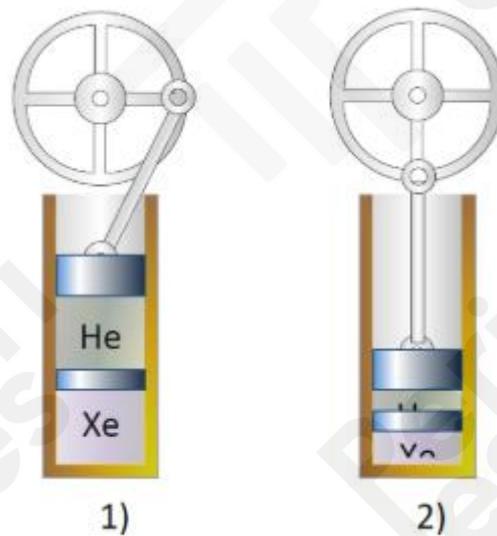


EJERCICIO 1

En un dispositivo como el mostrado en la figura hay dos cámaras separadas por un pistón adiabático sin masa y que se desliza libremente sin fricción dentro de un cilindro también adiabático. En una cámara hay Helio y en la otra Xenón. En el estado inicial los dos gases se encuentran a $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, 1 atm de presión y tienen un volumen de 1 L . Cuando la rueda (manivela) gira lentamente un cuarto de vuelta, el volumen conjunto de los dos gases se reduce a la mitad.

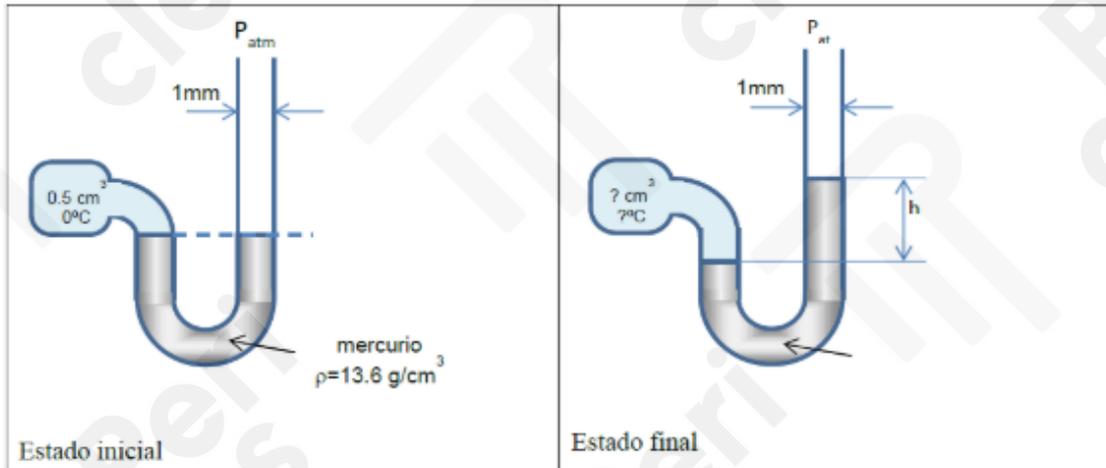


Calcule:

- Volumen final de cada uno de los gases
- Temperatura final de cada uno de los gases
- Incremento de energía interna de cada uno de los gases
- Trabajo realizado sobre cada uno de los gases
- Trabajo total efectuado por la rueda

EJERCICIO 2

Un termómetro de gas como el mostrado en la figura contiene Argón ($C_v=0.3122 \text{ kJ/kg}\cdot\text{K}$, y $C_p=0.5203 \text{ kJ/kg}\cdot\text{K}$) en su extremo cerrado y el extremo abierto se encuentra expuesto al ambiente que se encuentra a presión atmosférica. Inicialmente la temperatura del dispositivo es de 0°C y la diferencia de nivel del mercurio es nula. La temperatura sube hasta que la diferencia de nivel es de 5 cm .



Calcule:

- Temperatura del gas en el estado 2
- Calor ganado por el gas contenido en el termómetro
- Trabajo realizado por el gas

NOTA: Desprecie las variaciones de densidad del mercurio y de volumen del recipiente debidas a la temperatura.

EJERCICIO 3

Un gas cuyas propiedades son $C_p = 25 \text{ kJ/kmol K}$, y $C_v = 0.168 \text{ kcal/kg } ^\circ\text{C}$, realiza un ciclo de potencia formado por cuatro procesos y otros tantos estados, de los que se conoce que:

- El proceso de 1 a 2 es a temperatura constante = $25 \text{ }^\circ\text{C}$.
- El proceso de 2 a 3 es a presión constante, siendo $v_2=0.2 \text{ m}^3/\text{kg}$, y $v_3=0.5 \text{ m}^3/\text{kg}$,
- El proceso de 3 a 4 es un proceso politrópico.
- Y el proceso de 4 a 1 es a presión constante = 1 kg/cm^2 .

Además, se sabe que el trabajo de expansión es de 363.3 kJ/kg . Calcular:

- Las variables que definen cada estado,
- dibujar el ciclo en un diagrama p-v y otro T-s,
- la constante n del proceso de 3 a 4,
- el trabajo neto del ciclo y su rendimiento

EJERCICIO 4

Un ciclo de potencia con aire realiza un trabajo neto de 134 kJ/kg, y está formado por los siguientes procesos:

- proceso isóbaro a 10 bar hasta alcanzar una temperatura de 500 °C
- proceso politrópico
- proceso isóbaro a 1 bar hasta llegar a 50 °C
- proceso isoentrópico.

Se pide:

- 1) Dibujar el ciclo sobre un diagrama p-v y otro T-s
- 2) Calcular las variables p, v y T para cada estado, y el calor y el trabajo en kJ/kg para cada proceso
- 3) Calcular el coeficiente politrópico del proceso 3
- 4) Calcular el rendimiento del ciclo y el de Carnot.

Parámetros del aire:

$$\gamma = 1.4$$

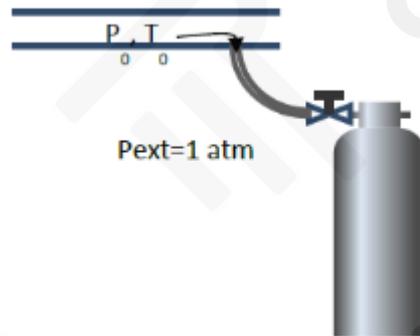
$$M_{\text{aire}} = 0.21 \times 2 \times 16 + 0.79 \times 2 \times 14 = 28.84 \text{ Kg/Kmol}$$

$$R_{\text{aire}} = R/M$$

$$R = 8,314 \text{ KJ/kmol}\cdot\text{K}$$

EJERCICIO 5

Una bombona rígida de 15L de volumen inicialmente esta "vacía" (en realidad contiene oxígeno a $P=0$ bar y $T=15$ °C) se conecta a una línea por la que circula oxígeno a 220 bares y $T=15$ °C que se encuentra aproximadamente a la misma altura que la bombona, y se permite que el gas entre lentamente (energía cinética despreciable) hasta que la presión dentro de la bombona es de 200 bar momento en el que se cierra la válvula.



a) Suponiendo que el proceso es adiabático y que el oxígeno se comporta como gas ideal calcule:

- Temperatura final dentro de la bombona
- Masa de oxígeno dentro de la bombona
- Si después se permite que la temperatura de la bombona evolucione libremente, cuando al final se encuentre a 15 °C, ¿Cuál será la presión?, ¿Cuánto calor habrá evacuado?

b) Suponiendo que el proceso es isotérmico y que el oxígeno se comporta como gas ideal calcule:

- Masa de oxígeno al final dentro de la bombona
- Calor evacuado

c) Teniendo en cuenta los resultados a las anteriores cuestiones,

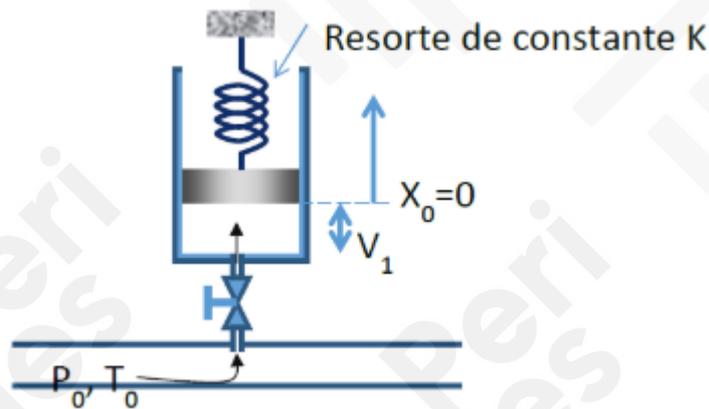
- ¿Qué tipo de proceso sería más conveniente y por qué?
- Explique la forma en la que debería realizarse el proceso para que se acercara más al proceso más conveniente
- Explique la forma en la que no debería realizarse el proceso.

d) Repita todo el anterior ejercicio con la ayuda del EES, utilizando las propiedades del oxígeno como gas real.

- Según los resultados, ¿es aceptable el supuesto de gas ideal para el oxígeno en este ejercicio?
- Si no es aceptable, ¿Cuál cree que es la razón para esa diferencia?

EJERCICIO 6

Un sistema cilindro pistón como el mostrado en la figura, contiene 0.25 litros de aire que inicialmente se encuentra a la presión de una atmósfera y una temperatura de $20\text{ }^{\circ}\text{C}$. En este estado el resorte está completamente relajado (no ejerce fuerza sobre el pistón). La línea de aire comprimido a la que se encuentra acoplado está a una presión de 10 atmósferas y $30\text{ }^{\circ}\text{C}$. Se abre la válvula que conecta la línea de aire con el cilindro de tal manera que entre aire lentamente al cilindro, produciéndose un desplazamiento del pistón. Si se supone que el proceso de llenado es adiabático y despreciando las variaciones en energía cinética y potencial:



- ¿Cuánto se debe permitir que se desplace el pistón antes de cerrar la válvula para que la presión final dentro del cilindro sea de 5 atmósferas?
- ¿Cuál es la masa y temperatura finales del aire dentro del cilindro? Datos adicionales:

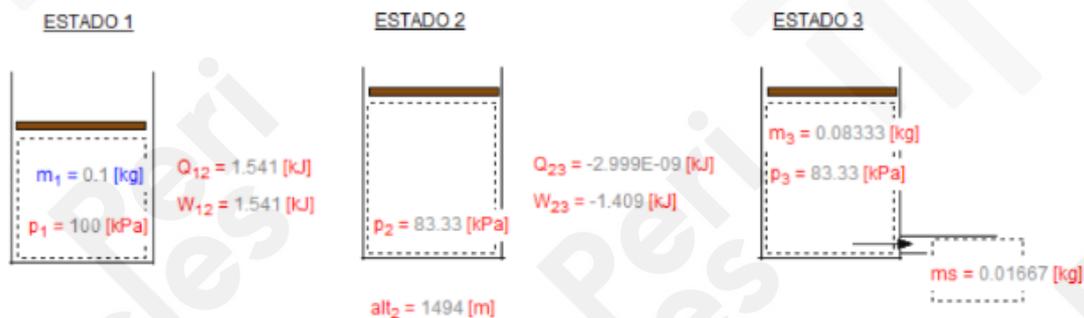
Constante del resorte, $K=10000\text{ Nt/m}$
 Diámetro del cilindro, $d=10\text{ cm}$

EJERCICIO 7

Un producto envasado a nivel del mar, es transportado hasta una localidad a una cierta altitud. Debido al cambio de presión, al llegar a dicha localidad, el envase aumenta su volumen un 20%, momento en que aparece un pequeño agujero del que sale lentamente aire hasta recuperarse el volumen inicial. Calcular la altura de la localidad, la presión final, la cantidad de aire que ha salido, y el calor y el trabajo en cada proceso en kJ.

DATOS: Inicialmente el envase contiene 100g de aire a 20 °C y 1bar

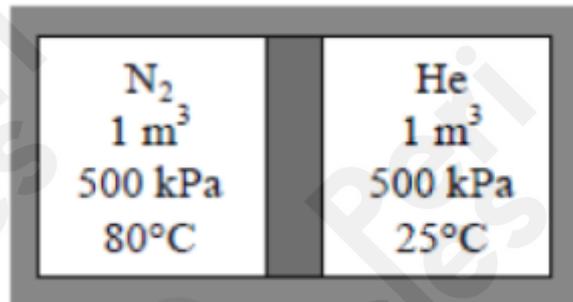
NOTA: Supóngase que el envase es flexible, y que la temperatura se mantiene constante a lo largo de todo el proceso. La variación de la presión con la altura se puede calcular con $P=P_0 \cdot \exp(-1.22e-4 \cdot \text{altura})$



EJERCICIO 8

Considere un cilindro horizontal bien aislado que está dividido en dos compartimientos por un pistón libre de moverse, pero el cual no permite que ninguno de los dos gases se infiltre al otro lado. Inicialmente, un lado del pistón contiene 1 m^3 de gas N_2 a 500 kPa y 80°C , mientras el otro lado contiene 1 m^3 de gas He a 500 kPa y 25°C . Ahora se establece el equilibrio térmico en el cilindro como resultado de la transferencia de calor a través del pistón. Usando calores específicos a temperatura ambiente, determinar:

- La temperatura final de equilibrio en el cilindro.
- Potencial de trabajo desperdiciado durante este proceso. ¿Cuál sería su respuesta si el pistón no tuviera libertad de movimiento? Tomar $T_0=25^\circ\text{C}$



Datos:

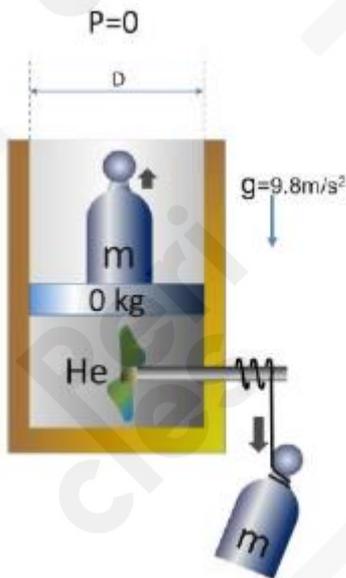
N_2 : $R=0.2968 \text{ kJ/kgK}$; $C_v=0.743 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C}$

He: $R=2.0769 \text{ kJ/kgK}$; $C_v=3.1156 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C}$

EJERCICIO 9

En el sistema cilindro émbolo mostrado en la figura, el pistón se desliza sin fricción y todas las fronteras que encierran al Helio (He) contenido en el interior son adiabáticas. La presión exterior es igual a cero y la masa conectada a la hélice introduce un trabajo al gas debido a que desciende una distancia de 20m.

Si el volumen inicial de helio es 2 litros a una temperatura de 0°C , el diámetro $D=11.28\text{cm}$ y el peso tiene una masa $m=1\text{kg}$. Calcule los datos solicitados en la tabla.



Ayuda:

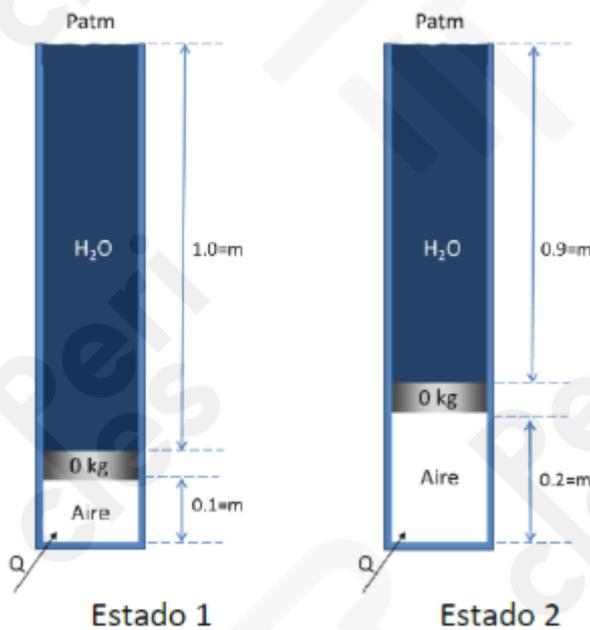
$$R_{He} = \frac{R}{M} = \frac{8.3145 \frac{\text{J}}{\text{mol}\cdot\text{K}}}{4 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 2.0786 \frac{\text{J}}{\text{g}\cdot\text{K}}$$

$$\gamma = 1.664 = \frac{C_p}{C_v}$$

1	Masa de helio		g	10%
2	Presión de helio		Pa	10%
3	Trabajo introducido		J	15%
4	Incremento de energía interna del helio		J	15%
5	Temperatura final del helio		$^{\circ}\text{C}$	15%
6	Trabajo de expansión		J	15%
7	Distancia recorrida por el pistón		m	15%
8	Calor intercambiado por el sistema		J	5%

EJERCICIO 10

El sistema se encuentra inicialmente en el estado 1 mostrado en la figura. En estas condiciones la temperatura del aire contenido en el interior del cilindro es 0°C . Al ser expuesto a una fuente de calor el aire se dilata hasta el estado 2. Si el área transversal del cilindro es $1\text{e-}2\text{m}^2$ y la densidad del agua se puede considerar constante e igual a 1000 kg/m^3 , calcule los datos solicitados en la tabla.



Ayuda:

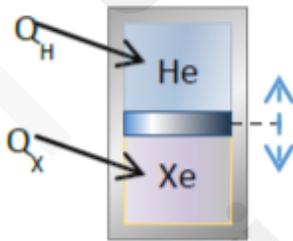
$$R_{\text{aire}} = 0.287 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}\cdot\text{K}}$$

$$\gamma_{\text{aire}} = 1.4 = \frac{C_p}{C_v}$$

1	Presión inicial del aire		KPa	5%
2	Masa del aire		Kg	10%
3	Presión final del aire		KPa	5%
4	Temperatura final del aire		$^{\circ}\text{C}$	10%
5	Variación de energía interna del aire		J	10%
6	Trabajo realizado por el aire		J	40%
7	Calor transferido por el aire		J	20%

EJERCICIO 11

El cilindro rígido de paredes diatérmicas y diámetro interior 7.5 cm, se encuentra dividido en dos cámaras por un pistón deslizable sin masa y que carece completamente de fricción. Una cámara contiene Helio y la otra Xenón. En el estado 1 las condiciones en las dos cámaras son: temperatura 0 °C, presión 1 atm y volumen 1.0 dm³ en cada cámara. A partir de este estado se empieza a aplicar calor de tal manera que la temperatura aumenta de forma solidaria en ambas cámaras hasta que llega a 350 °C.



$$Cv_{He} = Cv_{Xe} = \frac{3}{2}R, \quad M_{He} = 4 \left[\frac{g}{mol} \right], \quad M_{Xe} = 131.3 \left[\frac{g}{mol} \right]$$

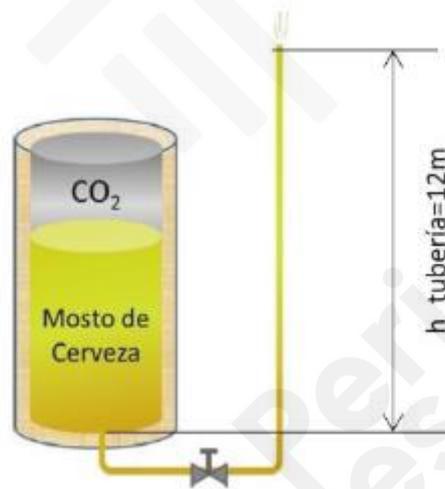
Calcule:

- Moles y masa de cada uno de los gases
- Calor total introducido al sistema y cuanto a cada uno de los gases.
- Trabajo realizado por cada uno de los gases y la posición final del pistón
- Incremento de energía interna de cada uno de los gases.

1	Moles de helio	0,0446	mol	5%
2	Moles de xenón	0,0446	mol	5%
3	Masa de helio	0,179	g	5%
4	Masa de xenón	5,861	g	5%
5	Volumen final del helio	1	dm ³	10%
6	Trabajo realizado por cada uno de los gases	0	KJ	30%
7	Calor ganado por el helio	194,7	KJ	10%
8	Calor ganado por el xenón	194,7	KJ	10%
9	Incremento de energía interna del helio	194700	J	10%
10	Incremento de energía interna del xenón	194700	J	10%

EJERCICIO 12

Un tanque que contiene mosto de cerveza (75% del volumen) y CO_2 (25% del volumen) se encuentra a una temperatura de $20\text{ }^{\circ}C$. Las dimensiones interiores del tanque son: altura=10m, diámetro 3m. Se abre una válvula en una tubería que conecta con el fondo del tanque y que tiene una altura de 12 m. Debido a la presión del CO_2 (4 bar en el instante inicial), el mosto sale por el extremo superior de la tubería que se encuentra a presión atmosférica.

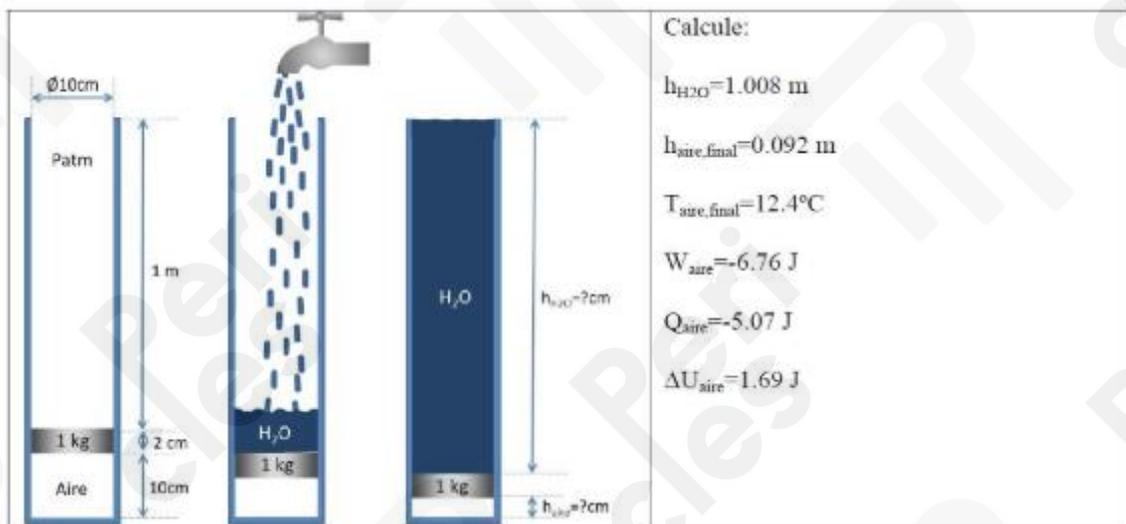


Suponiendo que el volumen de la tubería es despreciable en comparación con el del tanque, que el CO_2 se comporta como un gas ideal, que el mosto de cerveza tiene la densidad del agua y que el proceso se realiza de manera isotérmica calcule:

1	Volumen final de mosto de cerveza en el tanque	$30,61\text{ m}^3$
2	Presión final de CO_2	1,764 bar
3	Trabajo realizado por el CO_2	-1334 KJ
4	Calor ganado por el CO_2	-1334 KJ

EJERCICIO 13

Un pistón de masa 1 kg desliza sin fricción sobre un cilindro de diámetro 10 cm tal como se muestra en la figura. En el estado inicial, el aire dentro del cilindro se encuentra a 10°C y a una presión que es el resultado de la presión atmosférica más la ocasionada por el peso del pistón. Posteriormente, sobre el pistón se vierte agua hasta que esta rebosa. Por efecto del peso del agua, el aire sufre una compresión politrópica con un exponente "n" igual a 1.1. Suponer que el aire se comporta como gas ideal y que la densidad del agua es la correspondiente a 10°C y a presión atmosférica.

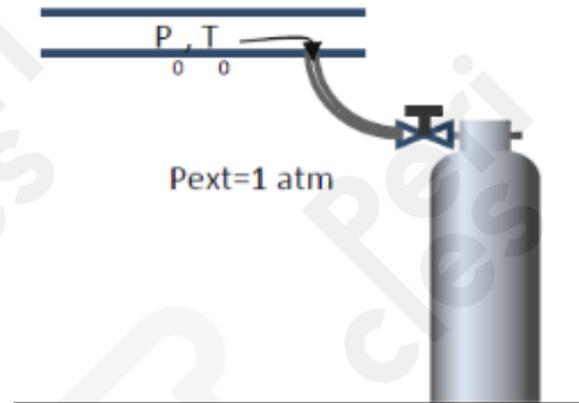


EJERCICIO 14

Una bombona rígida de 15 litros de volumen, contiene oxígeno ($C_v=0.658$ kJ/kgK, $C_p=0.918$ kJ/kgK). En el estado inicial la presión en el interior del tanque es de 1 bar y la temperatura 15°C . Entonces se conecta a una línea por la que circula oxígeno a 61 bar y $T=15^\circ\text{C}$ que se encuentra aproximadamente a la misma altura que la bombona. El gas entra lentamente hasta que la presión dentro de la misma es de 51 bar, momento en el que se cierra la válvula.

Suponiendo que el proceso es adiabático y que el oxígeno se comporta como gas ideal calcule:

- Temperatura final dentro de la bombona.
- Masa de oxígeno dentro de la bombona.

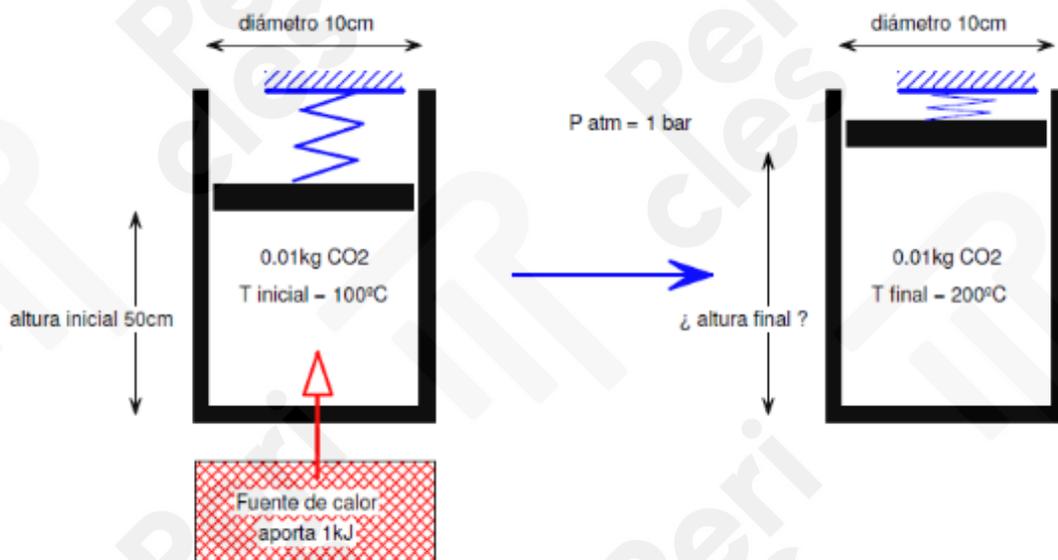


EJERCICIO 15

Un dispositivo cilindro-pistón de 10 cm de diámetro y 50 cm de altura inicial, contiene 0.01 kg de CO_2 . El pistón se encuentra refrenado por un muelle de forma que en la posición inicial no ejerce fuerza alguna. Se pone el cilindro en contacto con una fuente de calor que le aporta 1 kJ, elevando la temperatura del gas desde una temperatura inicial de $100\text{ }^{\circ}C$ hasta una final de $200\text{ }^{\circ}C$. Sabiendo que la constante del muelle es 17000 N/m , calcular:

- El peso del pistón.
- Las presiones inicial y final.
- El desplazamiento del émbolo.

NOTA: Utilizar la tabla de calores específicos medios. Considerar que el cilindro se encuentra en posición vertical y el pistón lo cierra por su parte superior. Tómese una presión atmosférica igual a 1 bar.



EJERCICIO 16

Un gas de peso molecular 32 kg/kmol y calor específico a presión constante 29.35 kJ/kmol·K tiene una temperatura inicial de 50 °C y es sometido a un proceso politrópico en el que el trabajo realizado y el calor cedido por el gas son respectivamente 10 kJ/kg y 2 kJ/kg. Calcular la temperatura final y el coeficiente politrópico n del proceso.

Resultados:

$$T_2 = 31.74 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$n = 1.47$$

EJERCICIO 17

Un cilindro adiabático, de sección $a = 1 \text{ m}^2$, dotado de un émbolo horizontal también adiabático de masa $m = 1000 \text{ kg}$ y capacidad calorífica despreciable, está dividido en dos cámaras por un tabique diatérmico rígido y fijo. Sobre el exterior del émbolo, que puede deslizar sin rozamiento, actúa únicamente la presión exterior $P_0 = 1 \text{ bar}$. El compartimento A (superior) contiene $n_A = 10 \text{ mol}$ de un gas ideal de $C_v = 21 \text{ J/mol}\cdot\text{K}$ a $T_1 = 300 \text{ K}$, y el B (inferior) $n_B = 100 \text{ mol}$ del mismo gas a T_1 y $P_{B1} = 10 \text{ bar}$. En estas condiciones, se pone B en contacto térmico con una fuente exterior, de la que recibe 1000 kJ de calor. Una vez absorbido este calor, se rompe el tabique, llegándose a un nuevo estado de equilibrio. Calcular:

- Cuánto sube el émbolo.
- Temperatura final del cilindro.

Resultados:

$$\Delta h_{12} = 4.03 \text{ m}$$

$$T_2 = 541.24 \text{ K}$$

EJERCICIO 18

Un pistón, refrenado por un resorte lineal, encierra aire dentro de un cilindro. La presión y volumen iniciales, son respectivamente, 150 kPa y 0.001 m^3 . En la posición inicial el resorte toca el pistón, pero no ejerce ninguna fuerza. El gas se calienta hasta que su volumen se triplica y la presión es de 1000 kPa.

- Dibujar el diagrama p-V del proceso.
- Calcular el trabajo realizado por el gas.
- ¿Cuál es el trabajo realizado contra el pistón y el resorte?
- ¿Cuál es el calor suministrado?

Resultados:

$$W_{12} = 1.15 \text{ kJ}$$

$$W_{\text{piston},12} = 0.3 \text{ kJ}$$

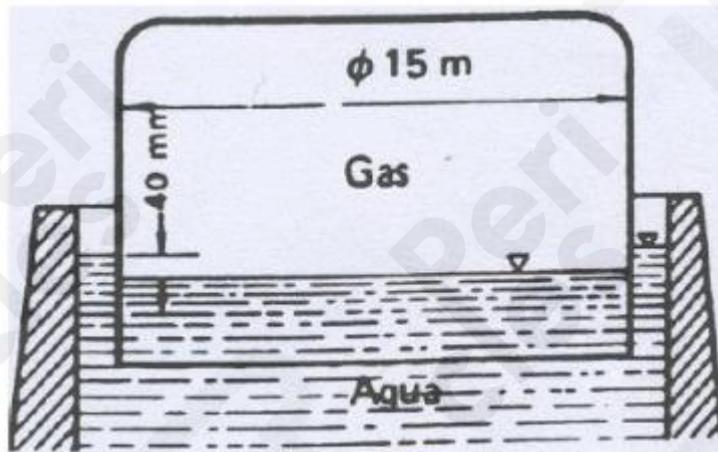
$$W_{\text{resorte},12} = 0.85 \text{ kJ}$$

$$Q_{12} = 5.98 \text{ kJ}$$

EJERCICIO 19

La campana del gasómetro de la figura adjunta contiene 1230 m^3 de un gas inicialmente a 10°C ($R_g = 683 \text{ J/kg}\cdot\text{K}$, $\gamma = 1.4$). El peso en la campana es tal que provoca un desnivel de 40 mm entre el agua dentro y fuera de la campana. Sabiendo que la presión barométrica es de 745 bar . Se pide:

- Calcular la masa del gas contenido en el gasómetro y las condiciones (p, v, T) en las que se encuentra.
- Si desde el exterior se le suministra un flujo de calor de 10 kW , calcular las nuevas condiciones en el instante en el que la campana se eleva 300 mm . Calcular también el tiempo transcurrido, el calor comunicado y el trabajo desarrollado.



Resultados:

$$P_1 = 1.004 \text{ bar}$$

$$v_1 = 1.94 \text{ m}^3/\text{kg}$$

$$m = 634.35 \text{ kg}$$

$$P_2 = P_1$$

$$v_2 = 2.022 \text{ m}^3/\text{kg}$$

$$T_2 = 22.1^\circ\text{C}$$

$$\Delta T_{12} = 1.18 \text{ h}$$

$$Q_{12} = 42600 \text{ kJ}$$

$$Q_{12} = 5250.9 \text{ kJ}$$

EJERCICIO 20

Un ciclo de trabajo con aire (ciclo dual) está compuesto por 5 procesos. El aire, que inicialmente se encuentra a 0.1 MPa y 300 K se comprime isoentrópicamente con una relación de compresión de 18. A continuación siguen 2 procesos de absorción de calor consecutivos, el primero a volumen constante en el que la presión aumenta 1.5 veces, y el segundo a presión constante, en el que es el volumen el que aumenta 1.2 veces. Tras este proceso se realiza una expansión adiabática hasta el volumen inicial para finalmente cerrar el ciclo con un proceso de cesión de calor a volumen constante. Se pide:

- Calcular el peso molecular y los calores específicos del aire (no hacen falta tablas).
- Dibujar el ciclo en un diagrama p-v y otro T-s.
- Calcular p,v,T para todos los estados.
- Calcular el calor y el trabajo de cada proceso.
- Calcular el rendimiento del ciclo y el de Carnot para sus temperaturas extremas.

NOTA: no hacen falta tablas.

Resultados:

$$M_g = 28.84 \text{ kg/kmol}$$

$$C_p = 1.008 \text{ kJ/kg}\cdot\text{K}$$

$$C_v = 0.720 \text{ kJ/kg}\cdot\text{K}$$

$$P_1 = 0.1 \text{ MPa}$$

$$v_1 = 0.864 \text{ m}^3/\text{kg}$$

$$T_1 = 300 \text{ K}$$

$$P_2 = 5.72 \text{ MPa}$$

$$v_2 = 0.048 \text{ m}^3/\text{kg}$$

$$T_2 = 953.33 \text{ K}$$

$$P_3 = 8.58 \text{ MPa}$$

$$v_3 = 0.048 \text{ m}^3/\text{kg}$$

$$T_3 = 1430 \text{ K}$$

$$P_4 = 8.58 \text{ MPa}$$

$$v_4 = 0.0576 \text{ m}^3/\text{kg}$$

$$T_4 = 1716 \text{ K}$$

$$P_5 = 0.194 \text{ MPa}$$

$$v_5 = 0.864 \text{ m}^3/\text{kg}$$

$$T_5 = 582 \text{ K}$$

$$w_{comp,12} = 470.4 \text{ kJ/kg}$$

$$q_{abs,23} = 343.2 \text{ kJ/kg}$$

$$w_{exp,34} = 82.37 \text{ kJ/kg}$$

$$q_{abs,23} = 288.29 \text{ kJ/kg}$$

$$w_{exp,34} = 816.48 \text{ kJ/kg}$$

$$q_{ced,51} = 203.04 \text{ kJ/kg}$$

$$\eta_{ciclo} = 0.68$$

$$\eta_{canot} = 0.83$$

EJERCICIO 21

Un ciclo de trabajo realizado con aire consta de los siguientes procesos:

1. Proceso de 1 a 2: cesión de calor a volumen constante desde 2 bar y 350°C hasta 1 bar.
2. Proceso de 2 a 3: cesión de calor a temperatura constante.
3. Proceso de 3 a 1: calentamiento a presión constante hasta las condiciones iniciales.

NOTA: Suponer el aire como gas perfecto con $\gamma = 1.4$.

Se pide:

1. Calcular los calores específicos C_p y C_v .
2. Plantear la ecuación del primer principio para cada proceso.
3. Calcular las variables p , v y T de cada estado.
4. Representar el ciclo en un diagrama p - v y otro T - s .
5. Calcular el calor y el trabajo en cada proceso.
6. Calcular el rendimiento del ciclo y el rendimiento de Carnot.

Resultados:

$C_p = 1.009 \text{ kJ/kg}\cdot\text{K}$	$q_{12} = -224.552 \text{ kJ/kg,}$
$C_v = 0.7207 \text{ kJ/kg}\cdot\text{K}$	$w_{12} = 0 \text{ kJ/kg}$
$P_1 = 2 \text{ bar}$	$q_{23} = -62.26 \text{ kJ/kg,}$
$v_1 = 0.8982 \text{ m}^3/\text{kg}$	$w_{23} = -62.26 \text{ kJ/kg}$
$T_1 = 350 \text{ }^\circ\text{C}$	$q_{31} = 314.373 \text{ kJ/kg,}$
$P_2 = 1 \text{ bar}$	$w_{31} = 89.821 \text{ kJ/kg}$
$v_2 = 0.8982 \text{ m}^3/\text{kg}$	$\eta_{\text{ciclo}} = 8.77\%$
$T_2 = 38.43 \text{ }^\circ\text{C}$	$\eta_{\text{canot}} = 50\%$
$P_3 = 2 \text{ bar}$	
$v_3 = 0.4491 \text{ m}^3/\text{kg}$	
$T_3 = 38.43 \text{ }^\circ\text{C}$	

EJERCICIO 22

Se realiza un ciclo de potencia con aire formado por los tres procesos siguientes:

1. Proceso de 1 a 2: Expansión a volumen constante desde $p_1 = 0.5 \text{ MPa}$ y $T_1 = 900^\circ\text{C}$, hasta $p_2 = 0.16 \text{ MPa}$.
2. Proceso de 2 a 3: Cesión de calor a temperatura constante.
3. Proceso de 3 a 1: Calentamiento a presión constante hasta el estado inicial.

Representar el ciclo en un diagrama p-v y otro T-s, y calcular las variables p, v y T para cada estado y el calor y el trabajo para cada proceso.

Calcular también el rendimiento termodinámico del ciclo, y el del ciclo de Carnot equivalente.

NOTA: Considerar el aire como gas ideal, y utilizar la tabla de calores específicos medios.

Resultados:

$$P_1 = 0.5 \text{ MPa}$$

$$v_1 = 0.673 \text{ m}^3/\text{kg}$$

$$T_1 = 900 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$P_2 = 0.16 \text{ MPa}$$

$$v_2 = 0.673 \text{ m}^3/\text{kg}$$

$$T_2 = 102 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$P_3 = 0.5 \text{ MPa}$$

$$v_3 = 0.215 \text{ m}^3/\text{kg}$$

$$T_3 = 102 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$q_{12} = -642.39 \text{ kJ/kg,}$$

$$w_{12} = 0 \text{ kJ/kg}$$

$$q_{23} = -122.63 \text{ kJ/kg,}$$

$$w_{23} = -122.63 \text{ kJ/kg}$$

$$q_{31} = 871.42 \text{ kJ/kg,}$$

$$w_{31} = 229 \text{ kJ/kg}$$

$$\eta_{\text{ciclo}} = 12.2 \%$$

$$\eta_{\text{canot}} = 68 \%$$