



Asignatura / Gaia

Curso / Kurtsoa

TERMODINÁMICA

2º

Nombre / Izena

Fecha / Data

2/05/2013

TIEMPO: 45 minutos. Utilice la última cara como borrador.

TEORÍA 1 (20 puntos)

Lea las 20 cuestiones y escriba dentro de la casilla al pie: 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 de esta pregunta deben escribirse con tinta.

1. En una bomba de calor el condensador se coloca en la calle.
2. Un foco es un sistema internamente reversible e isoterma.
3. Dentro de la campana de saturación no tiene sentido usar c_p .
4. En una máquina de refrigeración, cuanto más alejadas estén las temperaturas del foco frío y del foco caliente, mayor será el COP de la máquina.
5. El trabajo es una propiedad que sólo depende del estado inicial y final del proceso.
6. La variación de entropía de un fluido que se comprime reversiblemente en un compresor refrigerado puede ser positiva.
7. La entropía es una función del proceso, ya que es una medida de las irreversibilidades que tienen lugar en un proceso.
8. El rendimiento isoentrópico compara un proceso isoterma reversible y un proceso isoterma e irreversible.
9. Un gas ideal se expande en una válvula: el proceso que tiene lugar es isoterma.
10. Todo proceso adiabático y reversible es isoentrópico.
11. La presión en un líquido aumenta linealmente con la profundidad a la superficie.
12. Un líquido puede pasar a fase vapor sin burbujeo por calentamiento isobara, si la presión del proceso es mayor que la presión del punto triple.
13. En procesos irreversibles se cumple que $\delta Q > TdS$.
14. En el diagrama P-v, las isotermas son curvas de pendiente siempre positiva.
15. Si un vapor sobrecalentado se comprime isotérmicamente, puede condensar.
16. Si un vapor sobrecalentado se comprime adiabáticamente, puede condensar.
17. La temperatura de bulbo húmedo es siempre menor que la temperatura de rocío.
18. Si se pulveriza agua líquida en aire seco, ambos a la misma temperatura, el proceso es isoterma.
19. Del enunciado de Kelvin-Planck de la Segunda Ley se deduce que para en un proceso cíclico $\oint \delta W_1 \text{ solo foco} \leq 0$.
20. El rendimiento de un ciclo de Rankine aumenta si disminuye la presión en el condensador.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20

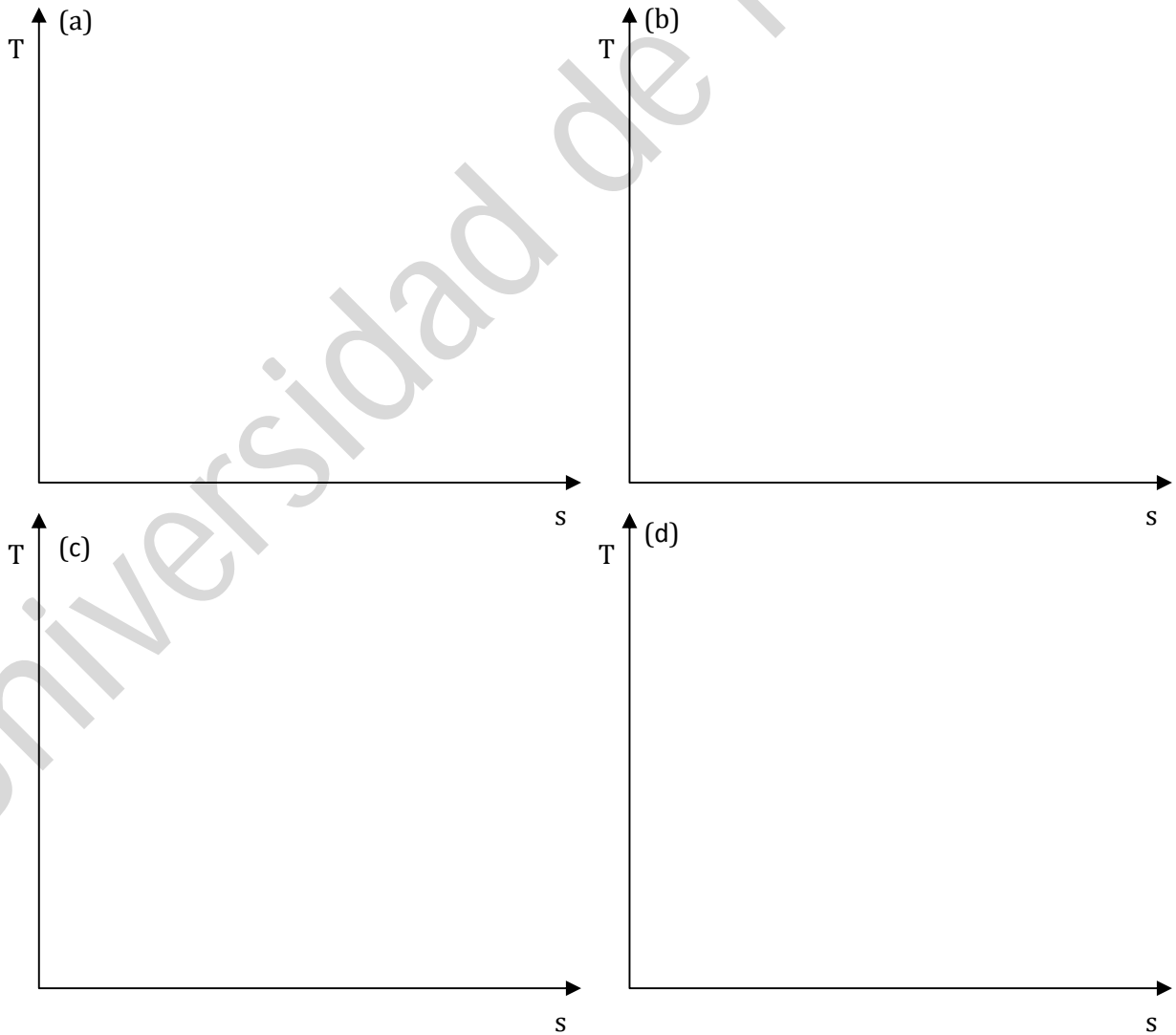
TEORÍA 2 (10 puntos)

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

(0 fallos: 2 puntos; 1 fallo: 1 punto; 2 fallos o más: 0 puntos)

Proceso	T	h	s	v
(a) Enfriamiento de una caldera rígida que contiene líquido y vapor en equilibrio.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(b) Compresor adiabático de un vapor saturado, con rendimiento isoentrópico $\eta_s < 1$.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(c) Turbina adiabática de gas ideal, con rendimiento isoentrópico $\eta_s < 1$.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(d) Estrangulación adiabática de un gas ideal.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Represente los diagrama T-s de cada uno de los cuatro procesos descritos, señalando claramente en cada caso la posición de las líneas representativas (isobaras, isothermas, saturación, etc.). (2 puntos)



TEORÍA 3 (5 puntos)

m kg de un gas perfecto se comprimen cuasiestática e isotérmicamente en un sistema cilindro-pistón desde V_1 a V_2 , a temperatura T_1 . Deduzca una expresión del trabajo realizado y la variación de entropía del gas.

Universidad de Navarra



Asignatura / Gaia

Curso / Kurtsoa

TERMODINÁMICA

2º

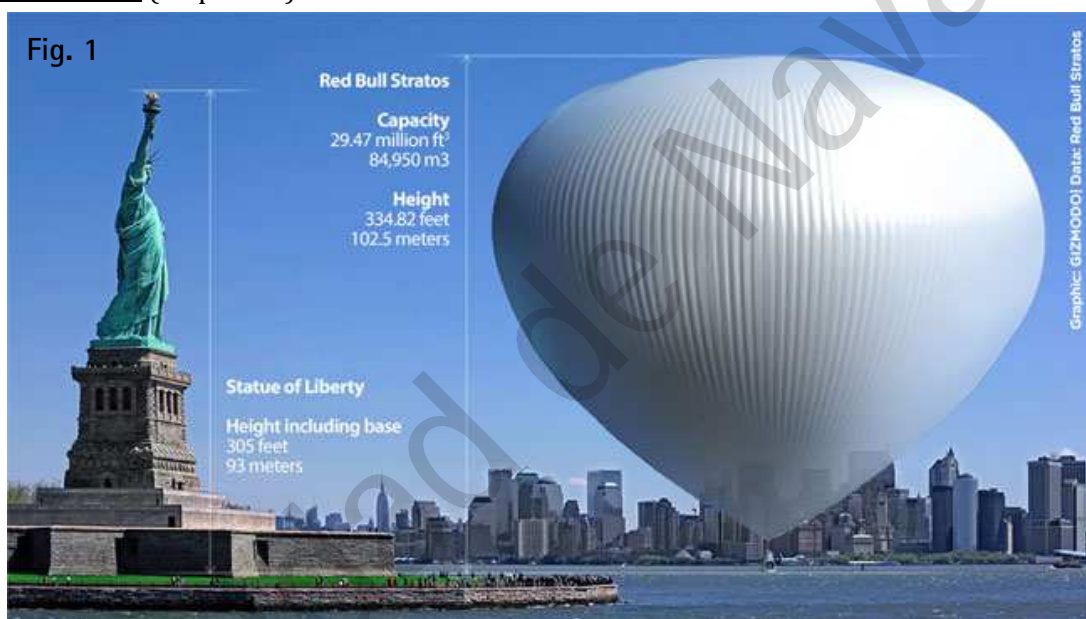
Nombre / Izena

Fecha / Data

2/05/2013

TIEMPO PARA LOS DOS PROBLEMAS: 2 HORAS.

PROBLEMA 1 (25 puntos)



Los globos ascienden porque el gas en su interior es menos denso que el aire exterior. Existen dos tipos de globos: los de aire, calentado con un quemador, que se usan para cotas bajas; y los de un gas más ligero (helio o hidrógeno). Felix Baumgärtner utilizó un globo de He en su ascensión para superar la barrera del sonido en la caída. El globo tenía un volumen máximo de 84950 m³, que se alcanzaba en la estratosfera (la Fig. 1 es un montaje para mostrar el tamaño del globo).

En la tabla adjunta se indica el valor de la temperatura y presión de la atmósfera estándar.

z (m)	P (Pa)	T (°C)
0	101325	15
11000	22632,1	-56,5
20000	5474,89	-56,5
32000	868,019	-44,5
47000	110,906	-2,5
51000	66,9389	-2,5
71000	3,95642	-58,5

A nivel del suelo, se introduce en el globo una cierta cantidad de helio (Fig. 2), de manera que a 32 km de altura se expanda y ocupe el volumen máximo del globo. Se puede suponer que a cada altura la temperatura y presión del helio están en equilibrio con la del aire de la atmósfera exterior.

Datos:

- Masa de la lona del globo: 1682 kg.
- Masa de la cabina (con Felix dentro): 1315 kg.
- $g=9,81 \text{ m/s}^2$, supuesta constante con la altura.

Se pide (5 puntos cada cuestión):

- (a) Masa de helio introducida en el globo (kg).
- (b) Volumen del globo al comienzo de la ascensión (m^3).
- (c) Si el globo fuera adiabático, calcule la temperatura que tendría el helio a 11000 m de altura ($^{\circ}\text{C}$).
- (d) Si la lona del globo es diatérmica, calcule el exponente politrópico de la expansión del helio de 0 a 32000 m.
- (e) Calcule la fuerza ascensional del globo a nivel del suelo, de acuerdo con el principio de Arquímedes (kN).
- (f) Represente en un diagrama T-s el proceso de expansión del helio (d), comparándolo con una expansión adiabática (c) y una expansión isoterma.

Universidad de Navarra



Asignatura / Gaia

TERMODINÁMICA

Nombre / Izena

Curso / Kurtsoa

2º

Fecha / Data

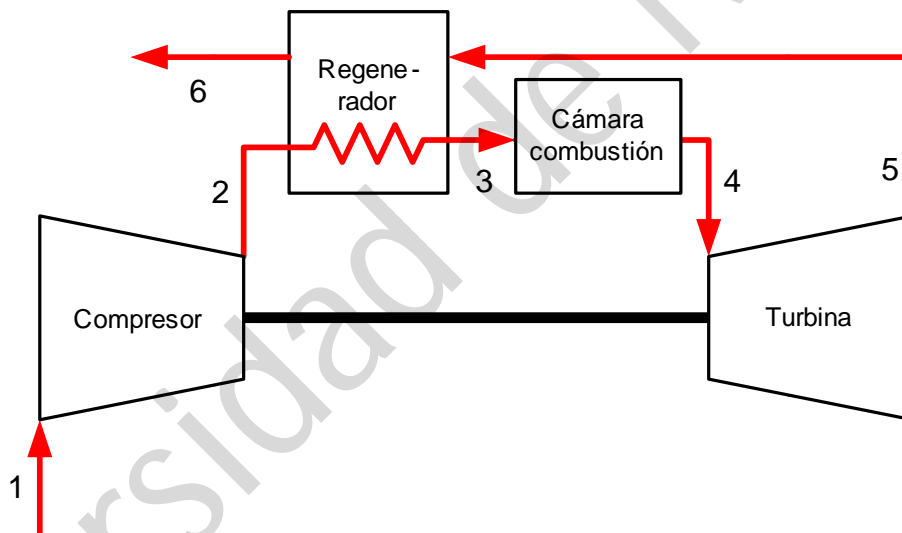
2/05/2013

TIEMPO PARA LOS DOS PROBLEMAS: 2 HORAS.

PROBLEMA 2 (20 puntos)

Una turbina de gas regenerativa opera con 2 kg/s de aire del ambiente, que se encuentra a 300 K y 1 bar (1). El aire a la salida del compresor se encuentra a 550 K. El cociente de presiones es $r=6$. El compresor es adiabático e irreversible y la turbina es adiabática y reversible. La temperatura máxima del ciclo es de 1200 K. La eficiencia del regenerador es 0,8.

Se puede considerar al aire gas perfecto biatómico ($k=1,4$; $M=29$).



Se pide (5 puntos cada cuestión):

- (a) Diagrama T-s.
- (b) Rendimiento isoentrópico del compresor.
- (c) Rendimiento del ciclo.
- (d) Entropía generada en el regenerador, kW/K.



Asignatura / Gaia

Curso / Kurtsoa

TERMODINÁMICA

2º

Nombre / Izena

Fecha / Data

2/05/2013

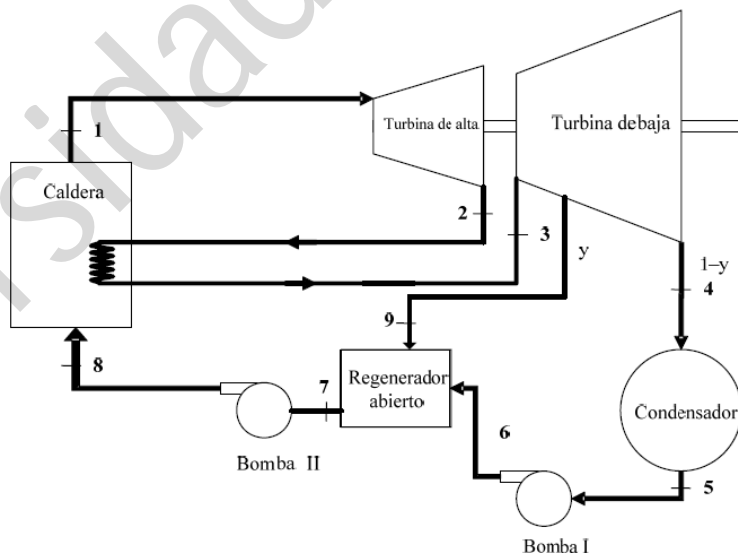
PROBLEMA 3-EES (20 puntos)

TIEMPO PARA LA PRUEBA CON EES: 1 hora 15 minutos.

NOMBRE DEL FICHERO: su número de carné. Por ejemplo, a903456.EES.

GRABE EL FICHERO DE EXTENSIÓN EES EN LA UNIDAD Q:\

En la figura se representa un ciclo Rankine con recalentamiento, con un regenerador abierto. La potencia neta del ciclo es de 70 MW. El vapor generado en la caldera (1) entra en la turbina de alta presión a 10 MPa y 570 °C, y sale a 0,8 MPa (2). Seguidamente se recalienta hasta 550 °C (3) y se expande en la turbina de baja presión hasta la presión del condensador de 10 kPa (4). En la turbina de baja se realiza una sangría (una extracción de vapor) a una presión de 200 kPa (9) para calentar el agua de alimentación en el regenerador abierto. El agua de alimentación sale del regenerador abierto (7) a una temperatura 3 °C menor que la temperatura de saturación del vapor extraído. La eficiencia isoentrópica η_s de las turbinas es del 90 %, y la de las bombas del 85 %. El condensador produce líquido saturado (5). El entorno frío con el que intercambia calor el condensador es una toma de agua de un río (presión atmosférica, 100 kPa) que entra a 20 °C y sale a 35 °C.



Cada apartado vale 4 puntos. Se indica el nombre que deben tener las variables.

- Represente el proceso termodinámico en un diagrama T-s.
- Fracción de vapor extraído (y).
- Rendimiento térmico del ciclo (η_t).
- Caudal másico de la toma del río (m_a).
- Entropía generada en el condensador (σ).