

TEMA 1

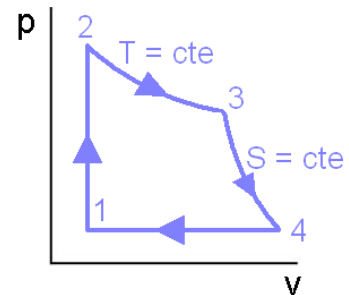
1. Calcular el exponente de una politrópica que pasa por dos estados cuya relación de volúmenes es ( $v_2/v_1 = 10$ ), y cuyas presiones son de ( $p_1 = 16\text{bar}$ ,  $p_2 = 1\text{bar}$ )
2. Se comprime aire adiabáticamente desde 1 bar y  $27^\circ\text{C}$  hasta 20bar. Calcular la temperatura final y la relación de volúmenes
3. Identificar las propiedades intensivas y extensivas, y en éstas establecer los valores específicos si la masa es de 75kg
  - Un volumen de  $10\text{m}^3$
  - Una energía cinética de 30J
  - Una presión de 90kPa
  - Un esfuerzo ( $\tau$ ) de 1.000kPa
  - Una masa de 75kg
  - Una velocidad de 60m/s
4. Variación de volumen de 1 kg de agua líquida al evaporar a una T de:
  - $10^\circ\text{C}$
  - $100^\circ\text{C}$
  - $200^\circ\text{C}$
5. Cuatro kg de agua se calientan a  $50^\circ\text{C}$  hasta obtener una mezcla con un título de vapor del 80%. Calcular el volumen final de la mezcla
6. Un neumático de  $0,6\text{m}^3$  se infla hasta una presión manométrica de 200kPa, calcular la masa de aire en el neumático si la temperatura es de  $20^\circ\text{C}$

$$R_{\text{aire}} = 287 \frac{\text{Nw m}}{\text{kgK}}$$

TEMA 2

- Calcular el trabajo de expansión de  $100\text{dm}^3$  de nitrógeno desde 7bar hasta 1bar si la expansión es:
  - Isoterma
  - adiabática

- En las transformaciones de la figura decir:
  - Si  $Q = 0$ , ¿Cuáles pueden realizarse?, ¿serían reversibles o irreversibles?
  - Si  $W_r = 0$ , ¿cúal sería el signo del  $Q$  en cada transformación?



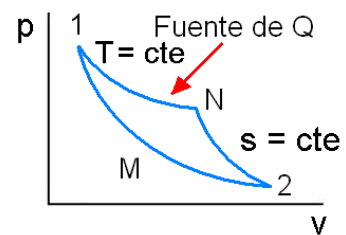
- Partiendo de 3bar y  $8\text{m}^3/\text{kmol}$  se comprime un gas perfecto hasta 15bar mediante una politrópica,  $n = 1,2$ ; Determinar  $T_1$ ,  $T_2$  y el trabajo de expansión.
- La fase de compresión de un motor diesel con una relación de compresión ( $r = v_1/v_2 = 15$ ) se hace mediante una politrópica de  $n = 1,35$ . Si la temperatura inicial es de  $35^\circ\text{C}$ , calcular:
  - la temperatura final,  $T_2$  en  $^\circ\text{C}$
  - el trabajo de expansión
- Se comprime  $\text{H}_2$  a  $T = \text{cte}$  desde 2 bar y  $1,5 \text{ m}^3/\text{kg}$  hasta 10 bar. A continuación se expande adiabáticamente hasta 2,5 bar.
  - Representar el ciclo y calcular el exponente de la politrópica que cerraría el ciclo
  - Calcular el trabajo de expansión de dicha politrópica
- Partiendo de 1 bar y 2.400K se comprime aire a  $T = \text{cte}$  hasta 4bar. Después se reduce el volumen a la mitad manteniendo  $p = \text{cte}$ ; y finalmente se termina enfriando a  $v = \text{cte}$ .  $P_{\text{atm}} = 1\text{bar}$ ,  $M_{\text{aire}} = 28,964\text{kg}/\text{kmol}$ . Si  $W_r = 0$  representar las transformaciones y determinar:
  - el trabajo de expansión en cada transformación en kJ/kg
  - el trabajo total útil si  $W_r = 0$

## PROBLEMAS DE TERMODINAMICA /TECNIA

- 7.- Partiendo de 5bar y 27°C se expande aire a  $p = \text{cte}$  hasta 300°C. Le sigue otra expansión a  $T = \text{cte}$  hasta 2bar, y finalmente se comprime adiabáticamente hasta 4bar.  $P_{\text{atm}} = 1\text{bar}$ . Si  $W_r = 0$  representar las transformaciones y determinar:
- el trabajo de expansión en cada transformación en kJ/kg
  - el trabajo total útil
- 8.- El aire dentro de un cilindro se comprime adiabáticamente desde 1bar y 0,5m<sup>3</sup> hasta 5bar. Posteriormente se cierra el ciclo con una isobara seguida de una isócora. Representar el ciclo y determinar la suma de los calores suponiendo reversibles ( $W_r = 0$ ) las transformaciones.
- 9.- Un gas monoatómico a 2bar y 5m<sup>3</sup>/kmol duplica su volumen a  $p$  cte; a continuación se expande a  $T$  cte hasta 1bar. Representar las transformaciones y calcular
- el trabajo de expansión
  - la variación de energía interna
  - el calor si  $W_r = 0$
  - la variación de entalpía
- 10.-En un cilindro adiabático un émbolo adiabático separa dos cavidades con igual cantidad de aire a 300°C y 1bar. Si se desplaza el émbolo sin rozamiento y aplicando una fuerza resistida exterior, la presión en una cavidad aumenta hasta 2bar. Representar el cilindro y las transformaciones de las dos cavidades y calcular:
- el trabajo exterior suministrado
  - la variación de energía interna que sufre el aire de cada una de las dos cavidades
  - la variación de entalpía

TEMA 3

- 1.- Calcular la exergía del calor al salir de un sistema cuya temperatura es de 750K si el ambiente está a 300K
- 2.- A costa de su energía interna un sistema cerrado puede dar trabajo y calor por separado o la vez (también puede recibirlo); analizar que ocurre con la Exergía y la Anergía.
- 3.- Hallar la exergía del calor y la exergía destruida en un intercambiador de calor cuando  $T_{amb} = 300K$ 
  - a) cuando  $T_A = 700K$  y  $T_B = 600K$
  - b) cuando  $T_A = 400K$  y  $T_B = 300K$
- 4.- Hallar la exergía destruida cuando  $T_{amb} = 300K$  y recibe trabajo de rozamiento un sistema cuya temperatura es de:
  - a)  $T_S = 1.000K$
  - b)  $T_S = 600K$
  - c)  $T_S = 300K$
- 5.- Analizar las variaciones de entropía en un motor reversible y en otro irreversible
- 6.- Analizar las siguientes cuestiones:
  - a) para el que el proceso en cada una de las tres transformaciones de la fig sea térmicamente reversible ¿Cuántas fuentes se necesitan en cada una
  - b) suponiendo que el sistema que realiza las transformaciones 1N2 y 1M2 es adiabático ( $Q = 0$ ; si hace falta Q se aporta como  $W_r$ ) ¿en cuál de ellas es mayor  $W_r$ , y en cuál se destruye más exergía?
  - c) suponiendo que las dos transformaciones anteriores son reversibles ( $W_r = 0$ ), y que el calor lo suministra en ambas la misma fuente ¿en cuál de los dos procesos es mayor la exergía destruida?
- 7.-Un motor térmico reversible en el que el fluido cede 80kJ/min a una fuente fría a 27°C tiene un rendimiento del 60%. Calcular la temperatura del foco caliente y la potencia del motor



### PROBLEMAS DE TERMODINAMICA /TECNIA

- 8.- Suponiendo que las capacidades caloríficas no varían con la temperatura, calcular para qué presiones la exergía entálpica de un flujo de aire resulta negativa, cuando la temperatura del mismo sea de
- $T = T_{amb} = 20^{\circ}\text{C}$
  - $T = 400^{\circ}\text{C}$
- 9.-Un gas biatómico realiza un ciclo de Carnot cuyo rendimiento es 0,5. Sabiendo que el trabajo en la expansión adiabática es de 8kJ/mol, dibujar el ciclo y calcular las temperaturas extremas.
- 10.-Se expande a p cte un gas hasta duplicar su volumen. Se sigue expandiendo adiabáticamente hasta un pto tal que al comprimir isotermamente se cierra un ciclo. Representar el ciclo y calcular el rendimiento térmico del mismo. Calcular el rendimiento si en la expansión a presión cte se triplica el volumen.
- 11.-Se expande un gas perfecto a T cte hasta un estado a partir del cual reduciendo el volumen a su tercera parte a p cte se cierra el ciclo con una adiabática. Dibujar el ciclo y calcular su rendimiento. Calcular el rendimiento si en la reducción a presión cte se hace el volumen la mitad
- 12.-Se quieren producir 10 toneladas de hielo a  $0^{\circ}\text{C}$  al día partiendo de agua a  $0^{\circ}\text{C}$  con una máquina reversible. Calcular la potencia necesaria si la temperatura ambiente es de  $27^{\circ}\text{C}$  ( $c_{fusión} = 335\text{kJ/kg}$ )
- 13.-Un motor térmico reversible funciona entre las temperaturas de 127 y  $0^{\circ}\text{C}$ . Si la potencia es de 1 kW, calcular el tiempo que tardaría el calor cedido por motor en fundir 10kg hielo a  $0^{\circ}\text{C}$  ( $c_{fusión} = 335\text{kJ/kg}$ )
- 14.-Dos motores térmicos reversibles funcionan tomando el primero calor a 600K y cediendo calor al segundo motor, que lo cede a un foco frío a  $27^{\circ}\text{C}$  (el foco frío del primero es el caliente del segundo). Sabiendo que el primer motor realiza por ciclo un trabajo de 4.187J y el segundo 8.374J, calcular la cantidad de calor intercambiada entre ambos motores, el rendimiento de cada uno, el rendimiento total, y la temperatura intermedia.

### PROBLEMAS DE TERMODINAMICA /TECNIA

- 15.-Un gas perfecto sufre en un cilindro una expansión resistida ( $W_r = 0$ ), a la temperatura cte de  $27^\circ\text{C}$ , hasta aumentar 4 veces su volumen inicial. Si el calor lo suministra una fuente a  $127^\circ\text{C}$ , calcular las variaciones de anergía en cada sistema y la exergía destruída.  $T_a = 20^\circ\text{C}$ .
- 16.-Partiendo de 1 bar se comprime un gas perfecto a temperatura cte hasta 8bar y  $12\text{m}^3/\text{kmol}$ . El calor cedido por el sistema lo recibe el medio ambiente ( $T_a = 20^\circ\text{C}$ ). Calcúlese la variación de anergía en ambos sistemas y la exergía destruída.
- 17.-Calentando aire a v cte desde 300K y 2bar hasta 6bar con una fuente a 1.500K. Calcular las variaciones de entropía y de anergía en ambos sistemas, y la entropía o anergías generadas ( $T_a = 20^\circ\text{C}$ )
- 18.-En dos recipientes, A y B hay respectivamente 1 y 3 moles de dos gases perfectos diferentes, estando los dos sometidos a la misma p y T. Calcular la variación de entropía de cada sistema, la entropía generada y la exergía destruída, cuando, abierta la válvula que une los dos recipientes se alcanza el estado de equilibrio (mezcla homogénea)
- 19.-Partiendo de  $15^\circ\text{C}$  y 1bar se comprime un gas biatómico dentro de un cilindro adiabático, al someter el émbolo al peso de un cuerpo, lo que resulta una presión final de 8bar. Si el movimiento del émbolo se realiza sin rozamiento, calcular: la temperatura final; los trabajos exterior y útil; la entropía generada; la exergía destruída; la exergía y la anergía recibidas por el sistema.

**TEMA 4**

- 1.- Calcular la diferencia de entalpía entre dos estados de aire cuyas temperaturas son 330 y 2.960K
  - a) considerar  $c_p = 3,5 R$
  - b) teniendo en cuenta la variación de  $c_p$  (tablas)
  
- 2.- Calcular la diferencia de entropía entre dos estado de aire cuyas temperaturas son 330 y 2.960K, y sus presiones de 1 y 20bar respectivamente
  - a) considerar  $c_p = 3,5 R$
  - b) teniendo en cuenta la variación de  $c_p$  (tablas)
  
- 3.- Calentando aire a volumen específico cte desde 2bar y 305K hasta 8bar, y a continuación se expande a s cte hasta 1bar. Calcular
  - a) la variación de entropía
  - b) el exponente isoentrópico medio
  - c) la temperatura final
  
- 4.- Calcular por otro método la variación de entropía del aire entre los puntos inicial y segundo, e inicial y tercero del problema anterior, así como el exponente isoentrópico y la temperatura final
  
- 5.- Se expande aire a s cte desde 60bar y 2.910K hasta 4,6 bar. Calcular la variación de u, y el W de la expansión
  - a) considerando variables las capacidades caloríficas con la T, pero con  $\gamma$  cte (1,4)
  - b) considerando además  $\gamma$  variable
  
- 6.- Se enfría  $H_2$  a v cte desde 600K y 20bar hasta 10bar. A continuación se expande a T cte hasta 1bar, y finalmente se cierra el ciclo con una politrópica Determinar el exponente de la misma y el calor que se intercambia en cada una de las transformaciones supuestas estas reversibles ( $W_r = 0$ )
  
- 7.- Calcular las exergías entálpicas y la anergías correspondientes a los estados del aire:
  - a)  $T = 305 K, p = 2bar$
  - b)  $T = 1.220 K, p = 8bar$
  - c)  $T = 720 K, p = 1bar$

## PROBLEMAS DE TERMODINAMICA /TECNIA

- 8.- Vapor de agua a 60bar y 480°C se expande isoentrópicamente. Calcular las entropías y entalpías si la presión final es de:
- $p = 30\text{bar}$
  - $p = 0,04\text{bar}$
- 9.- Un recipiente de  $6\text{m}^3$  está lleno de vapor de agua saturada a 8bar. Determinar el calor que tiene que ceder para que su presión baje a 2bar, y la cantidad de líquido final.
- 10.- Un recipiente adiabático dividido en dos por una pared rígida y térmicamente conductora contiene vapor en ambos lados. En uno vapor saturado a 1bar y con un título de 0,1, en el otro 2kg de vapor saturado seco a 10bar. Calcular:
- la masa de vapor saturado si cuando se alcanza el equilibrio térmico la presión en ambos lados es de 6bar
  - la entropía generada y la exergía destruida
- 11.- Calentando a presión cte 25kg de vapor de agua a 20bar y título de 0,9 hasta 400°C. Calcular el calor aportado y el trabajo de expansión.
- 12.- partiendo de 1bar se calienta a volumen cte vapor de agua hasta 20bar y título 0,5. A continuación se expande a T cte hasta 6bar. Suponiendo  $W_r$  nulo, calcular la entropía generada y la exergía destruida si el calor se suministra de una fuente a 1.000K.

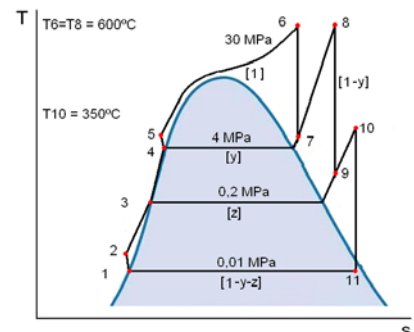


PROBLEMAS DE TERMODINAMICA /TECNIA

TEMA 5

- 1.- En una planta de potencia de vapor de agua que funcione entre las presiones de 10kPa y 2MPa con una temperatura máxima de 400°C. ¿Cual es el máximo rendimiento de ese ciclo?
- 2.- La presión de la caldera del problema anterior se aumenta hasta 4MPa, pero se mantienen la temperatura máxima (400°C) y la presión mínima (10kPa). Calcular el aumento de rendimiento del ciclo.
- 3.- La temperatura máxima del ciclo del problema 1 se aumenta hasta 600°C, manteniendo las presiones (10kPa y 2MPa). Calcular el aumento de rendimiento del ciclo.
- 4.- La presión del condensador del problema 1 se reduce hasta 4kPa, mantenido la presión de la caldera (2MPa) y la temperatura máxima (400°C). Calcular el aumento de rendimiento del ciclo.
- 5.- Se mantiene la temperatura máxima del ciclo del problema 3, y se intercala un calentador abierto del agua de alimentación de forma que el sangrado se realiza a 200 kPa. Calcular el aumento de rendimiento del ciclo

- 6.- Un ciclo supercrítico regenerativo y con recalentamiento de la Fig funciona con dos etapas de recalentamiento y dos calentadores abiertos del agua de alimentación. Determinar el máximo rendimiento del ciclo.



- 7.- Un ciclo Rankine funciona entre las presiones de 2MPa y 10kPa con una temperatura máxima de 600°C. Si la turbina, que está térmicamente aislada, tiene un rendimiento adiabático del 90%. Determinar el máximo rendimiento del ciclo y la temperatura de salida del vapor de agua de la turbina.
- 8.- Un compresor volumétrico debe proporcionar 20kg/min de aire a 1.600kPa. Al compresor le entra aire atmosférico a 20°C. Determinar el trabajo necesario si se supone que el compresor tiene un rendimiento del 90%. Se supone que no hay refrigeración.
- 9.- Si en el compresor del problema anterior la temperatura de salida es muy alta y se utilizan dos etapas con una refrigeración intermedia. Calcular la potencia del compresor supuesto adiabático y el rendimiento en cada etapa del 90%.

## PROBLEMAS DE TERMODINAMICA /TECNIA

- 10.- Un motor funciona con un ciclo de aire, siendo isoentrópicos la expansión y la compresión. Si la relación de compresión es 12, la presión de mínima 200kPa y la de máxima 10MPa, calcular el porcentaje del volumen muerto, y la presión media efectiva (PME)
- 11.- Un motor de ignición forzada tiene una relación de compresión de 10, mientras funciona con temperatura mínima de 200°C y presión de mínima de 200kPa. Si el trabajo que debe proporcionar es 1.000kJ/kg. Calcular el rendimiento térmico máximo posible y comparar con un ciclo de Carnot. Calcular la presión media efectiva (PME).
- 12.- Un ciclo diesel con una relación de compresión de 18 funciona con aire y presión de mínima de 200kPa y temperatura mínima de 200°C. Si el trabajo producido es de 1.000kJ/kg. Calcular el rendimiento térmico máximo posible y compara con un ciclo de Carnot. Calcular la PME, y comparar con un ciclo Otto funcionando con la misma presión máxima
- 13.- Un ciclo dual que funciona con aire y una relación de compresión de 16, tiene unas condiciones de baja de 200 kPa y 200°C. Si la relación de corte es de 2, y la de presiones de 1,3, calcular el rendimiento térmico, el calor suministrado, el trabajo y la PME
- 14.- Un ciclo Ericsson con una relación de compresión de 10 funciona con aire y presión de mínima de 200kPa y temperatura mínima de 100°C, y de máxima de 600°C. Calcular el trabajo obtenido y el calor suministrado.
- 15.- Al compresor de una turbina de gas entra aire a 100kPa y 25°C. Para una relación de presiones de 5 y una temperatura máxima de 850°C determinar la relación de acoplamiento y el rendimiento térmico utilizando el ciclo Brayton.
- 16.- Si el compresor y la turbina del ejercicio anterior tienen un rendimiento del 80%. Determinar la relación de acoplamiento y el rendimiento térmico
- 17.- Si al ciclo del ejercicio 15 se le añade un regenerador ideal, calcular el rendimiento térmico y la relación de acoplamiento.
- 18.- Si al ciclo del ejercicio 17 se le añade un refrigerador intermedio y un recalentador, calcular el rendimiento térmico.
- 19.- Una planta simple de potencia de vapor funciona entre las presiones de 10kPa y 4MPa con una temperatura máxima de 400°C. La potencia obtenida en la turbina es de 100MW. La energía suministrada a la caldera se toma de una turbina de gas que toma aire a 100kPa a 25°C, tiene una relación de presiones de 5 y una temperatura máxima de 850°C. Los gases de escape salen de la caldera a 350K. Determinar el rendimiento del ciclo combinado (Brayton-Rankine)

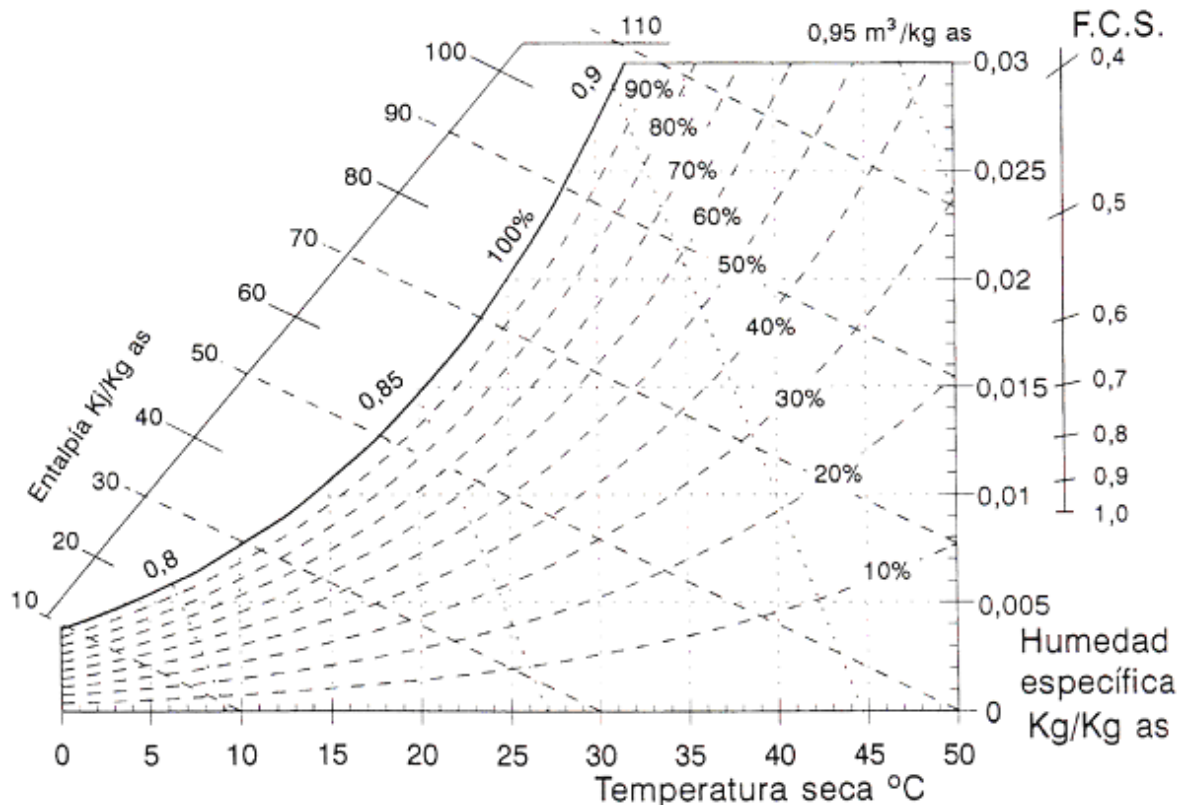
## TEMA 6

- 1.- Un ciclo ideal de refrigeración por compresión de vapor funciona con R12 entre las temperaturas de saturación de  $-20^{\circ}\text{C}$  en el evaporador y  $41,64^{\circ}\text{C}$  en el condensador. Calcular la capacidad de refrigeración, el coeficiente de operación (COP) y el cociente entre la potencia consumida por el compresor en hp y la capacidad de refrigeración en ton si el flujo másico de refrigerantes es de  $0,6\text{kg/s}$ . determinar también el COP si el ciclo fuera el de una bomba de calor.
  
- 2.- Un ciclo ideal de refrigeración por compresión del problema anterior experimenta los siguientes cambios:
  - El refrigerante a la salida del evaporador está recalentado hasta  $-10^{\circ}\text{C}$
  - El refrigerante a la salida del condensador está subenfriado hasta  $40^{\circ}\text{C}$
  - El compresor tiene un rendimiento adiabático del 80%Calcular la capacidad de refrigeración real y el COP
  
- 3.- Un ciclo de dos etapas de refrigeración sustituye al ciclo del problema 1. Calcular la capacidad de refrigeración y el COP y comparar los resultados con los del problema 1. Utilizar un caudal másico en el ciclo de baja de  $0,6\text{kg/s}$
  
- 4.- Una bomba de calor con R12 se utiliza para calentar una vivienda que requiere una carga de calentamiento de  $300\text{kW}$ . EL evaporador funciona a  $-10^{\circ}\text{C}$  y la presión del condensador es de  $900\text{ kPa}$ . Suponiendo un ciclo ideal calcular: el COP, el coste de funcionamiento ( $0,07\text{€/kWh}$ ), comparar el coste con una caldera de gas natural con un rendimiento del 90% ( $0,5\text{€ termia de gas; } 1\text{ termia} = 100\text{MJ} = 27,8\text{kWh}$ ).
  
- 5.- Se comprime R12 desde  $200\text{kPa}$  hasta  $1\text{MPa}$  en un compresor de rendimiento 80%.Calcular el COP y el flujo másico de refrigerante para  $100\text{ton}$  ( $352\text{kW}$ ) de refrigeración.
  
- 6.- Un sistema de dos etapas de refrigeración funciona entre las presiones de  $1,6\text{MPa}$  y  $100\text{kPa}$ . Si el flujo másico de R12 en la etapa de baja es de  $0,6\text{kg/s}$ , determinar: las toneladas de refrigeración ( $1\text{ton} = 3,52\text{kW}$ ), el COP, el flujo de agua utilizado para enfriar el condensador (salto térmico del agua en el condensador de  $15^{\circ}\text{C}$ )
  
- 7.- Una bomba de calor utiliza agua a  $12^{\circ}\text{C}$  como fuente de energía. Si la energía térmica proporcionada por la bomba es de  $60\text{MJ/h}$ , estimar el flujo de agua necesario si el compresor funciona con R12 entre las presiones de  $100\text{kPa}$  y  $1\text{MPa}$ , y la mínima potencia consumida por el compresor
  
- 8.- Una máquina de absorción de LiBr Agua funcionando con  $T_{\text{generador}} 70^{\circ}\text{C}$ ,  $T_{\text{evaporación}} 10^{\circ}\text{C}$ ,  $T_{\text{condensación}} 30^{\circ}\text{C}$  y eficacia del intercambiador de la solución del 75%. Se desea conocer el COP del sistema suponiendo  $T_{\text{abosorbedor}} = T_{\text{condensación}}$ .

PROBLEMAS DE TERMODINAMICA /TECNIA

TEMA 7

- 1.- Propiedades del aire húmedo a nivel del mar si su T seca es 30°C y la húmeda de 23°C:
- 2.-Mezcla a nivel del mar de 2.000 kg/h de aire con Ts de 22°C y  $\phi$  60%, y 1.000kg/h con Ts de 32°C y  $\phi$  70%
- 3.-Mezcla a nivel del mar de 2.000 m<sup>3</sup>/h de aire con Ts de 32°C y  $\phi$  90%, y 1.000 kg/h con Ts de 0°C y  $\phi$  80%
- 4.-Pasará una corriente de aire de Ts de 25°C y  $\phi$  60% por una batería fría a 10°C y factor de bypass de 10%
- 5.-Donde se deben encontrar las condiciones de impulsión de aire en un local cuyas condiciones sean de Ts de 23°C y  $\phi$  de 60% si su carga sensible es 21kW siendo la total de 30kW
- 6.-Calcular las condiciones del aire a la salida de una resistencia eléctrica de 15kW, cuando se pasan 1.800kg<sub>as</sub> por hora a Ts de 10°C y 6°C de Th



PROBLEMAS DE TERMODINAMICA /TECNA

