

Guía de Cálculos Experimentales de Absorción con Reacción

Transferencia de masa y reacción química simultánea en una columna de absorción, el perfil de temperaturas

Tabla (2). Temperaturas experimentales en la columna de absorción

Posición z en la columna (cm)	Temperaturas (°C)		
	5 L / h	8 L / h	10 L / h
Abajo 0	28.2	29.6	30.3
22	36.7	34.5	31.6
44	34.3	31.1	28.9
66	31.6	29.0	27.6
88	27.1	25.7	25.4
110	24.6	24.5	24.3

Estos datos experimentales provienen de inciso (4.6) ya resuelto arriba de este archivo en AMyD

$$p_{iCO_2} := \begin{pmatrix} 0.0227 \\ 0.0284 \\ 0.0339 \\ 0.0394 \\ 0.0449 \\ 0.0502 \end{pmatrix}$$

Atm

$$k_{ga} := \begin{pmatrix} 0.306 \\ 0.309 \\ 0.311 \\ 0.314 \\ 0.316 \\ 0.319 \end{pmatrix}$$

$\frac{\text{gmolCO}_2}{\text{h} \cdot \text{cm}^3 \cdot \text{atm}}$

$$E := \begin{pmatrix} 1.56 \\ 1.51 \\ 1.47 \\ 1.43 \\ 1.39 \\ 1.35 \end{pmatrix}$$

$$k_L := 3.8$$

$\frac{\text{cm}}{\text{h}}$

$$a := 1.15$$

$\frac{\text{cm}^2}{\text{cm}^3}$

$$\%wMEAE := 15.341$$

$\frac{\text{gMEA}}{\text{mezcla}}$

$$L_v := 0.196$$

$$y_{fCO_2} := 0.114$$

$$Y_{dCO_2} := 0.03$$

$$Z := \begin{pmatrix} 106 \\ 84.8 \\ 63.6 \\ 42.4 \\ 21.2 \\ 0 \end{pmatrix}$$

cm

$$\frac{\text{cm}}{\text{s}}$$

$$\frac{\text{gmolCO}_2}{\text{gmol} \cdot \text{mezcla}}$$

$$\frac{\text{gmolCO}_2}{\text{gmol} \cdot \text{aire}}$$

$$G's := 7.6231$$

$$\frac{\text{gmolAIRE}}{\text{h} \cdot \text{cm}^2}$$

$$m := \begin{pmatrix} 23.815 \\ 29.33 \\ 34.692 \\ 39.918 \\ 45.021 \\ 50.009 \end{pmatrix}$$

$$ATF := 14.188$$

$$\text{cm}^2$$

$$H_{ww} := 106$$

$$\text{cm}$$

$$\text{atm}$$

$$\frac{\text{gmol} \cdot \text{CO}_2}{\text{cm}^3 \cdot \text{solución}}$$

$$PM_{\text{mea}} := 61.08$$

$$\text{g / gmol}$$

$$PM_{\text{agua}} := 18$$

$$\text{g / gmol}$$

$$PM_{\text{CO}_2} := 44$$

$$\text{g / gmol}$$

$$PM_{\text{aire}} := 29$$

$$\frac{\text{gAire}}{\text{gmol} \cdot \text{aire}}$$

$$T^{\circ}\text{C}_{\text{aire}} := 20 \quad ^{\circ}\text{C}$$

$$a = 1.15$$

$$\frac{\text{cm}^2}{\text{cm}^3}$$

$$Le := 10$$

$$\frac{\text{L}}{\text{h}}$$

$$C^{\circ}_A := \begin{pmatrix} 1.3523 \\ 1.3721 \\ 1.3882 \\ 1.4018 \\ 1.4136 \\ 1.4239 \end{pmatrix}$$

$$\frac{\text{gmol} \cdot \text{CO}_2}{\text{L} \cdot \text{solución}}$$

$$\text{RaizM} :=$$

$$\begin{pmatrix} 315.669 \\ 304.747 \\ 293.419 \\ 281.636 \\ 269.338 \\ 256.451 \end{pmatrix}$$

=====000=====

Ecuaciones y Cálculos

$$\frac{\partial T}{\partial z} = \frac{\Phi_H + Q_V}{v_z \rho_L C_{p_{\text{mezcla}}}}$$

Temperatura de inicio del termómetro de la torre

$$\frac{^{\circ}\text{C}}{\text{cm}} = \frac{\frac{\text{cal}}{\text{s} \cdot \text{cm}^3} + \frac{\text{cal}}{\text{s} \cdot \text{cm}^3}}{\frac{\text{cm}}{\text{s}} \cdot \frac{\text{gmol}}{\text{cm}^3} \cdot \frac{\text{cal}}{\text{gmol} \cdot ^{\circ}\text{C}}}$$

$$T_{\text{inicio}} := 24.3$$

$$^{\circ}\text{C}$$

a esta temperatura debe empezar a resolverse la ecuación diferencial del segundo guión experimental

1.- Calor generado por la reacción Φ_H

$$\Rightarrow \frac{\partial T}{\partial z} = \frac{\Phi_H + Q_V}{v_z \rho_L C_{p_{mezcla}}}$$

$\Phi_H = R_A a (-\Delta H_r)$ se utiliza la correlación de Hanne M. Kvmsdal, página 15

$\Delta H_r = \Delta H_{\text{absorción}}$ se utiliza la correlación de Hanne M. Kvmsdal, página 14

T = Temperatura variable del líquido en °C durante la integración de la ecuación diferencial, esta temperatura es variable en el programa del inciso (5.2) de la plataforma AMyD

$$\Delta H_{\text{abs}} := (84.68 - 0.1135 \cdot T + 0.0027 \cdot T^2) \cdot 1000 \cdot 0.23901$$

$$\frac{\text{cal}}{\text{gmol}} = \frac{\text{kJ}}{\text{gmol}} \cdot \frac{1000\text{J}}{1\text{kJ}} \cdot \frac{0.23901\text{cal}}{1\text{J}}$$

1.1 La rapidez de transferencia de masa R_A en presencia de reacción en función de la posición Z y el valor de "a" el área específica por unidad de volumen de torre empacada

$$R_A := \left[\frac{p_{i\text{CO}_2}}{\left(\frac{1}{\text{kg a}} + \frac{m}{E \cdot \text{kL} \cdot \text{a}} \right)} \right] \cdot \frac{1}{a}$$

$$R_A = \begin{pmatrix} 0.0029 \\ 0.0032 \\ 0.0034 \\ 0.0036 \\ 0.0037 \\ 0.0038 \end{pmatrix} \begin{matrix} \text{domo} \\ \\ \\ \\ \text{fondo} \end{matrix}$$

$$R_A := R_A \cdot \frac{1}{3600} \quad \frac{\text{gmol} \cdot \text{absorbido} \cdot \text{de} \cdot \text{CO}_2}{\text{cm}^2 \cdot \text{h}}$$

$$\frac{\text{gmolCO}_2}{\text{cm}^2 \cdot \text{s}} = \frac{\text{gmol} \cdot \text{absorbido} \cdot \text{de} \cdot \text{CO}_2}{\text{cm}^2 \cdot \text{h}} \cdot \frac{1\text{h}}{3600\text{S}}$$

$$R_A = \begin{pmatrix} 8.1095 \times 10^{-7} \\ 8.9309 \times 10^{-7} \\ 9.5038 \times 10^{-7} \\ 9.9419 \times 10^{-7} \\ 1.0254 \times 10^{-6} \\ 1.0443 \times 10^{-6} \end{pmatrix} \begin{matrix} \text{domo} \\ \\ \\ \\ \\ \text{fondo} \end{matrix}$$

$$Z = \begin{pmatrix} 106 \\ 85 \\ 64 \\ 42 \\ 21 \\ 0 \end{pmatrix} \text{ cm}$$

$$\frac{\text{gmol} \cdot \text{absorbido} \cdot \text{de} \cdot \text{CO}_2}{\text{cm}^2 \cdot \text{h}}$$

Cálculo del polinomio de tercer orden

Zi := 1..6

Zi :=

	0
0	106
1	85
2	64
3	42
4	21
5	0

M := augment(Z)

B := RA

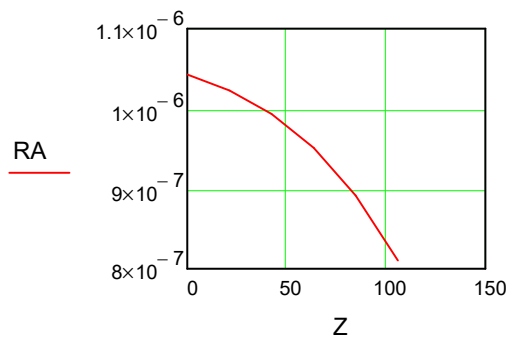
n := 3

R := regress(M, B, n)

$$R = \begin{pmatrix} 3 \\ 3 \\ 3 \\ 1.045 \times 10^{-6} \\ -7.825 \times 10^{-10} \\ -6.693 \times 10^{-12} \\ -6.305 \times 10^{-14} \end{pmatrix}$$

$$RA := -7.297 \times 10^{-14} \cdot Z^3 - 5.39 \times 10^{-12} \cdot Z^2 - 8.047 \times 10^{-10} \cdot Z + 1.043 \times 10^{-6}$$

$$\frac{\text{gmolCO}_2}{\text{s} \cdot \text{cm}^2}$$



Se puede calcular, esta variable se mete al programa de Mathermatica

$$\Phi_H = R_A a (-\Delta H_r)$$

FIN

2.- La velocidad superficial de la mezcla líquida v_z

$$\implies \frac{\partial T}{\partial z} = \frac{\Phi_H + Q_V}{v_z \rho_L C_{p_{mezcla}}}$$

$V_Z := Lv$ El valor de Lv se calculó en el programa anterior

$$V_Z = 0.196$$

$$\frac{\text{cm}}{\text{s}}$$

FIN

3.- La densidad de la mezcla líquida alimentada ρ_L

$$\implies \frac{\partial T}{\partial z} = \frac{\Phi_H + Q_V}{v_z \rho_L C_{p_{mezcla}}}$$

$$T^{\circ}\text{C}_{\text{mea}} := 19 \quad ^{\circ}\text{C}$$

$$\rho_{15\% \text{ masa}} := (0.0007 \cdot T^{\circ}\text{C}_{\text{mea}}^2 - 0.5498 \cdot T^{\circ}\text{C}_{\text{mea}} + 1016.3) \cdot \left(\frac{1}{100}\right)^3 \cdot \frac{1000}{1}$$

$$\frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot \left(\frac{1\text{m}}{100\text{cm}}\right)^3 \cdot \left(\frac{1000\text{g}}{1\text{kg}}\right)$$

$$\rho_L := \rho_{15\% \text{ masa}}$$

$$\rho_L = 1.006$$

$$\frac{\text{gSol}}{\text{cm}^3 \text{Sol}}$$

FIN

4.- La capacidad calorífica de la mezcla líquida alimentada a presión

constante Cp_{mezcla}

$$\Rightarrow \frac{\partial T}{\partial z} = \frac{\Phi_H + Q_V}{v_z \rho_L Cp_{mezcla}}$$

De datos experimentales la temperatura de la solución alimentada de MEA- AGUA

$$T^{\circ}C_{mea} := 19 \quad ^{\circ}C$$

$$TLe^{\circ}K := T^{\circ}C_{mea} + 273.15$$

$$Cp_{H_2O} := \left(92.053 - 3.9953 \cdot 10^{-2} \cdot TLe^{\circ}K - 2.1103 \cdot 10^{-4} \cdot TLe^{\circ}K^2 + 5.3469 \cdot 10^{-7} \cdot TLe^{\circ}K^3 \right) \cdot 0.2369$$

$$\frac{\text{cal}}{\text{gmol} \cdot ^{\circ}C} = \frac{\text{Joule}}{\text{gmol} \cdot ^{\circ}K} \cdot \frac{0.23901 \cdot \text{cal}}{1 \cdot \text{Joule}}$$

$$Cp_{H_2O} = 17.934$$

$$\frac{\text{cal}}{\text{gmol} \cdot ^{\circ}C}$$

$$Cp_{MEA} := \left(23.11 + 1.2283 \cdot TLe^{\circ}K - 3.1218 \cdot 10^{-3} \cdot TLe^{\circ}K^2 + 3.0714 \cdot 10^{-6} \cdot TLe^{\circ}K^3 \right) \cdot 0.23901$$

$$Cp_{MEA} = 45.912$$

$$\frac{\text{cal}}{\text{gmol} \cdot ^{\circ}C}$$

$$w_{MEAe} := \frac{\%w_{MEAe}}{100}$$

$$x_{MolarMEAe} := \frac{\frac{w_{MEAe}}{PM_{mea}}}{\frac{w_{MEAe}}{PM_{mea}} + \frac{(1 - w_{MEAe})}{PM_{agua}}} \quad \frac{\text{gmol}_{MEA}}{\text{gmol}_{Solución}}$$

$$x_{\text{MolarMEAE}} = 0.0507$$

$$\frac{\text{gmolMEAE}}{\text{gmolSolución}}$$

$$C_{p\text{Mezcla}} := [C_{p\text{MEA}} \cdot x_{\text{MolarMEAE}} + C_{p\text{H}_2\text{O}} \cdot (1 - x_{\text{MolarMEAE}})]$$

$$\frac{\text{cal}}{\text{gmol} \cdot ^\circ\text{C}} = \frac{\text{cal}}{\text{gmol} \cdot ^\circ\text{C}}$$

$$C_{p\text{Mezcla}} = 19.352$$

$$\frac{\text{cal}}{\text{gmol} \cdot ^\circ\text{C}}$$

FIN

5 .- Flujo de calor volumétrico por las paredes de la columna Q_V

$$\Rightarrow \frac{\partial T}{\partial z} = \frac{\Phi_H + Q_V}{v_z \rho_L C_{p\text{mezcla}}}$$

$$Q_V = -h_{\text{paredes}} a (T_L - T_{\text{amb}})$$

TL= Temperatura variable a lo largo de la columna en función de z

$$h_{\text{paredes}} = 1000 \times 4.05 \times 10^{-3} \times \left(\frac{\rho_g V_g}{\text{Diam hidr\u00e1ulico}} \right)^{0.5} (C_{p_g})^{0.33}$$

Ec. (26), Pag. (15) de Hanne M. Kvmsdal,

5.1 Di\u00e1metro hidr\u00e1ulico de la torre, se calcula con: $A = \pi R^2$

$$R_{\text{HidraTorre}} := \sqrt{\frac{\text{ATF} \cdot \left(\frac{1}{100}\right)^2}{\pi}}$$

$$m = \sqrt{\text{cm}^2 \cdot \left(\frac{1\text{m}}{100 \cdot \text{cm}}\right)^2}$$

$$D_{hid} := 2(R_{HidraTorre})$$

$$D_{hid} = 0.043 \quad m$$

FIN

5.2 La densidad de la mezcla AIRE-CO2 dentro de la torre ρ_g

$$T^{\circ}C_{aire} = 20 \quad ^{\circ}C$$

$$T^{\circ}C_{co2e} := 20 \quad ^{\circ}C$$

$$\rho_{AIRE} := -4 \cdot 10^{-6} \cdot T^{\circ}C_{aire} + 0.0013$$

$$\rho_{CO2} := -5 \cdot 10^{-6} \cdot T^{\circ}C_{co2e} + 0.002$$

$$\rho_{AIRE} = 1.22 \times 10^{-3} \quad \frac{g}{cm^3}$$

$$\rho_{CO2} = 1.9 \times 10^{-3} \quad \frac{g}{cm^3}$$

$$y_{MolarCO2e} := y_{fCO2}$$

$$\rho_g := \rho_{CO2} \cdot y_{MolarCO2e} + \rho_{AIRE} \cdot (1 - y_{MolarCO2e})$$

$$\frac{g \cdot mezcla}{cm^3 mezcla}$$

$$\rho_g = 1.298 \times 10^{-3}$$

$$\frac{g \cdot mezcla}{cm^3 mezcla}$$

FIN

5.3 Velocidad de la mezcla gaseosa

 V_g

$$G_s := G' \cdot s \cdot P_{\text{Maire}}$$

$$\frac{\text{gAir}}{\text{h} \cdot \text{cm}^2} = \frac{\text{gmol} \cdot \text{AIRE}}{\text{h} \cdot \text{cm}^2} \cdot \frac{\text{g} \cdot \text{Air}}{\text{gmol} \cdot \text{Air}}$$

$$G_{\text{CO}_2} := (Y_{\text{dCO}_2}) \cdot G' \cdot s \cdot P_{\text{MCO}_2}$$

$$\frac{\text{g} \cdot \text{CO}_2}{\text{h} \cdot \text{cm}^2} = \frac{\text{gmol} \cdot \text{CO}_2}{\text{gmolAIRE}} \cdot \frac{\text{gmolAIRE}}{\text{h} \cdot \text{cm}^2} \cdot \frac{\text{gCO}_2}{\text{gmolCO}_2}$$

$$G_{\text{mv}} := G_s + G_{\text{CO}_2}$$

$$G_{\text{mv}} = 231.132 \quad \frac{\text{g} \cdot \text{mezcla} \cdot \text{gaseosa}}{\text{h} \cdot \text{cm}^2}$$

$$V_g := G_{\text{mv}} \cdot \frac{1}{\rho_g} \cdot \frac{1}{3600} \cdot \frac{1}{100}$$

$$\frac{\text{m}}{\text{s}} = \frac{\text{g} \cdot \text{mezcla} \cdot \text{gaseosa}}{\text{h} \cdot \text{cm}^2} \cdot \frac{\text{cm}^3}{\text{g}} \cdot \frac{1 \cdot \text{h}}{3600 \cdot \text{s}} \cdot \frac{1 \text{m}}{100 \text{cm}}$$

$$V_g = 0.4948$$

$$\frac{\text{m}}{\text{s}}$$

FIN

5.4 Capacidad calorífica a presión constante del gas de entrada a la torre

 C_{p_g}

$$T^{\circ}\text{Kco}_2 := T^{\circ}\text{Cco}_2e + 273.15$$

$$T^{\circ}\text{K} := T^{\circ}\text{Kco}_2 \quad \text{cambio de variable}$$

$$\frac{A}{\text{m}^2} := 27.437$$

$$B := 4.2315 \cdot 10^{-2}$$

$$C := -1.9555 \cdot 10^{-5}$$

$$D := 3.9968 \cdot 10^{-9}$$

$$E := -2.9872 \cdot 10^{-13}$$

$$Cp_{CO_2} := (A + B \cdot T^{\circ}K + C \cdot T^{\circ}K^2 + D \cdot T^{\circ}K^3 + E \cdot T^{\circ}K^4) \frac{\text{joule}}{\text{gmol} \cdot ^{\circ}C}$$

$$Cp_{CO_2} = 38.26 \frac{\text{joule}}{\text{gmol} \cdot ^{\circ}C}$$

$$T2^{\circ}K_{aire} := T^{\circ}C_{aire} + 273.15$$

$$aa := 1 \cdot 10^{-5}$$

$$bb := -0.0051$$

$$cc := 29.77$$

$$CP_{AIRE} := aa T^{\circ}K^2 + bb \cdot T^{\circ}K + cc$$

$$CP_{AIRE} = 29.134 \frac{\text{joule}}{\text{gmol} \cdot ^{\circ}C}$$

El peso molecular de la mezcla AIRE-CO2

$$PM_{Aire.CO_2} := PM_{CO_2} \cdot y_{MolarCO_2e} + PM_{Aire} \cdot (1 - y_{MolarCO_2e})$$

$$PM_{Aire.CO_2} = 30.71 \frac{\text{gmezcla}}{\text{gmolmezcla}}$$

$$Cp_g := [Cp_{CO_2} \cdot y_{MolarCO_2e} + CP_{AIRE} \cdot (1 - y_{MolarCO_2e})] \cdot \left[\frac{1}{PM_{Aire.CO_2}} \cdot \rho_g \cdot \left(\frac{100}{1} \right)^3 \right]$$

$$\frac{\text{joule}}{\text{gmolmezcla} \cdot ^{\circ}C}$$

$$\frac{\text{Joules}}{\text{m}^3 \cdot ^\circ\text{K}} = \frac{\text{joule}}{\text{gmolmezcla} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot \left[\frac{\text{gmolmezcla}}{\text{gmezcla}} \cdot \frac{\text{g} \cdot \text{mezcla}}{\text{cm}^3 \text{mezcla}} \cdot \left(\frac{100\text{cm}}{1 \cdot \text{m}} \right)^3 \right]$$

$$Cp_g = 1274.899$$

$$\frac{\text{Joules}}{\text{m}^3 \cdot ^\circ\text{K}}$$

se requieren en estas unidades, ver artículo de Hanne M. Kvmsdal, página 15

5.5 El coeficiente de película en las paredes de la columna

h_{paredes}

$$\rho_g = 1.298 \times 10^{-3}$$

$$\frac{\text{g} \cdot \text{mezcla}}{\text{cm}^3 \text{mezcla}}$$

$$Vg = 0.4948$$

$$\frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\rho_{g^*} := (\rho_g) \cdot \frac{1}{1000} \cdot \left(\frac{100}{1} \right)^3$$

$$Cp_g = 1274.899$$

$$\frac{\text{Joules}}{\text{m}^3 \cdot ^\circ\text{K}}$$

$$\frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} = \frac{\text{g} \cdot \text{mezcla}}{\text{cm}^3 \text{mezcla}} \cdot \frac{1\text{Kg}}{1000\text{g}} \cdot \left(\frac{100\text{cm}}{1\text{m}} \right)^3$$

$$D_{hid} = 0.043$$

$$\text{m}$$

$$\rho_g = 1.298$$

$$\frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}$$

$$h_{\text{paredes}} := \left[1000 \cdot 4.05 \cdot 10^{-3} \cdot \left(\frac{\rho_g \cdot Vg}{D_{hid}} \right)^{0.5} \cdot (Cp_g)^{0.33 \cdot 0.36} \right] \cdot \frac{1}{(1000)} \cdot 239.006 \cdot \frac{1}{100^2}$$

$$\frac{\text{cal}}{\text{s} \cdot \text{cm}^2 \cdot ^\circ\text{C}} = \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}} \cdot \frac{1\text{kw}}{1000\text{W}} \cdot \frac{239.006 \cdot \frac{\text{cal}}{\text{s}}}{1\text{kw}} \cdot \left(\frac{1\text{m}}{100\text{cm}} \right)^2$$

$$h_{\text{paredes}} = 0.0014$$

$$\frac{\text{cal}}{\text{s} \cdot \text{cm}^2 \cdot ^\circ\text{C}}$$

Se puede calcular

$$Q_V = -h_{\text{paredes}} a (T_L - T_{\text{amb}})$$

$$\frac{\text{cal}}{\text{s} \cdot \text{cm}^3} = \left(\frac{\text{cal}}{\text{s} \cdot \text{cm}^2 \cdot ^\circ\text{C}} \right) \cdot \frac{\text{cm}^2}{\text{cm}^3} \cdot ^\circ\text{C}$$

6.- Resumen para programar en MATHEMATICA

6.1

Z := rojo

$$RA := -7.472 \times 10^{-14} \cdot Z^3 - 4.131 \times 10^{-12} \cdot Z^2 - 5.485 \times 10^{-10} \cdot Z + 1.019 \times 10^{-6}$$

$$\frac{\text{gmolCO}_2}{\text{s} \cdot \text{cm}^2}$$

dejarla en rojo z está variando

COPIARLA, YASE CALCULÓ

6.2

$-\Delta H_r = \Delta H_{\text{absorción}}$

$$\Delta H_{\text{abs}} := (84.68 - 0.1135 \cdot T + 0.0027 \cdot T^2) \cdot 1000 \cdot 0.23901$$

Ec. (10), Pag. (14)

$$\frac{\text{cal}}{\text{gmol}} = \frac{\text{kJ}}{\text{gmol}} \cdot \frac{1000\text{J}}{1\text{kJ}} \cdot \frac{0.23901\text{cal}}{1\text{J}}$$

T = Temperatura del líquido en °C, está variando

La temperatura T = T(z)

6.3

La temperatura de la solución MEA- AGUA en el domo se tomó como temperatura ambiental

$$T^{\circ}\text{C}_{\text{mea}} := 19 \quad ^\circ\text{C}$$

$$h_{\text{paredes}} = 0.0014$$

$$\frac{\text{cal}}{\text{s} \cdot \text{cm}^2 \cdot ^\circ\text{C}}$$

$$Q_v = -h_{\text{paredes}} \cdot a \cdot (T - T_{\text{amb}})$$

T = Temperatura del líquido en °C, está variando en la ecuación diferencial

$$\frac{\text{cal}}{\text{s} \cdot \text{cm}^3} = \frac{\text{cal}}{\text{s} \cdot \text{cm}^2 \cdot ^\circ\text{C}} \cdot \frac{\text{cm}^2}{\text{cm}^3} \cdot ^\circ\text{C}$$

La temperatura T = T(z)

6.4

$$\frac{\partial T}{\partial z} = \frac{\Phi_H + Q_V}{v_z \rho_L C p_{\text{mezcla}}}$$

$$\frac{^\circ\text{C}}{\text{cm}} = \frac{\frac{\text{cal}}{\text{s} \cdot \text{cm}^3} + \frac{\text{cal}}{\text{s} \cdot \text{cm}^3}}{\frac{\text{cm}}{\text{s}} \cdot \frac{\text{gmol}}{\text{cm}^3} \cdot \frac{\text{cal}}{\text{gmol} \cdot ^\circ\text{C}}}$$

$$\rho_L = 1.006 \frac{\text{g} \cdot \text{mezcla}}{\text{cm}^3}$$

$$\rho_L := \rho_L \cdot \frac{1}{18}$$

$$\frac{\text{gmol}}{\text{cm}^3} = \frac{\text{g} \cdot \text{mezcla}}{\text{cm}^3} \cdot \frac{\text{gmol} \cdot \text{mezcla}}{18 \text{g} \cdot \text{mezcla}}$$

$$\rho_L = 0.056$$

$$\frac{\text{gmol} \cdot \text{mezcla}}{\text{cm}^3 \cdot \text{mezcla}}$$

$$V_Z = 0.196$$

$$\frac{\text{cm}}{\text{s}}$$

$$T_{\text{inicio}} = 24.3$$

$$^\circ\text{C}$$

$$h_{\text{paredes}} = 0.0014$$

$$\frac{\text{cal}}{\text{s} \cdot \text{cm}^2 \cdot ^\circ\text{C}}$$

$$a = 1.15$$

$$\frac{\text{cm}^2}{\text{cm}^3}$$

$$h := 106$$

$$C_{p_{\text{Mezcla}}} = 19.352$$

$$\frac{\text{cal}}{\text{gmol} \cdot ^\circ\text{C}}$$

$$Q_v = -h_{\text{paredes}} \cdot a \cdot (T - T_{\text{ambiental}})$$

T = Temperatura del líquido

$$\frac{\text{cal}}{\text{s} \cdot \text{cm}^3} = \left(\frac{\text{cal}}{\text{s} \cdot \text{cm}^2 \cdot ^\circ\text{C}} \right) \cdot \frac{\text{cm}^2}{\text{cm}^3} \cdot ^\circ\text{C}$$

$$\Phi_H = R_A a (-\Delta H_r)$$

$$\frac{\text{cal}}{\text{cm}^3 \cdot \text{s}} = \left(\frac{\text{gmolCO}_2}{\text{s} \cdot \text{cm}^2} \right) \cdot \left(\frac{\text{cm}^2}{\text{cm}^3} \right) \cdot \left(\frac{\text{cal}}{\text{gmol}} \right)$$

$$-\Delta H_r = \Delta H_{\text{absorción}}$$

COPIARLA, YA SE CALCULÓ

$$RA := -7.297 \times 10^{-14} \cdot Z^3 - 5.39 \times 10^{-12} \cdot Z^2 - 8.047 \times 10^{-10} \cdot Z + 1.043 \times 10^{-6}$$

$$\frac{\text{gmolCO}_2}{\text{s} \cdot \text{cm}^2}$$

$$\Delta H_{\text{absorción}} := (84.68 - 0.1135 \cdot T + 0.0027 \cdot T^2) \cdot 1000 \cdot 0.23901$$

$$\frac{\text{cal}}{\text{gmol}} = \frac{\text{kJ}}{\text{gmol}} \cdot \frac{1000\text{J}}{1\text{kJ}} \cdot \frac{0.23901\text{cal}}{1\text{J}}$$

$$\Phi_H := (RA) \cdot a \cdot (\Delta H_{\text{absorción}}) \cdot 1000 \cdot 0.23901$$

$$\frac{\text{cal}}{\text{s} \cdot \text{cm}^3} = \frac{\text{gmolCO}_2}{\text{s} \cdot \text{cm}^2} \cdot \frac{\text{cm}^2}{\text{cm}^3} \cdot \frac{\text{cal}}{\text{gmol}}$$

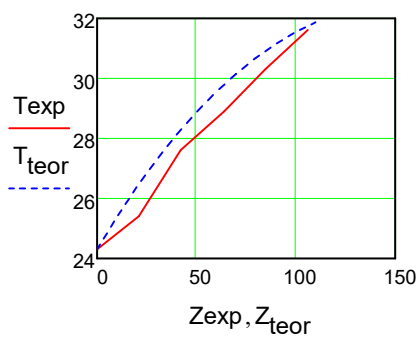
FIN

SOLUCIÓN AL CUESTIONARIO

1.- Reportar en la Gráfica (1) los perfiles teóricos y experimentales de las temperaturas Vs, las posiciones z de la columna, presentar el análisis de estos perfiles

$Z_{\text{teor}} :=$	0	$T_{\text{teor}} :=$	24.3
	10		25.3812
	20		26.3741
	30		27.2832
	40		28.1125
	50		28.865
	60		29.5432
	70		30.1488
	80		30.683
	90		31.1465
	100		31.5392
	110		31.8609

$Z_{\text{exp}} :=$	0	$T_{\text{exp}} :=$	24.3
	21		25.4
	42		27.6
	64		28.9
	84.8		30.3
	106		31.6



2.- Calcular y reportar el tiempo de residencia del flujo donde se favorezca la reacción, ya que para este proceso interesa la formación de la mayor cantidad de productos, los iones carbámico y amina

$$\tau := \frac{ATF \cdot H}{Le \cdot 1000} \cdot 60$$

$$\text{min} = \frac{\text{cm}^2 \cdot \text{cm}}{\frac{L}{h} \cdot \frac{1000 \text{cm}^3}{1L}} \cdot \frac{60 \text{min}}{1h}$$

$$\tau = 9.024$$

min

3.- Determinar la conversión del CO₂ en la película del líquido y presentar en la Gráfica (2) la conversión en función de las posiciones z de la columna, presentar el análisis de este perfil

$$\text{RaizM} = \begin{pmatrix} 315.669 \\ 304.747 \\ 293.419 \\ 281.636 \\ 269.338 \\ 256.451 \end{pmatrix}$$

$$C^{\circ}A = \begin{pmatrix} 1.3523 \\ 1.3721 \\ 1.3882 \\ 1.4018 \\ 1.4136 \\ 1.4239 \end{pmatrix}$$

$\frac{\text{gmol} \cdot \text{CO}_2}{\text{L} \cdot \text{solución}}$

$$\overline{C}_A = \frac{1}{\delta_L} \int_0^{\delta_L} c_A^* \left[\frac{\cosh \sqrt{M} (1 - x/\delta_L)}{\cosh \sqrt{M}} \right] dx = c_A^* \frac{\tanh \sqrt{M}}{\sqrt{M}}$$

$$x_A = \frac{[A^*] - [\overline{C}_A]}{[A^*]}$$

$$C^{\circ}A = \begin{pmatrix} 1.352 \\ 1.372 \\ 1.388 \\ 1.402 \\ 1.414 \\ 1.424 \end{pmatrix}$$

$$C_{AProm} := \left(C^{\circ}A \cdot \frac{\tanh(\text{RaizM})}{\text{RaizM}} \right)$$

$$x_A := \frac{C^{\circ}A - C_{AProm}}{C^{\circ}A}$$

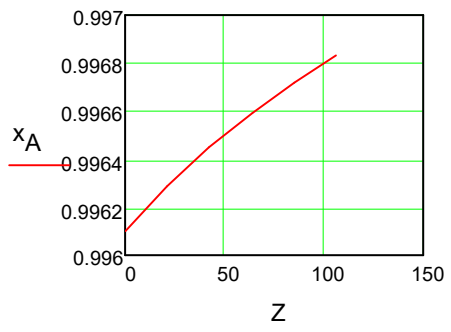
$$x_A = \begin{pmatrix} 0.997 \\ 0.997 \\ 0.997 \\ 0.996 \\ 0.996 \\ 0.996 \end{pmatrix}$$

$$Z := \begin{pmatrix} 106 \\ 85 \\ 64 \\ 42 \\ 21 \\ 0 \end{pmatrix}$$

Domo

cm

Fondos



FIN DEL PROGRAMA

