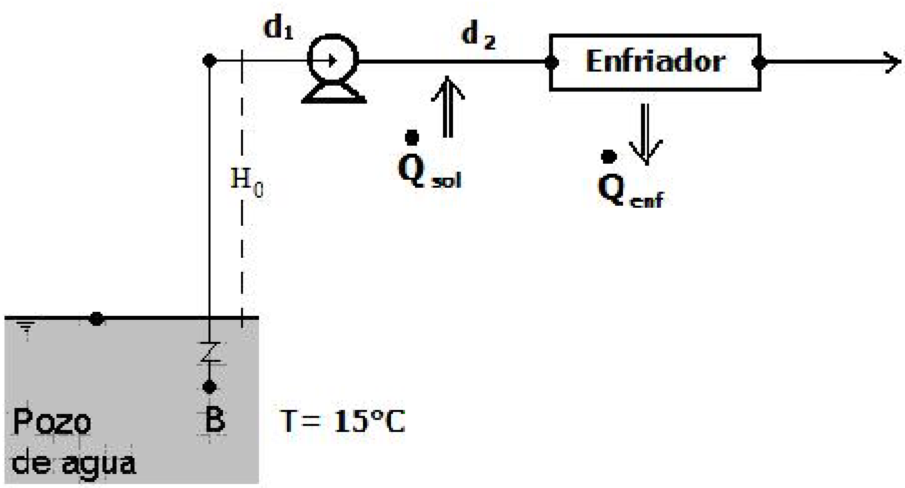
PROBLEMA 1 (20 puntos)

Se tiene el siguiente sistema de bombeo que extrae agua de un pozo con H_0=20 m mediante un a tubería de 5 cm de diámetro y una bomba que posee una salida de 8 cm^2. Luego se transporta el agua a través una tubería externa que recibe calor por radiación a razón de 3 kW por metro de tubería, hacia un enfriador, donde se le retira calor. Determine:

(a) La potencia de la bomba (WB).
(b) La temperatura a la entrada del enfriador (Te).
(c) Si se desea que la temperatura a la salida del enfriador sea de 18°C, determine el calor retirado por en enfriador del agua (Q_c).

La longitud entre la bomba y el enfriador es de 25 m con un flujo volumétrico de 50 lt/min, la bomba es adiabática e isotérmica, con un deltaP=P_2-P_1=3 bar.



Datos :

$Qsol := 3\ \frac{kW}{m}$ $\quad$ $Tp := 15\ °C$

$Ho := 20\ m$ $\quad$ $Lon := 25\ m$ $\quad$ $Patm := 101.325\ \frac{kN}{m^2}$

$d1 := 0.05\ m$ $\quad$ $flu := 0.05\cdot\frac{1}{60}\ \frac{m^3}{s}$ $\quad$ $gr := 9.81\ \frac{m}{s^2}$ $\quad$ $\rho agua := 1000\ \frac{kg}{m^3}$

$A1 := \pi\cdot\left(\frac{d1}{2}\right)^2$ $\quad$ $\Delta P := 300\ \frac{kN}{m^2}$

$A1 = 1.963\times 10^{-3}\ m^2$ $\quad$ $T2enf := 18\ °C$

$A2 := 8\cdot\frac{1}{(100)^2}$ $\quad$ $A2 = 8\times 10^{-4}\ m^2$ $\quad$ $z1 := 0$ $\quad$ $z2 := Ho$

Aplicando la 1ra ley en la bomba tenemos:

$$Q - WB = flum\cdot(h2 - h1) + \frac{1}{2} flum\left(v2^2 - v1^2\right) + flum\cdot gr\cdot(z2 - z1)$$

como la bomba es adiabatica el calor transferido es cero.

$$WB = flum\cdot(h1 - h2) + \frac{1}{2} flum\left(v1^2 - v2^2\right) + flum\cdot gr\cdot(z1 - z2)$$

determinando h1 y h2 tenemos:

para T=15 °C a Patm=100kPa estamos en L.C con un hf=63 kJ/kg

$$P1 := Patm + (\rho agua\cdot gr\cdot Ho)\cdot\frac{1}{1000} \qquad P1 = 297.525 \quad kPa$$

$$P2 := \Delta P + P1 \qquad P2 = 597.525 \quad kPa$$

como la bomba es adiabatica e isotermica es decir Tent=Tsal el aporte de energia por el cambio de entalpia Δh es proximo a cero. por lo tanto

$$WB = \frac{1}{2} flum\left(v1^2 - v2^2\right) + flum\cdot gr\cdot(z1 - z2)$$

calculando en resto de variables tenemos:

$$v1 := \frac{flu}{A1} \qquad v1 = 0.424 \ \frac{m}{s} \qquad v2 := \frac{flu}{A2} \qquad v2 = 1.042 \ \frac{m}{s}$$

$$flum := flu\cdot\rho agua \qquad flum = 0.833 \ \frac{kg}{s}$$

por lo tanto tenemos que el trabajo de la bomba es igual:

$$WB := \frac{1}{2}flum\cdot\left(v1^2 - v2^2\right) + flum\cdot gr\cdot(z1 - z2) \qquad WB = -163.877 \ \frac{kJ}{s}$$

En el caso de no asumir que h1=hf a T=15°C, sabemos que para L.C se cumple:

$$hent = hf + vf(Pent - Psat)$$

$$hsal = hf + vf(Psal - Psat)$$

Para T=15°C Tenemos:

$$hf := 63 \ \frac{kJ}{kg}$$

$$vf := 0.00100 \ \frac{m^3}{kg}$$

$$Psat := 1.7 \ kPa$$

$$Pent := P1$$

$$Psal := P2$$

$$hent := hf + vf\cdot(Pent - Psat)$$

$$hsal := hf + vf\cdot(Psal - Psat)$$

$$WB2 := \frac{1}{2}flum\cdot\left(v1^2 - v2^2\right) + flum\cdot gr\cdot(z1 - z2) + flum\cdot(hent - hsal) \qquad WB2 = -164.129 \ \frac{kJ}{s}$$

b) Temperatura a la entrada del enfriador:

Tsal bomba=15°C y Tsal enfriador 18°C

Aplicando Primera ley tenemos:

$Q = flum \cdot (h3 - h2)$ con $h2 := 63 \frac{kJ}{kg}$ y $Q := Qsol \cdot 25$ $Q = 75 \frac{kJ}{s}$

$h3 := \frac{Q}{flum} + h2$ $h3 = 153 \frac{kJ}{kg}$

con P2=597.525 kPa y h3= 153 kJ/kg tenemos que el estado es L.C:

como el estado esta en liquido comprimido nos vamos a la tabla de saturacion y leemos hf, donde hf=h3 esa es la temperatura de entrada del agua al enfriador.

$$T3 := \left(\frac{45.8 - 32.9}{191.8 - 137.8}\right) \cdot (153 - 137.8) + (32.9) \qquad T3 = 36.531 \ °C$$

c) Si se desea que la temperatura a la salida del enfriador sea 18°C, cual es el Qc retirado

a las condiciones de P4=P3=P2=597.525kPa y T=18°C es estado esta como L.C tenemos que:

$h4 := 75.5 \frac{kJ}{kg}$

$Qc := flum \cdot (h4 - h3)$ $Qc = -64.583 \frac{kJ}{s}$

PROBLEMA 2 (10 puntos)

Se tiene un balón inicialmente a 26 psia y 25°C con un volumen de 5 lts, luego de un proceso de inflado rápido el balón se encuentra a 40°C y 30 psia. El gas dentro del balón posee un peso molecular de 28,96 kg/kmol, un Cp de 1.0036 kJ/kg.°K y sigue el modelo de gas ideal.

Las condiciones de llenado son Te=299°K y P=40 psig siendo esta constante durante todo el tiempo del llenado. Determine:

(a) El trabajo realizado en el inflado del balón.

(b) Es posible que la temperatura al final del llenado alcance los 35°C?

Considere que el volumen del inflado del balón es proporcional a la presión interna es éste.

$$Rg := 8.314 \quad \frac{kJ}{kmol\cdot°K}$$

Datos

Estado 1

$$Pes1 := 28\cdot\frac{101.325}{14.696} \quad kPa$$

$$T1 := 25 + 273 \quad °K$$

$$V1 := 5\cdot\frac{1}{1000} \quad m^3$$

$$Rg\_2 := Rg\cdot\frac{1}{PM}$$

Estado 2

$$Pes2 := 30\cdot\frac{101.325}{14.696} \quad kPa$$

$$T2 := 40 + 273 \quad °K$$

$$Teg := 25 + 273 \quad °K$$

$$Cv := Cp + Rg\_2$$

$$PM := 28.96 \quad \frac{kg}{kmol}$$

$$Cp := 1.0036 \quad \frac{kJ}{kg\cdot°K}$$

$$Peg := (40 + 14.696)\cdot\frac{101.325}{14.696} \quad kPa$$

La ecuacioon que usaremos es la de Estado no estacionario uniforme

$$Q - WBa + me\cdot he - ms\cdot hs = m2u2 - m1u1$$

como el proceso es de llenado rapido, asumimos que el Q=o y me=m2-m1

$$WBa = (m2 - m1)\cdot he + (m1u1 - m2u2)$$

si he=ue+RTe

$$WBa = m2\cdot[(ue - u2) + RTeg] - m1\cdot[(ue - u1) + R\cdot Teg]$$

si ue-u2=Cv(Teg-T2)

ue-u1=Cv(Teg-T1)

$$WBa = m2\cdot[Cv\cdot(Te - T2) + RTeg] - m1\cdot[Cv\cdot(Te - T1) + R\cdot Teg]$$

$\alpha := \dfrac{V1}{Pes1}$ $\alpha = 2.59\times 10^{-5}$ por lo tanto $V2 := \alpha\cdot Pes2$

si

$P\cdot V = n\cdot Rg\cdot T$ ademas $m = n\cdot PM$

$P\cdot V = m\cdot Rg\_2\cdot T$ $m1 := \dfrac{Pes1\cdot V1}{Rg\_2\cdot T1}$ $m1 = 0.011$ kg

$m2 := \dfrac{Pes2\cdot V2}{Rg\_2\cdot T2}$ $m2 = 0.012$ kg

$WBa := [m2\cdot[Cv\cdot(Teg - T2) + Rg\_2\cdot Teg] - m1\cdot[Cv\cdot(Teg - T1) + Rg\_2\cdot Teg]]$

$WBa = -0.149$ kJ

http://www.scribd.com/doc/4026852/eBook-Introduccion-a-la-Termodinamica-en-Ingenieria-Quimica-Smith-Van-Ness