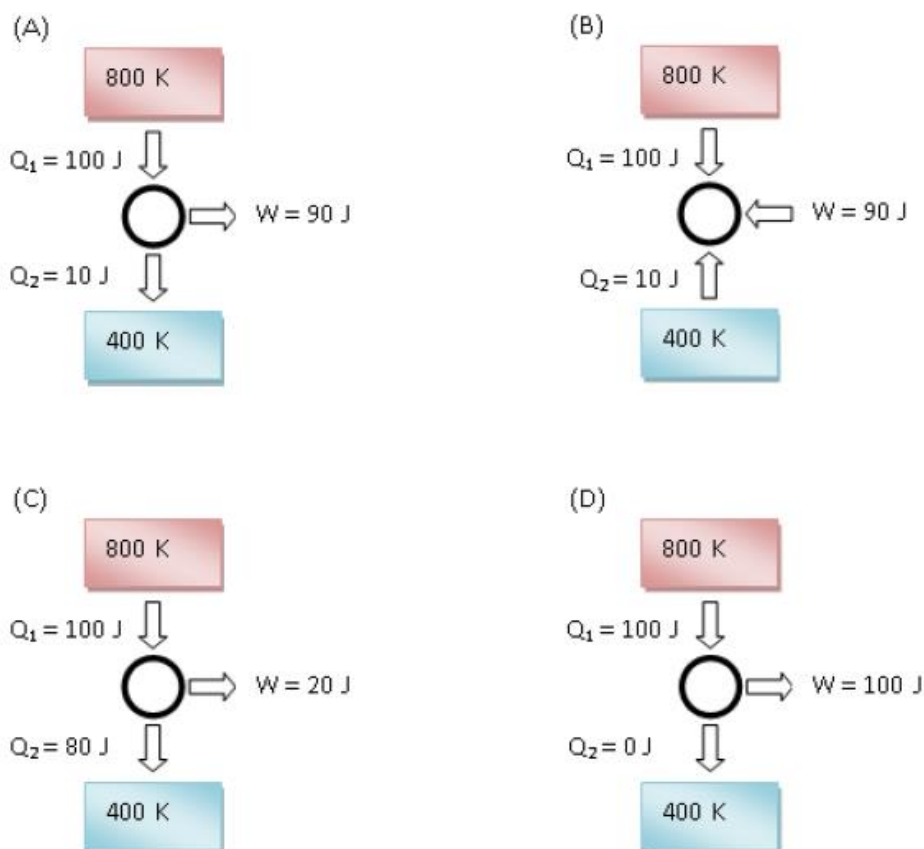


## TEMA 5. PRINCIPIOS Y CONCEPTOS TERMODINÁMICOS

### PRINCIPIOS DE TERMODINÁMICA

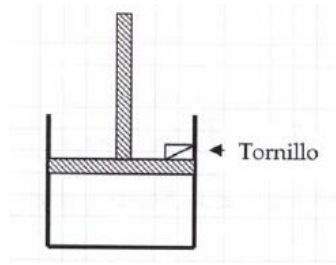
#### Problema nº 1

En las siguientes figuras se representan seis máquinas térmicas cíclicas, que operan entre un foco caliente (800 K) y otro frío (400 K). Dichas máquinas intercambian calor entre ambos focos y realizan trabajo a través de un ciclo termodinámico. Averigüe qué máquina/s es viable, debido a que no viola ninguno de los principios termodinámicos.



#### Problema nº 2

Suponga un sistema formado por un tanque que contiene un gas, cerrado por un pistón móvil como el que indica la figura.



Siendo la temperatura inicial del gas  $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ , se coloca el tanque en agua hirviendo con el pistón fijado por un tornillo. En estas condiciones se le trasmite al gas  $5\text{ Kcal}$ , y alcanza el equilibrio a  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$  (y presión mayor). Posteriormente, el pistón se libera aflojando el tornillo y el gas realiza un trabajo de  $120\text{ J}$  para trasladar el pistón a su nueva posición de equilibrio, siendo la temperatura final del gas  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Calcular la variación de energía interna, el calor intercambiado y el trabajo ejercido por o sobre el sistema en cada una de las dos etapas del proceso: calentamiento y expansión.

### Problema nº 3

Una central térmica de carbón transforma un tercio de la energía química contenida en el carbón que emplea en energía eléctrica, operando con una potencia eléctrica de  $1\text{ GW}$ . La energía restante se disipa en el medio ambiente en forma de calor, de modo que el  $15\%$  se pierde con los gases de combustión y el resto se transmite al sistema de refrigeración de la central, el cual toma agua de un río que tiene un caudal aguas arriba de  $100\text{ m}^3/\text{s}$  y una temperatura de  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

- Calcule el caudal de agua de refrigeración que ha de retirarse del río, si el aumento de temperatura que experimenta en la central es de  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ .
- Calcule la temperatura del agua del río después de recibir de nuevo el agua de refrigeración utilizada en la central.

PROPIEDADES DEL AGUA
----------------------

### Problema nº 4

Determinar el estado del agua como líquido subenfriado, líquido saturado, vapor saturado seco, vapor húmedo o vapor recalentado en las siguientes condiciones:

- $T = 24\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;  $h = 1500\text{ kJ/kg}$
- $P = 500\text{ kPa}$ ;  $v = 0,42\text{ m}^3/\text{kg}$
- $P = 2\text{ bar}$ ;  $v = 0,756\text{ m}^3/\text{kg}$
- $T = 170\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;  $s = 1,821\text{ kJ/kg K}$



- e)  $P = 3 \text{ MPa}; T = 180 \text{ }^\circ\text{C}$
- f)  $T = 140 \text{ }^\circ\text{C}; u = 2800,5 \text{ kJ/kg}$

#### Problema nº 5

Calcular la energía interna del agua en los siguientes estados:

- a)  $T = 50 \text{ }^\circ\text{C}; x = 0,7$
- b)  $P = 7 \text{ bar}; s = 1,9922 \text{ kJ / kg K}$
- c)  $T = 40 \text{ }^\circ\text{C}; P = 5000 \text{ kPa}$
- d)  $T = 200 \text{ }^\circ\text{C}; P = 1250 \text{ kPa}$
- e)  $P = 6000 \text{ kPa}; h = 2784,3 \text{ kJ / kg}$
- f)  $P = 11500 \text{ kPa}; v = 0,015 \text{ m}^3 / \text{kg}$

#### Problema nº 6

Por una tubería circula agua a una presión de 25 bar y 135 °C. En cierto punto del recorrido la tubería se ensancha de manera que la presión se reduce a 1 bar. Calcular las propiedades termodinámicas del agua en ambas tuberías, considerando que éstas se encuentran perfectamente aisladas del exterior y que la expansión ocurre de manera isoentrópica.

#### Problema nº 7

Vapor de agua a 60 bar y 360 °C se expande en una turbina hasta 10 bar de forma isoentrópica, obteniéndose un vapor húmedo. Este vapor húmedo se dirige a un separador donde se obtienen dos corrientes diferentes: agua líquida y agua vapor. El líquido se expande isoentálpicamente a través de una válvula hasta una presión de 1 bar, mientras que el vapor se vuelve a calentar hasta 200 °C y se expande isoentrópicamente en una segunda turbina hasta la misma presión (1 bar). Finalmente, ambas corrientes de agua (procedentes de la turbina y válvula) se unen en un cambiador de calor donde se condensa totalmente el agua, obteniéndose un líquido saturado.

- a) Representar el diagrama de bloques del proceso.
- b) Calcular las propiedades termodinámicas de cada una de las corrientes generadas en el ciclo.
- c) Calcular la cantidad de calor a eliminar en el cambiador de calor para condensar el agua.
- d) Representar en un diagrama T-s las transformaciones del proceso.



## PROPIEDADES DEL AIRE

### Problema nº 8

Aire a 250 K y 1 atmósfera de presión se comprime de forma adiabática y reversible hasta alcanzar una presión de 12 atmósferas. Seguidamente se introduce en un cambiador de calor donde se enfría hasta alcanzar 310 K.

- Calcule la entalpía del aire en cada uno de los tres estados.
- Calcule la cantidad de calor extraída en el cambiador de calor.
- Represente en un diagrama T-s las transformaciones que experimenta el aire.

## EXERGÍA

### Problema nº 9

Dos kilogramos de agua se encuentran como vapor saturado seco a 120 °C circulando a una velocidad de 30 m/s y a una altura de 6 m respecto del nivel de referencia. El sistema anteriormente definido evoluciona de forma espontánea hasta un estado final en el que el agua se encuentra como líquido saturado a 10 °C, con una velocidad de 25 m/s y a una altura de 3 m. Calcular la exergía de este sistema en los estados inicial y final. Considérese que las condiciones ambientales son 25 °C y 1 atm.

### Problema nº 10

Una turbina trabaja con vapor de agua que, en las condiciones de entrada, tiene una presión de 30 bar, una temperatura de 400 °C y una velocidad de 160 m/s. A la salida el vapor se encuentra saturado a 100 °C y su velocidad es de 100 m/s. La transferencia de calor entre la turbina y el entorno ocurre a una temperatura media de 500 K. Realícese un análisis exergético del funcionamiento de la turbina, si el trabajo producido es de 540 kJ/kg de vapor. Condiciones ambientales: 25 °C y 1 atm.