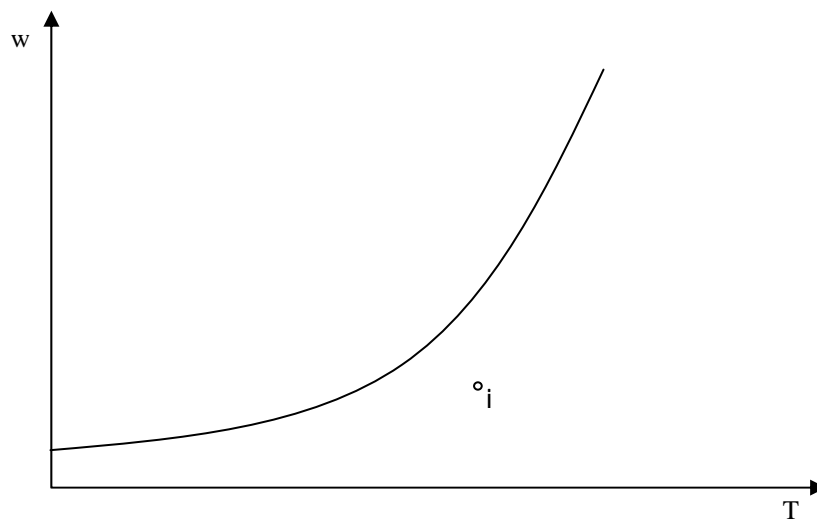
Cuestión 3. (10 puntos)

Rellene la tabla indicando para cada propiedad si su valor aumenta (\uparrow), disminuye (\downarrow) o no cambia (=) en cada uno de los procesos descritos, para el aire húmedo en procesos en flujo estacionario.

(En cada pregunta: 4 respuestas correctas: 2 puntos; 3: 1 punto; 2 ó menos: 0 puntos)

Proceso	Temperatura	Presión de vapor	Humedad absoluta	Humedad relativa
1. Enfriamiento isobaro hasta una temperatura inferior a la de rocío				
2. Mezcla con agua líquida a la misma temperatura				
3. Mezcla con vapor de agua a la misma temperatura				

Represente en un diagrama psicrométrico (humedad-temperatura) los tres procesos indicados, partiendo del mismo estado inicial i (indicado en el diagrama). (2 puntos)



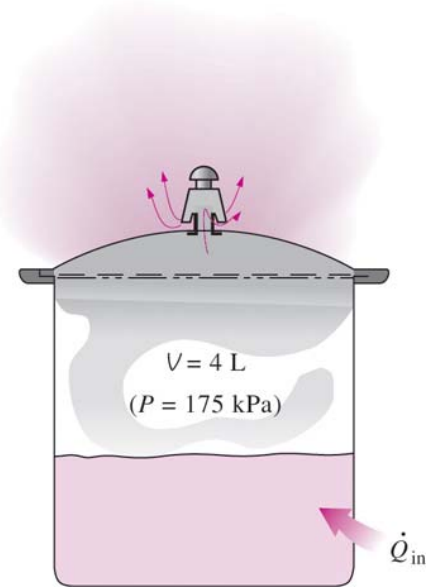
Para uno de los tres procesos (indique cuál), demuestre la variación de las cuatro variables indicadas en el cuadro anterior; apóyese para ello en las expresiones algebraicas o diagramas termodinámicos que considere necesarios.



TIEMPO PARA LOS DOS PROBLEMAS: 2 horas 30 minutos.
ANOTE LOS RESULTADOS EN LOS RECUADROS DE ESTA HOJA.

Problema 1 (30 puntos)

Una olla a presión de 4 L de volumen tiene una presión de operación de 175 kPa. Contiene agua, y por la válvula de seguridad fluye continuamente una cierta cantidad de vapor, mientras se aporta calor a velocidad constante. En un determinado momento (1), se observa que la masa total de agua contenida en la olla es de 2,4 kg. 40 minutos más tarde (2), el volumen ocupado por el líquido en la olla se ha reducido en 0,6 L. La sección de salida de la válvula de seguridad es de 8 mm².



Se pide:

- (a) Represente el proceso en un diagrama $P-v$, indicando la posición de los estados 1, 2 y s (5 puntos).
- (b) A partir de las expresiones generales del balance de energía y masa en un volumen de control,

$$\left(\frac{dE}{dt}\right)_{vc} = \dot{Q} - \dot{W}_{vc} + \sum_e \left(h_e + \frac{c_e^2}{2} + gz_e\right)\dot{m}_e - \sum_s \left(h_s + \frac{c_s^2}{2} + gz_s\right)\dot{m}_s \quad \text{y} \quad \left(\frac{dm}{dt}\right)_{vc} = \sum_e \dot{m}_e - \sum_s \dot{m}_s$$

demostrar que el calor aportado se puede calcular con la siguiente expresión, si se desprecia la velocidad de salida del vapor:

$$Q_{12} = h_s(m_2 - m_1) + (m_2 u_2 - m_1 u_1)$$

donde h_s es la entalpía del vapor que sale por la espita (5 puntos).

- (c) Temperatura de operación de la olla (°C) (5 puntos).
- (d) Masa de agua que sale por la espita (kg) (5 puntos).
- (e) Velocidad media de salida del vapor por la espita (m/s). ¿Qué error (en %) se comete en el apartado (b) al despreciar este valor? (5 puntos)
- (f) Potencia calorífica aportada (kW). (5 puntos)

NOTA: Si para la resolución necesita Vd. hacer alguna hipótesis, indíquela claramente, y justifique los motivos.

Para las operaciones, emplee 4 cifras significativas.



TIEMPO PARA LOS DOS PROBLEMAS: 2 horas 30 minutos.
ANOTE LOS RESULTADOS EN LOS RECUADROS DE ESTA HOJA.

Problema 2 (30 puntos)

Se conocen los siguientes datos de una turbina de gas con regenerador:

Entrada del compresor (1): Presión de 100 kPa y temperatura de 300 K.

Salida del compresor (2): Temperatura de 500 K.

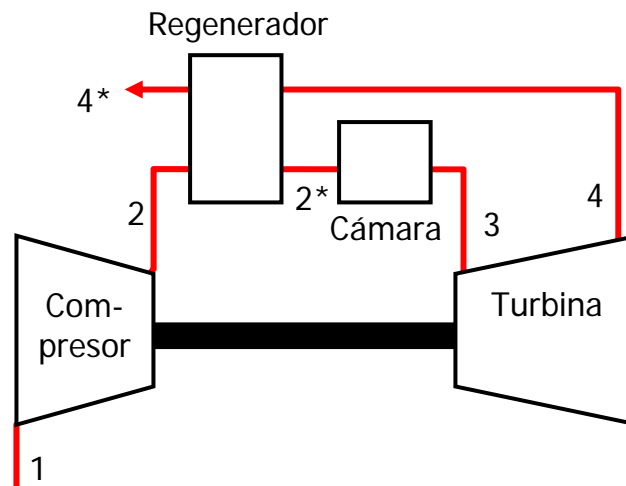
La turbina es isoentrópica.

El compresor tiene un rendimiento isoentrópico de 0,8.

La temperatura máxima del ciclo es 1200 K.

La eficiencia del regenerador es 0,8.

El caudal másico es 2 kg/s de aire ($k=1,4$; $M=29$).



Se pide:

(g) Represente el ciclo en un diagrama T-s, incluyendo líneas representativas (5 puntos).

(h) La relación de compresión, r (5 puntos)

(i) La potencia neta obtenida en el ciclo (kW) (5 puntos)

(j) El rendimiento del ciclo (5 puntos)

(k) La generación de entropía en el regenerador (kW/K) (5 puntos)

(l) La variación de entropía en el compresor (kW/K) (5 puntos)

NOTA: Si para la resolución necesita Vd. hacer alguna hipótesis, indíquela claramente, y justifique los motivos.

Para las operaciones, emplee 4 cifras significativas.



TIEMPO PARA LA PRUEBA CON EES: 1 hora 15 minutos.
GRABE EL FICHERO DE EXTENSIÓN EES EN LA UNIDAD G:\

Se tiene un ciclo de refrigeración con doble etapa de compresión que opera con R-134a. Se conocen los siguientes datos:

- Presión entrada del compresor 1: 100 kPa
- Temperatura en 1 (salida del evaporador): 5 grados de sobrecalentamiento.
- Presión salida del compresor 1: 450 kPa
- Presión entrada del compresor 2: 400 kPa
- Rendimiento isoentrópico del compresor 1: 0,8
- Rendimiento isoentrópico del compresor 2: 0,75
- El caudal másico que circula por el compresor 1 es: $m_1 = 1 \text{ kg/s}$
- El caudal másico que circula por el compresor 2 es: $m_2 = 1,05 \text{ kg/s}$
- El estado 3 es líquido saturado
- La presión en el condensador es 750 kPa
- Temperatura en 7 (salida del condensador): 5 grados de subenfriamiento

Se pide calcular (cada apartado vale 2,5 puntos)

- a) Entalpía del R-134a a la entrada del compresor 2.
- b) El COP del ciclo frigorífico.
- c) El diagrama p-h del ciclo.
- d) Una tabla paramétrica: Hacer que la presión en 2 tome los siguientes valores: 300, 375, 450, 525, 600 kPa, al mismo tiempo hacer que la presión en 5 tome los siguientes valores: 250, 325, 400, 475 y 550 kPa y calcular en la tercera columna el COP del ciclo. ¿Hay algún valor de dichas parejas de presiones que maximiza el COP del ciclo?

