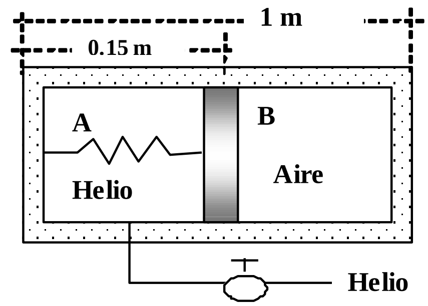
PROBLEMA 1 (20 puntos)

Un sistema que consta de dos compartimientos A (helio) y B (aire), ambos de comportamiento ideal, están separado por un pistón adiabático. Inicialmente el compartimiento A se encuentra a 100 kPa y 300 °K y en el compartimiento B la temperatura es de 20 °C. en este momento el pistón se encuentra a 0.15 m como lo muestra la figura, si se suministra helio al compartimiento bajo las condiciones de T=300 °K y P= 690 KPa hasta que el pistón se encuentra a una distancia de 0.6 m, Determine:

a). Temperatura final del compartimiento A y B cuando el pistón se encuentre a 0.6 m. b). El trabajo del helio, tomando el trabajo del resorte despreciable.

Datos adicionales: X_{eq}=0.1 m, A_{piston}=0.02 m^2, Kresorte=5 kN/m, PM_{Helio}=4.003 kg/kmol, PM_{aire}=28.47, R_{gas}=8.314 kN.m/kmol.°K, Cv_{Helio}=3.1156 kN.m/kg.°K, Cv_{Aire}=1.0065 kN.m/kg.°K (Ambos son valores promedios)



Datos $\quad Rgas := 8.314 \quad \frac{kN \cdot m}{kmol \cdot °K}$

Para A Tenemos:

$PA1 := 100 \quad kPa$

$TA1 := 300 \quad °K$

$PHe := 690 \quad kPa$

$THe := 300 \quad °K$

$PMH := 4.003 \quad \frac{kg}{kmol}$

$CvH := 3.1156 \quad \frac{kN \cdot m}{kg \cdot °K}$

Para B tenemos:

$TB1 := 20 + 273 \quad °K$

$PMB := 28.97 \quad \frac{kg}{kmol}$

$CvB := 1.0065 \quad \frac{kN \cdot m}{kg \cdot °K}$

$RB := \frac{Rgas}{PMB} = 0.287 \quad \frac{kN \cdot m}{kg \cdot °K}$

$RA := \frac{Rgas}{PMH} = 2.077 \quad \frac{kN \cdot m}{kg \cdot °K}$

Para el Piston:

$Ap := 0.02 \quad m^2$

$Lp := 1 \quad m$

$x1 := 0.15 \quad m$

$x2 := 0.6 \quad m$

$xeq := 0.1 \quad m$

$kr := 5 \quad \frac{kN}{m}$

si $\quad PB2 \cdot VB2 = mB2 \cdot RB \cdot TB2 \quad$ y $\quad PA2 \cdot VA2 = mA2 \cdot RA \cdot TA2$

$VA2 := Ap \cdot x2 = 0.012 \quad m^3$ si $\quad VB2 := Ap \cdot (1 - x2) = 8 \times 10^{-3} \quad m^3$

$PA2 = PB2 + \frac{kr}{Ap} \cdot (x2 - xeq)$ calculado PB2 Tenemos.

$PB2 = \frac{RB \cdot TB2 \cdot mB}{VB2}$ Caluculando la mB tenemos

$mB = \frac{PB1 \cdot VB1}{RB \cdot TB1} \qquad VB1 := Ap \cdot (1 - x1) = 0.017 \quad m^3$

$$PB1 := PA1 - \frac{kr}{Ap}\cdot(x1 - xeq) = 87.5 \quad kPa$$ por lo tanto

$$mB := \frac{PB1\cdot VB1}{RB\cdot TB1} = 0.018 \quad kg$$ Calculando TB2 Tenemos

Aplicando 1ra ley para B tenemos:

$$-WB = \Delta U = mB\cdot\Delta u \qquad si \qquad \Delta u = \int_{T1}^{T2} CvB\,dT \qquad y \qquad WB = \int_{V1}^{V2} \frac{mB\cdot RB\cdot T}{V}\,dV$$

$$-\int_{V1}^{V2} \frac{mB\cdot RB\cdot T}{V}\,dV = mB\cdot\int_{T1}^{T2} CvB\,dT$$ en esta ecuacion T es variable del estado 1 al estado 2

$$-mB\cdot RB\cdot\int_{V1}^{V2} \frac{1}{V}\,dV = mB\cdot CvB\cdot\int_{T1}^{T2} \frac{1}{T}\,dT \qquad \frac{T2}{T1} = \left(\frac{V1}{V2}\right)^{\frac{RB}{CvB}}$$ por lo tanto

$$TB2 := TB1\cdot\left(\frac{VB1}{VB2}\right)^{\frac{RB}{CvB}} = 363.252 \quad °K$$ TB2= 90.62 °C ademas tenemos:

$$WB := -mB\cdot CvB\cdot\int_{TB1}^{TB2} CvB\,dT = -1.259 \quad kJ$$ WB es negativo por que se comprime

Calculando PB2 Tenemos: $$PB2 := \frac{RB\cdot TB2\cdot mB}{VB2} = 230.52 \quad kPa$$ por lo tanto

$$PA2 := PB2 + \frac{kr}{Ap}\cdot(x2 - xeq) = 355.52 \quad kPa$$ por lo tanto tenemos:

$$mA2\cdot TA2 = \frac{PA2\cdot VA2}{RA} \qquad C1 := \frac{PA2\cdot VA2}{RA} = 2.054 \quad kg\cdot°K$$ por lo tanto $mA2TA2 := C1$

$$mA2 = \frac{C1}{TA2}$$ Aplicando primera ley al helio tenemos:

$$-WH + me\cdot he = mA2\cdot u2 - mA1\cdot u1$$ donde $$mA1 := \frac{PA1\cdot(Ap\cdot x1)}{RA\cdot TA1} = 4.815\times 10^{-4} \quad kg$$

$si \quad he = ue + Pv \quad y \quad me = mA2 - mA1$ con $Pv = RA\cdot THe$ v: volumen especifico.

$he = ue + RA\cdot THe$ sustituyendo tenemos:

$$-WH + (mA2 - mA1)\cdot(ue + RA\cdot THe) = mA2\cdot u2 - mA1\cdot u1$$

$$-WH + mA2\cdot ue - mA1ue + mA2\cdot RA\cdot THe - mA1\cdot RA\cdot THe = mA2\cdot u2 - mA1\cdot u1$$

$$mA2\cdot(ue - u2) + mA1(u1 - ue) = WH - (mA2 - mA1)\cdot(RA\cdot THe)$$

$$mA2\cdot\int_{T2}^{THe} Cv\,dT + mA1\cdot\int_{THe}^{T1} Cv\,dT = WH - (mA2 - mA1)\cdot(RA\cdot THe)$$

$$mA2\cdot CvH\cdot(THe - TA2) + mA1\cdot CvH\cdot(T1 - Te) = WH - (mA2 - mA1)\cdot(RA\cdot THe)$$

$$mA2\cdot CvH\cdot THe - CvH\cdot mA2TA2 + mA1\cdot CvH\cdot(TA1 - THe) = WH - (mA2 - mA1)\cdot(RA\cdot THe)$$

$$mA2\cdot CvH\cdot THe - CvH\cdot C1 + mA1\cdot CvH\cdot(TA1 - THe) = WH - mA2\cdot RA\cdot THe + mA1\cdot RA\cdot THe$$

$$mA2\cdot CvH\cdot THe + mA2\cdot RA\cdot THe = WH + mA1\cdot RA\cdot THe + CvH\cdot C1 - mA1\cdot CvH\cdot(TA1 - Te)$$

$WA = WH - Wres$ pero $Wres = 0$ y $WA := -WB$ por lo tanto

$WH := WA = 1.259$ kJ

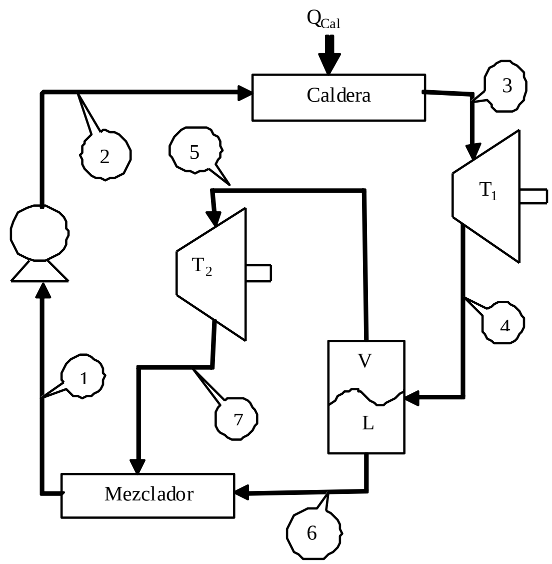
$$mA2 := \frac{[WH + mA1\cdot RA\cdot THe + CvH\cdot C1 - mA1\cdot CvH\cdot(TA1 - THe)]}{(CvH\cdot THe + RA\cdot THe)} = 5.109\times 10^{-3} \quad kg$$

$me := mA2 - mA1 = 4.628\times 10^{-3}$ kg tambien tenemos:

$$TA2 := \frac{C1}{mA2} = 402.049 \quad K° \qquad TA2\_°C := TA2 - 273 = 129.049 \quad °C$$

PROBLEMA 2 (10 puntos)

Determine para el proceso mostrado en la figura, que utiliza agua como fluido de operacion, la potencia en forma de trabajo para: Turbinas (las turbinas son adiabatica), de la Bomba y la pontencia en forma de calor que recibe la caldera. Si se tienes un flujo m_1 = 7 kg/s en la corriente 1, y m_5= ¼ m_1, para cada uno de los resultados explique el significado del signo en estos.



Corrientes	Propiedades
1	T=160°C
3	P=5MPa, T=500°C
4	P= 1MPa X= 0.5
5	P=1MPa
6	P=1MPa
7	P=1MPa

Datos

corriente 1 LS

T1 := 16(°C

$h1 := 675.\!$ $\frac{kJ}{kg}$

corriente 2 LC

P2 := 500(kPa

h2 := 678.0 $\frac{kJ}{kg}$

corriente 3 VSC

P3 := 500(kPa

T3 := 50(°C

h3 := 3434. $\frac{kJ}{kg}$

corriente 4 MLV

P4 := 100(kPa

h4 := 1769. $\frac{kJ}{kg}$

corriente 5 VS

P5 := 100(kPa

h5 := 2777. $\frac{kJ}{kg}$

corriente 6 LS

P8 := 20(kPa

h6 := 762. $\frac{kJ}{kg}$

corriente 7 LS

P7 := 100(kPa

h7 := 762. $\frac{kJ}{kg}$

$$m1 = m2 = m3 = m4 = 7 \quad \frac{kg}{s}$$

$$m5 = m7 = \frac{1}{4}\cdot m1$$

$$m6 = \left(7 - \frac{1}{4}\right)m1$$

por lo tanto

$$m1 := 7 \quad \frac{kg}{s} \qquad m5 := \frac{1}{4}\cdot m1 = 1.75 \quad \frac{kg}{s}$$

$$m6 := \left(1 - \frac{1}{4}\right)m1 = 5.25 \quad \frac{kg}{s}$$

Calcular :

Qcal=?

WT1=?

WT2=?

WB=?

Para la Caldera tenemos: La caldera no realiza trabajo por lo tanto de la 1ra ley tenemos

$$Qcal := m1 \cdot (h3 - h2) = 1.93 \times 10^{4} \quad \frac{kJ}{s}$$

Para la turbina 2 tenemos:

$$WT2 := -m1 \cdot (h4 - h3) = 1.165 \times 10^{4} \quad \frac{kJ}{s}$$

Para la turbina 1 tenemos:

$$WT1 := -m5 \cdot (h7 - h5) = 3.526 \times 10^{3} \quad \frac{kJ}{s}$$

Para la bomba tenemos:

$$WBom := -m1 \cdot (h2 - h1) = -17.78 \quad \frac{kJ}{s}$$