

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA QUÍMICA
CÁTEDRA DE “Balances de Materia y Energía”

UNIDAD 1: CÁLCULO DE ENTALPÍAS

Problema Nº 1: El calor específico del CO₂ es:

$$C_p = 6,393 + 10,100 \times 10^{-3} \times T - 3,405 \times 10^{-6} \times T^2$$

expresado en [cal/(mol-gr).(K)]. Convertir la expresión en:

- a) [cal/(mol-gr).(°C)]
- b) [BTU/(mol-lb).(°F)]
- c) [Kcal/(Kmol).(°C)]

Solución:

a) $T[^\circ K] = T[^\circ C] + 273$

$$C_p = 6,393 + 10,100 \times 10^{-3} \times (T[^\circ C] + 273) - 3,405 \times 10^{-6} \times (T[^\circ C] + 273)^2$$

$$C_p = 6,393 + 10,100 \times 10^{-3} \times T[^\circ C] + 2,757 - 3,405 \times 10^{-6} \times (T[^\circ C]^2 + 2 \times 273 \times T[^\circ C] + 273^2)$$

$$C_p = 6,393 + 10,100 \times 10^{-3} \times T[^\circ C] + 2,757 - 3,405 \times 10^{-6} \times T[^\circ C]^2 - 1,8591 \times 10^{-3} \times T[^\circ C] - 0,2537$$

$$C_p = 8,8972 + 8,241 \times 10^{-3} \times T[^\circ C] - 3,405 \times 10^{-6} \times T[^\circ C]^2 \left[\frac{\text{cal}}{\text{mol gr} \times ^\circ C} \right]$$

b) $T[^\circ F] = \frac{9}{5} T[^\circ C] + 32 \rightarrow T[^\circ K] = \frac{5}{9} T[^\circ F] + 255,22$

$$C_p = 6,393 + 10,100 \times 10^{-3} \times \left(\frac{5}{9} T[^\circ F] + 255,22 \right) - 3,405 \times 10^{-6} \times \left(\frac{5}{9} T[^\circ F] + 255,22 \right)^2$$

$$C_p = 6,393 + 5,611 \times 10^{-3} \times T[^\circ F] + 2,5778 - 3,405 \times 10^{-6} \times \left(\frac{25}{81} T[^\circ F]^2 + 283,57 + 65137 \right)$$

$$C_p = 8,7493 + 4,645 \times 10^{-3} \times T[^\circ F] - 1,051 \times 10^{-6} \times T[^\circ F]^2 \left[\frac{\text{Btu}}{\text{mol lb} \times ^\circ F} \right]$$

c) $C_p = 8,8972 + 8,241 \times 10^{-3} \times T[^\circ C] - 3,405 \times 10^{-6} \times T[^\circ C]^2 \left[\frac{\text{Kcal}}{\text{Kmol} \times ^\circ C} \right]$

Problema N° 2: La ecuación del calor específico a presión constante para el carburo de silicio (SiC) es la siguiente:

$$C_p = 8,89 + 0,00291 \times T - 28400/T^2$$

Sus unidades son: cal/(mol-gr).(K). El intervalo de temperatura de utilización de la fórmula es de 273 K a 1600 K. Determinar el calor específico medio a 1200 K en BTU/(mol-lb).(°F).-

Solución:

$$C_{p_m} = \frac{\int_{t_1}^{t_2} m \times C_p \times dt}{t_2 - t_1} = \frac{\int_{273}^{1200} C_p \times dt}{1200 - 273} = \frac{\int_{273}^{1200} (8,89 + 0,00291 \times T - 28400 \times T^{-2}) \times dt}{927}$$

$$C_{p_m} = \frac{\left(8,89 \times T + \frac{0,00291}{2} \times T^2 + 28400 \times T^{-1} \right) \Big|_{273}^{1200}}{927} = 11,066 \frac{[BTU]}{[mol - Lb][^{\circ}F]}$$

Problema N° 3: Un carbón se quema produciendo un gas con la siguiente composición en base seca: CO₂: 9,2 %; CO: 7,3 %; N₂: 82,0 %. Determinar la diferencia de entalpía entre el fondo de la columna y el domo de la chimenea, si la temperatura del fondo es de 320° C y en el tope e de 85° C.-

Solución:

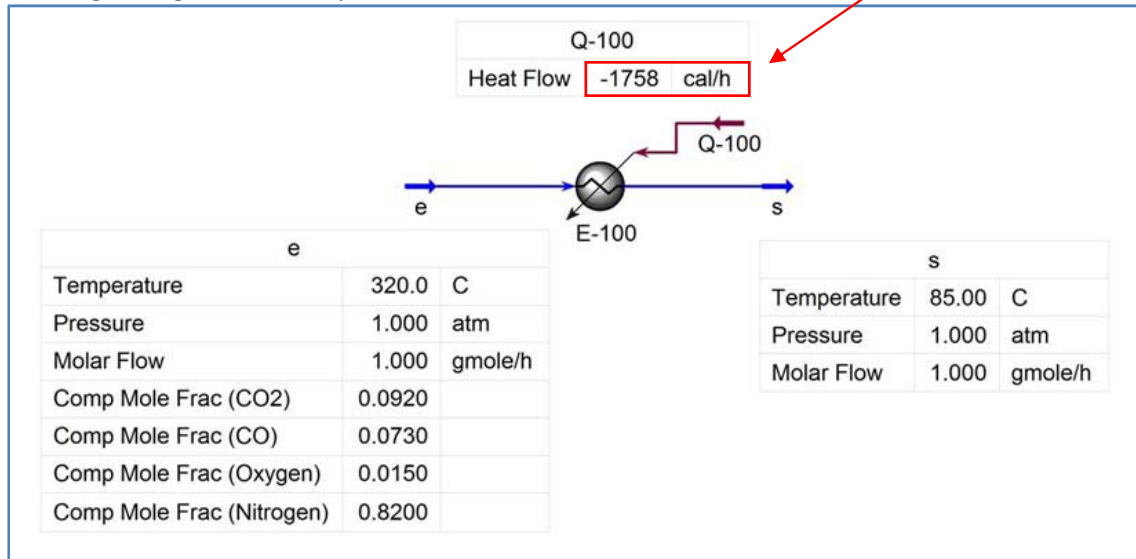
El O₂ se encuentra en una composición de 1,5 %.

CO ₂	0,092	(8,276 + 4,518 × 10 ⁻³ × T)	0,7614 + 4,157 × 10 ⁻⁴ × T
CO	0,073	(6,498 + 1,436 × 10 ⁻³ × T)	0,4744 + 1,025 × 10 ⁻⁴ × T
O ₂	0,015	(6,732 + 1,505 × 10 ⁻³ × T)	0,1010 + 2,258 × 10 ⁻⁵ × T
N ₂	0,820	(6,529 + 1,488 × 10 ⁻³ × T)	5,354 + 1,220 × 10 ⁻³ × T
Total	1,000		6,691 + 1,761 × 10 ⁻³ × T

$$\overline{\Delta H} = \int_{593}^{358} C_{Pm} \times dT = \int_{593}^{358} (6,691 + 1,761 \times 10^{-3} \times T) \times dT = \left[6,691 \times T + \frac{1,761 \times 10^{-3}}{2} \times T^2 \right]_{593}^{358}$$

$$\overline{\Delta H} = 6,691 \times (358 - 593) + 8,8 \times 10^{-4} \times (358^2 - 593^2) = -1572 - 196,8 = -1769 \left[\frac{\text{Cal}}{\text{mol}} \right]$$

El signo negativo indica que el calor sale del sistema.



Problema N° 4: 10 kg de agua a 20° C se mezclan con 4 kg de hielo a 0° C y 6 kg de vapor de agua a 120° C (a 1 atm.) Determinar la temperatura final de la mezcla y la cantidad de vapor de agua que se condensa. El proceso se realiza en forma adiabática.-

Solución:

Datos:

Base { 4 Kg de Hielo a 0 °C
10 Kg de agua a 20 °C
6 Kg de vapor de agua a 120 °C, 1 atm

Hielo: calor latente= 79,7 [Kcal/Kg]

Agua: Cpm= 1 [Kcal/ Kg °C]

Vapor: entalpía vapor recalentado a 120 °C= 649 [Kcal/kg]

Calor vapor a 100 °C= 639 [Kcal/Kg]

Calor latente de condensación a 100 °C= 539 [Kcal/Kg]

Se supone una temperatura final de 100 °C y una presión del sistema de 1 atm.

Si cada fase alcanza dicho estado, el calor de cada una sería:

Hielo (fusión a 0 °C)= 4 [Kg] x 79,7 [Kcal/Kg]= 318, 8 [Kcal]

(calor de 0 a 100 °C)= 4 [Kg] x 1 [Kcal/Kg °C] x 100 °C= 400 [Kcal]

Agua (de 20 °C a 100 °C)= 10 [Kg] x 1 [Kcal/Kg °C] x 80 °C= 800 [Kcal]

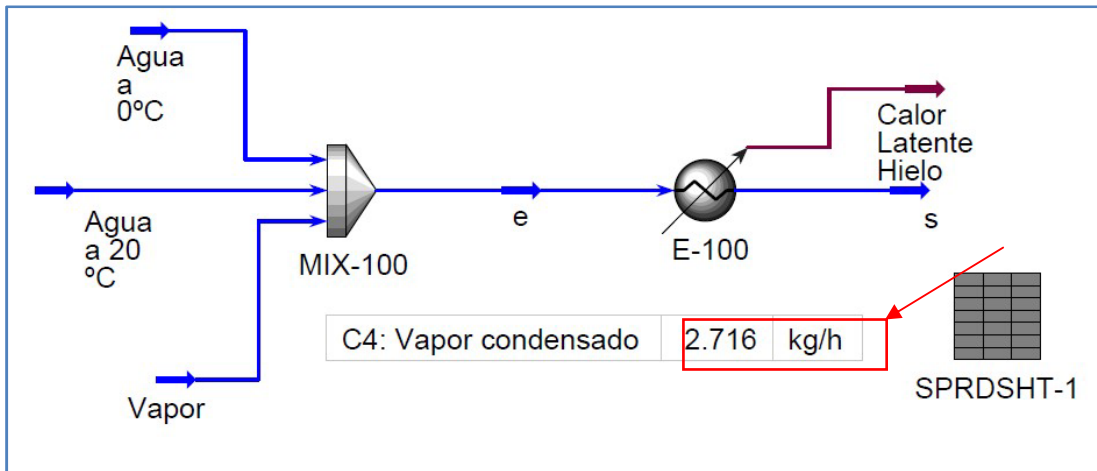
Vapor (de 120 °C a 100 °C)= - 6 [Kg] x (649,0-639) [Kcal/Kg] = -60 [Kcal]

(cond a 100 °C) = - 6 [Kg] x 539 [Kcal/Kg] = -3234 [Kcal]

Balance=318,8+400+800-60-3234= - 1775,2 [Kcal]

Esto implica que hay excedente de calor en el vapor. Si tomamos a X la masa de vapor que se condensa, nos queda:

$$318,8+400+800 -60 - 539 \times X=0 \text{ [Kcal]} \rightarrow X= 2,7 \text{ [Kg]}$$



Nota: debido a que el Hysys® no tiene en cuenta el calor de fusión del hielo se agrega una hipotética corriente de calor.

Problema N° 5: Calcular el calor desprendido cuando un metro cúbico de aire (en condiciones normales) se enfría desde 500° C a -100° C a una presión constante de 1atm. El calor específico del aire es [Kcal/Kmol.°K] y T[°K]:

$$C_p = 6,386 + 1,762 \times 10^{-3} \times T - 0,2656 \times 10^{-6} \times T^2$$

Solución:

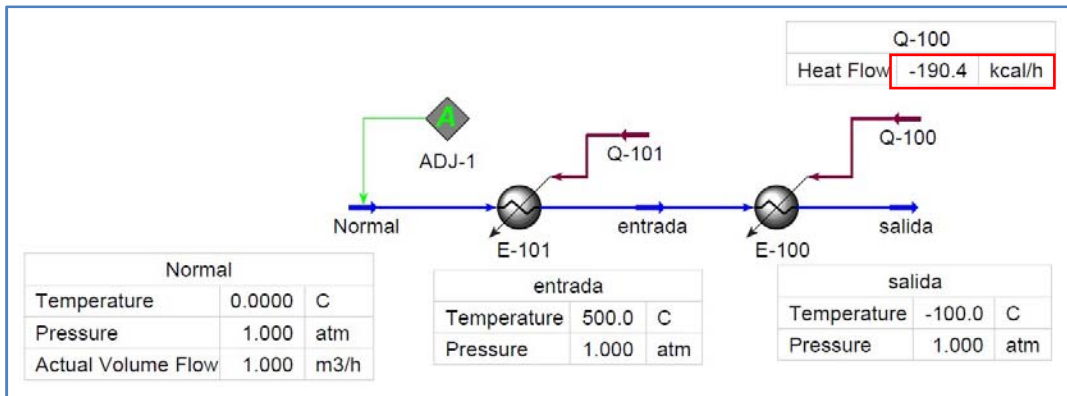
Moles de aire en condiciones normales para 1 [m³];

$$P \times V = n \times R \times T \rightarrow n = \frac{P \times V \times M}{R \times T} = \frac{1 \text{ [atm]} \times 1000 \text{ [l]}}{0,082 \left[\frac{\text{atm} \times \text{l}}{\text{°K} \times \text{mol}} \right] \times 273 \text{ [°K]}} = 44,67 \text{ [mol]}$$

$$\overline{\Delta H} = \int_{T_1}^{T_2} C_{P_m} \times dT = 44,67 \times \int_{773}^{173} (6,386 + 1,762 \times 10^{-3} \times T - 0,2656 \times 10^{-6} \times T^2) \times dT =$$

$$\Delta H = 44,67 \times \left[6,386 \times T + \frac{1,762 \times 10^{-3}}{2} \times T^2 - \frac{0,2656 \times 10^{-6}}{3} \times T^3 \right]_{773}^{173}$$

$$\Delta H = 44,67 \times (-3831 - 500 + 40,43) = 44,67 \text{ [mol]} \times \left\{ -4291 \left[\frac{\text{Cal}}{\text{mol}} \right] \right\} = -191688 \text{ [Cal]} = -191,7 \text{ [Kcal]}$$

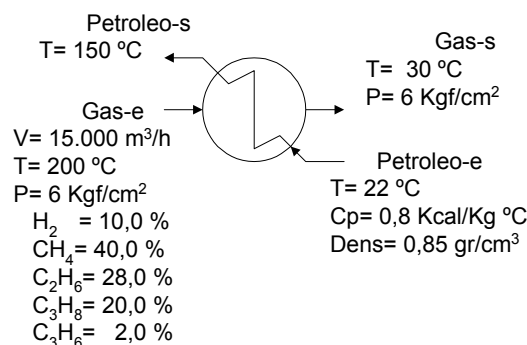


Problema N° 6: En una operación de cracking una refinera de petróleo produce 15000 m³ por hora de gases con la siguiente composición: H₂: 10,0 %; CH₄: 40,0 %; C₂H₆: 28,0 %; C₃H₈: 20,0 %; C₃H₆: 2,0 %; medidos a 6 [kgf/cm²] de presión absoluta y a 200 °C. Para enfriar esta corriente a 30 °C, antes de introducirlo a una torre de absorción, los gases se pasan en contracorriente por un intercambiador de calor que utiliza como medio refrigerante un petróleo crudo cuyo calor específico es de 0,80 [kcal/kg°C], su densidad de 0,85 gr/cm³ y una temperatura inicial de 22° C. El petróleo crudo sale del intercambiador a una temperatura de 150° C.

Calcular:

- El peso molecular promedio de los gases.
- El peso del gas que circula a través del intercambiador en [kg/hr].
- El peso del petróleo en [Kg/hr].
- volumen del mismo en [m³/hr]. que circula a través del intercambiador.-

Solución:



Componente	x	M	x.M
	molar	[Kg/Kmol]	
H ₂	0,10	2	0,2
CH ₄	0,40	16	6,4
C ₂ H ₆	0,28	30	8,4
C ₃ H ₈	0,20	44	8,8
C ₃ H ₆	0,02	42	0,84
	1,00		24,64

$$PM = \sum_1^5 PM_i \times x_i$$

$$a) \quad PM = 2 \times 0,1 + 16 \times 0,4 + 30 \times 0,28 + 44 \times 0,2 + 42 \times 0,02 = 24,64 \left[\frac{Kg}{Kmol} \right]$$

$$P \times V = \frac{m}{PM} \times R \times T \quad \rightarrow \quad m = \frac{P \times V \times PM}{R \times T}$$

$$P = 6 \text{ [Kgf/cm}^2\text{]} = 5,81 \text{ [atm]}$$

$$T = 473 \text{ [}^\circ\text{K]}$$

$$b) \quad m = \frac{P \times V \times PM}{R \times T} = \frac{5,81 \text{ [atm]} \times 15.000 \left[\frac{m^3}{h} \right] \times 24,64 \left[\frac{Kg}{Kmol} \right]}{0,082 \left[\frac{atm \times m^3}{^\circ K \times Kmole} \right] \times 473 \text{ [}^\circ\text{K}]} = 5,5364 \times 10^4 \left[\frac{Kg}{h} \right]$$

$$Q = m_p \times Cp_p \times (T_p^S - T_e^P) \quad \rightarrow \quad m_p = \frac{Q}{Cp_p \times (T_p^S - T_e^P)}$$

Comp	fracc	$Cp \left[\frac{KCal}{Kmol \text{ } ^\circ C} \right]$
H ₂	0,10	$6,702 + 0,0996 \times 10^{-2} \times t - 78,04 \times 10^{-5} \times t^2$
CH ₄	0,40	$8,200 + 1,307 \times 10^{-2} \times t - 4,127 \times 10^{-5} \times t^2$
C ₂ H ₆	0,28	$11,800 + 3,326 \times 10^{-2} \times t - 1,390 \times 10^{-5} \times t^2$
C ₃ H ₈	0,20	$16,260 + 5,398 \times 10^{-2} \times t - 3,134 \times 10^{-5} \times t^2$
C ₃ H ₆	0,02	$14,240 + 4,233 \times 10^{-2} \times t - 2,430 \times 10^{-5} \times t^2$
Total	1,000	$10,791 + 2,628 \times 10^{-2} \times t - 1,052 \times 10^{-4} \times t^2$

$$Q = n \int_{200}^{30} C_p m \times dt = 2246 \left[\frac{\text{Kmol}}{\text{hr}} \right] \times \int_{200}^{30} (10,791 + 2,628 \times 10^{-2} \times t - 1,052 \times 10^{-4} \times t^2) \times dt =$$

$$Q = 2246 \left[\frac{\text{Kmol}}{\text{hr}} \right] \times \left[10,791 \times t + \frac{2,628 \times 10^{-2}}{2} \times t^2 - \frac{1,052 \times 10^{-4}}{3} \times t^3 \right]_{200}^{30}$$

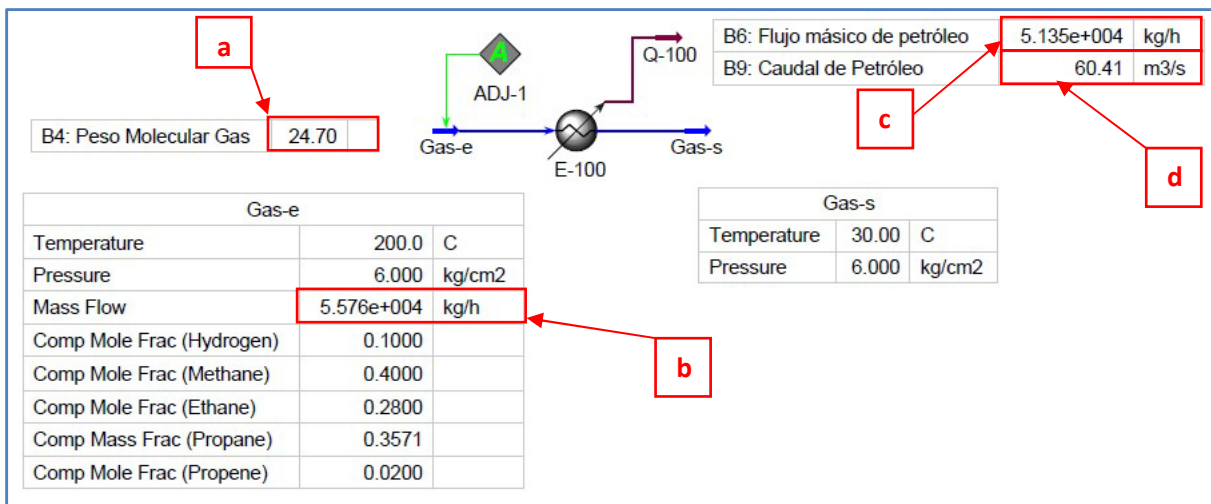
$$Q = 2246 \left[\frac{\text{Kmol}}{\text{hr}} \right] \times \left\{ -2068,657 \left[\frac{\text{Kcal}}{\text{Kmol}} \right] \right\} = -4,646 \times 10^6 [\text{Kcal}]$$

El calor que recibe el petróleo crudo es $= 4,646 \times 10^6$ [Kcal] (lo recibe)

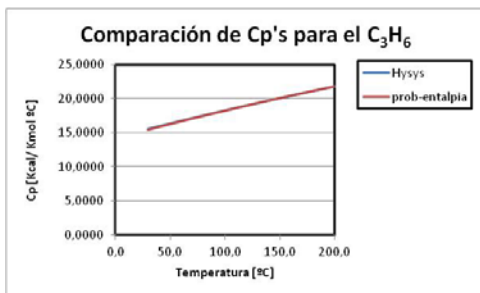
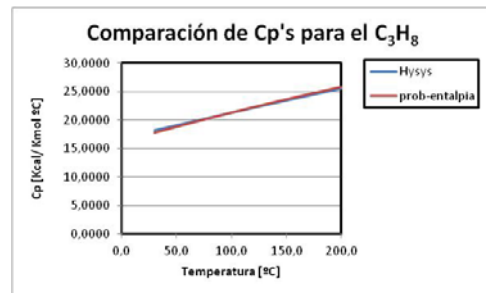
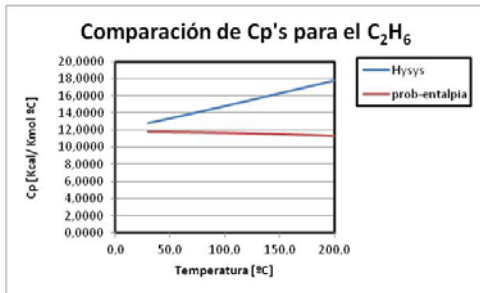
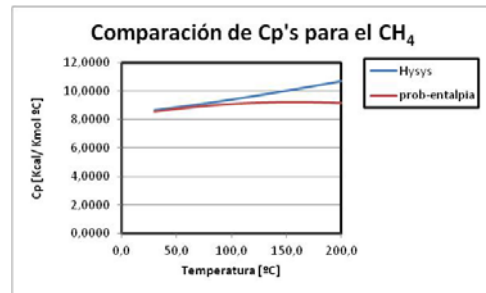
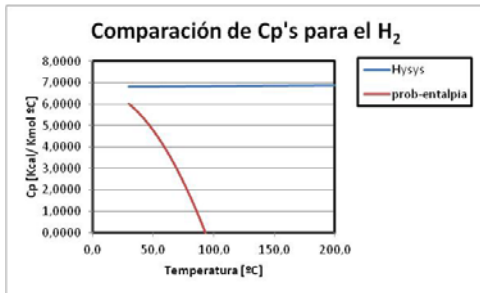
$$c) \quad m_p = \frac{Q}{C_{pP} \times (T_p^S - T_e^P)} = \frac{4,646 \times 10^6 \left[\frac{\text{Kcal}}{\text{hr}} \right]}{0,80 \left[\frac{\text{Kcal}}{\text{Kg} \text{ } ^\circ\text{C}} \right] (150 - 22) [^\circ\text{C}]} = 4,537 \times 10^4 \left[\frac{\text{Kg}}{\text{hr}} \right]$$

$$\rho = \frac{\text{masa}}{\text{volumen}} \rightarrow \text{volumen} = \frac{\text{masa}}{\rho}$$

$$d) \quad \text{volumen} = \frac{\text{masa}}{\rho} = \frac{4,5373 \times 10^4 \left[\frac{\text{Kg}}{\text{h}} \right]}{850 \left[\frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \right]} = 53,38 \left[\frac{\text{m}^3}{\text{hr}} \right]$$



Nota: la mayor discrepancia de los resultados es debido al error de los términos de los cp's utilizados. Esto se aprecia mejor en las siguientes gráficas en los que se compara con el Hysys®:



Correcciones:

Comp	fracc	$C_p \left[\frac{KCal}{Kmol \text{ } ^\circ K} \right]$
H_2	0,10	$5,760 + 10,04 \times T / 10^4 + 14,9 / \sqrt{T}$
CH_4	0,40	$3,38 + 180,4 \times T / 10^4 - 430 \times T^2 / 10^8$
C_2H_6	0,28	$2,195 + 382 \times T / 10^4 - 1100 \times T^2 / 10^8$
C_3H_8	0,20	$2,258 + 576 \times T / 10^4 - 1760 \times T^2 / 10^8$
C_3H_6	0,02	$0,869 + 0,0556 \times T - 2,430 \times 10^{-5} \times T^2$
Total	1,000	$3,012 + 0,03065 \times T + 1,49 / \sqrt{T} - 8,806 \times 10^{-6} \times T^2$

$$Q = n \int_{t_1}^{t_2} CPm \times dT = 2246 \left[\frac{Kmol}{hr} \right] \times \int_{473}^{303} (3,012 + 0,03065 \times T + 1,49 / \sqrt{T} - 8,806 \times 10^{-6} \times T^2) \times dT =$$

$$Q = 2246 \left[\frac{Kmol}{hr} \right] \times \left[3,012 \times T + \frac{0,03065}{2} \times T^2 + 2 \times 1,49 \times \sqrt{T} - \frac{8,806 \times 10^{-6}}{3} \times T^3 \right]_{473}^{303}$$

$$Q = 2246 \left[\frac{Kmol}{hr} \right] \times [-512,04 - 2021 - 12,938 + 228,9] \left[\frac{Kcal}{Kmol} \right] = 2246 \left[\frac{Kmol}{hr} \right] \times \left\{ -2317 \left[\frac{Kcal}{Kmol} \right] \right\}$$

$$Q = -5,206 \times 10^6 \left[\frac{Kcal}{h} \right]$$

El petróleo recibe $5,206 \times 10^6$ [Kcal/h]

$$m_p = \frac{Q}{C_{pP} \times (T_P^S - T_e^P)} = \frac{5,206 \times 10^6 \left[\frac{Kcal}{hr} \right]}{0,80 \left[\frac{Kcal}{Kg \text{ } ^\circ C} \right] (150 - 22) [^\circ C]} = 5,084 \times 10^4 \left[\frac{Kg}{hr} \right]$$

$$volumen = \frac{masa}{\rho} = \frac{5,084 \times 10^4 \left[\frac{Kg}{h} \right]}{850 \left[\frac{Kg}{m^3} \right]} = 59,806 \left[\frac{m^3}{hr} \right]$$

Valores que se aproximan más a los de la simulación rigurosa.

Problema N° 7: Un sistema térmico de una refinería de petróleo es alimentado por una corriente que contiene 23 kg de vapor de agua, 350 kg de propano y 550 kg de butano por hora. Esta corriente entra en un precalentador a 50° C y sale a 135° C a una presión absoluta de 20 kgf/cm². El medio de calefacción es un asfalto líquido que tiene un calor específico a presión constante de 0,60 cal/gr.°C. El asfalto baja su temperatura en 95° C a través del intercambiador de calor. La pérdida de calor a la atmósfera es del 40 % del calor transmitido a la corriente del gas. Determinar:

- Análisis volumétrico del gas.
- Peso molecular promedio del gas.
- Volumen en m³ del gas que sale del precalentador.
- kg/hr. de asfalto que pasan por el precalentador.

Solución:

Comp	m	M	n	x	x*M
	Kg	Kg/Kmol	Kmol	Kmol/Kmol	Kg/Kmol
H ₂ O	23	18	1,278	0,06828	1,2290
C ₃ H ₈	350	44	7,955	0,42503	18,7015
C ₄ H ₁₀	550	58	9,483	0,50669	29,3881
Total	923		18,715	1,00000	49,319

a) $x_{\text{Agua}} = 0,06828$, $x_{\text{Propano}} = 0,42503$, $x_{\text{Butano}} = 0,50660$

b) $PM = 49,319$ [Kg/Kmol]

$T_s = 135$ °C = 408 °K

$P_s = 20$ Kgf/cm² = 19,36 atm

$$P \times V = n \times R \times T \rightarrow V = \frac{n \times R \times T}{P}$$

$$c) V = \frac{n \times R \times T}{P} = \frac{18,715 \left[\frac{\text{Kmol}}{\text{hr}} \right] \times 0,082 \left[\frac{\text{atm} \times \text{m}^3}{\text{°K} \times \text{Kmol}} \right] \times 408 \left[\text{°K} \right]}{19,36 \left[\text{atm} \right]} = 32,34 \left[\frac{\text{m}^3}{\text{hr}} \right]$$

Comp	Fracción	$C_p \left[\frac{Kcal}{^\circ K \times Kmol} \right]$
H_2O	0,06828	$8,22 + 0,00015 \times T + 0,00000134 \times T^2$
C_3H_8	0,42503	$2,258 + 576/10^4 \times T - 1760/10^8 \times T^2$
C_4H_{10}	0,50669	$4,36 + 726/10^4 \times T - 2210/10^8 \times T^2$
Total	1,00000	$3,73015 + 0,06128 \times T - 1,859 \times 10^{-5} \times T^2$

$$Q = n \int_{323}^{408} C_p m \times dT = 18,715 \times \int_{323}^{408} (3,73012 + 0,06128 \times T - 1,859 \times 10^{-5} \times T^2) \times dt =$$

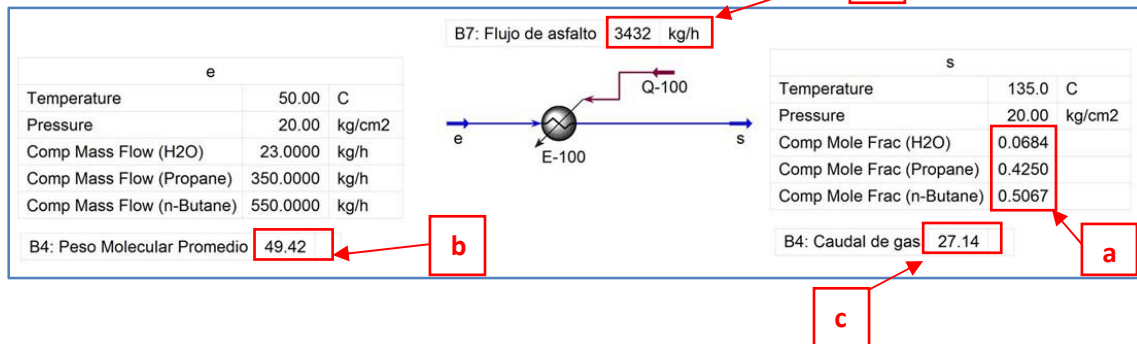
$$Q = 18,715 \left[\frac{Kmol}{hr} \right] \times 2009 \left[\frac{Kcal}{Kmol} \right] = 3,759 \times 10^4 \left[\frac{Kcal}{hr} \right]$$

Como el 40 % se pierde, el calor efectivo es:

$$Q = \frac{100}{60} \times 3,759 \times 10^4 \left[\frac{Kcal}{hr} \right] = 6,266 \times 10^4 \left[\frac{Kcal}{hr} \right]$$

→ 60 %
← 100 %

$$d) m_A = \frac{Q_{ef}}{C_{p_A} \times \Delta T_A} = \frac{6,266 \times 10^4 [Kcal]}{0,60 \left[\frac{Kcal}{Kg \ ^\circ C} \right] \times 95 [^\circ K]} = 1100 \left[\frac{Kg}{hr} \right]$$



Nota: otra vez, la mayor discrepancia de los resultados es debido a que la corriente de entrada está formada por dos fases (LV). El punto de rocío a esa presión es de 109,5 °C. Se tomará ahora una temperatura de 110 °C a fin de evitar que haya cambio de fases en la misma.

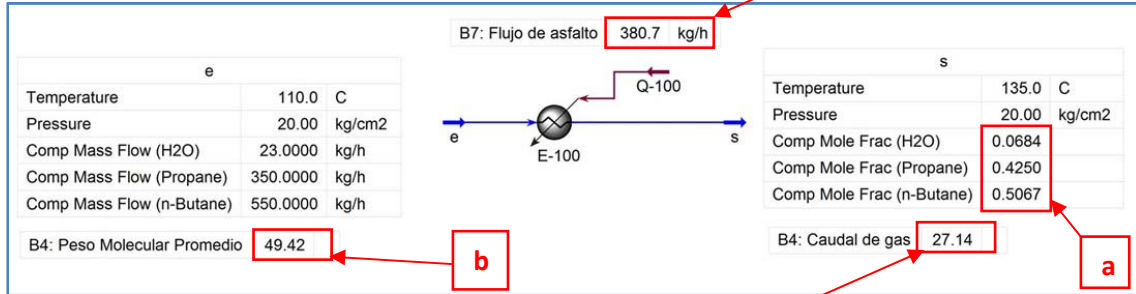
$$Q = n \int_{383}^{408} C_p m \times dT = 18,715 \times \int_{383}^{408} (3,73012 + 0,06128 \times T - 1,859 \times 10^{-5} \times T^2) \times dt =$$

$$Q = 18,715 \left[\frac{Kmol}{hr} \right] \times 626 \left[\frac{Kcal}{Kmol} \right] = 1,1723 \times 10^4 \left[\frac{Kcal}{hr} \right]$$

$$Q_{ef} = \frac{100}{60} \times 1,1723 \times 10^4 \left[\frac{Kcal}{hr} \right] = 1,954 \times 10^4 \left[\frac{Kcal}{hr} \right]$$

$$m_A = \frac{Q_{ef}}{Cp_A \times \Delta T_A} = \frac{1,954 \times 10^4 [Kcal]}{0,60 \left[\frac{Kcal}{Kg \text{ } ^\circ C} \right] \times 95 [^\circ K]} = 342,8 \left[\frac{Kg}{hr} \right]$$

Valor más cercano al resultado riguroso.



Problema N° 8: Expresar las entalpías de los componentes siguientes considerando como temperatura de referencia a 25 °C.

Comp	$\overline{Cp}_i \left[\frac{kcal}{kmol \times ^\circ K} \right]$
$CO_{2(g)}$	$8,276 + 4,518 \times 10^{-3} \times T$
$CO_{(g)}$	$6,498 + 1,436 \times 10^{-3} \times T$
$O_{2(g)}$	$6,732 + 1,505 \times 10^{-3} \times T$
$N_{2(g)}$	$6,529 + 1,488 \times 10^{-3} \times T$

Solución:

$$\overline{\Delta H}_i = \int_{298}^T \overline{Cp}_i \times dT$$

Sea:

$$\overline{Cp}_i = a_i + b_i \times T$$

$$\overline{\Delta H}_i = \int_{298}^T (a_i + b_i \times T) \times dT = \left[a_i \times T + \frac{b_i}{2} \times T^2 \right]_{298}^T = a_i \times (T - 298) + \frac{b_i}{2} \times (T^2 - 298^2)$$

$$\overline{\Delta H}_i = \left(-a_i \times 298 - \frac{b_i}{2} \times 298^2 \right) + a_i \times T + \frac{b_i}{2} \times T^2 = A_i + B_i \times T + C_i \times T^2$$

Resultando:

$$A_i = -a_i \times 298 - \frac{b_i}{2} \times 298^2$$

$$B_i = a_i$$

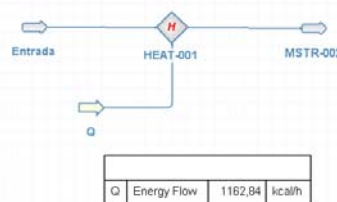
$$C_i = \frac{b_i}{2}$$

Comp	$\overline{\Delta H}_i \left[\frac{kcal}{kmol} \right]$
$CO_{2(g)}$	$-2,667 \times 10^3 + 8,276 \times T + 2,259 \times 10^{-3} \times T^2$
$CO_{(g)}$	$-2,000 \times 10^3 + 6,498 \times T + 7,180 \times 10^{-4} \times T^2$
$O_{2(g)}$	$-2,073 \times 10^3 + 6,732 \times T + 7,525 \times 10^{-4} \times T^2$
$N_{2(g)}$	$-2,012 \times 10^3 + 6,529 \times T + 7,440 \times 10^{-4} \times T^2$

Problema N° 9: Aprovechando la tabla recién creada, calcular el calor que debe suministrarse a una mezcla equimolar de los 4 componentes (25 % cada uno) a 1 [atm] de presión desde 50 °C hasta 200 °C.

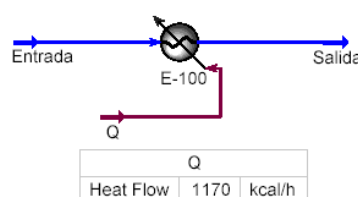
Comp.	x_i	ΔH_{E_i}	ΔH_{S_i}
CO ₂	0,25	2,420E+02	1,753E+03
CO	0,25	1,736E+02	1,234E+03
O ₂	0,25	1,800E+02	1,280E+03
N ₂	0,25	1,748E+02	1,243E+03
Total	1,00	1,926E+02	1,377E+03
Q	1,185E+03		

Entrada	Temperature	50	C
Entrada	Pressure	1	atm
Entrada	Molar Flow	1	kmol/h
Entrada	Mixture Specific Enthalpy	23,7248	kJ/kg
Entrada	Molar Fraction (Mixture) / Carbon dioxide	0,25	
Entrada	Molar Fraction (Mixture) / Carbon monoxide	0,25	
Entrada	Molar Fraction (Mixture) / Oxygen	0,25	
Entrada	Molar Fraction (Mixture) / Nitrogen	0,25	



MSTR-002	Temperature	200	C
MSTR-002	Pressure	1	atm
MSTR-002	Molar Flow	1	kmol/h

Entrada	
Temperature	50.00 C
Pressure	1.000 atm
Molar Flow	1.000 kgmole/h
Comp Mole Frac (CO ₂)	0.2500
Comp Mole Frac (CO)	0.2500
Comp Mole Frac (Oxygen)	0.2500
Comp Mole Frac (Nitrogen)	0.2500



Salida	
Temperature	200.0 C
Pressure	1.000 atm
Molar Flow	1.000 kgmole/h

Prof. Titular.: Ph.D. Néstor Hugo Rodríguez
J.T.P: Ing. Mabel Andrea Dupuy

Símbolos del capítulo:

Letras Latinas	Descripción
P	Presión
V	Volumen
R	Constante de los gases
T	Temperatura absoluta
ΔH	Entalpía (siempre relativa a un estado de referencia)
C _p	Capacidad calorífica a presión constante
n	moles
Q	Calor

Subíndices	Descripción
m	medio

Letras griegas	Descripción
Δ	Variación discreta
ρ	Densidad

Especiales	Descripción
\bar{P}	Propiedad "P" específica