Problema estimación de viscosidad:

Se tiene una mezcla equimolar de vapor de agua – etanol:

Determine (a) La viscosidad de la mezcla a 120°C y 1 atm

(b) " " " " a 20°C y 1 atm.

Solución:

(a) 120°C y 1 atm: ⇒ GAS (a presiones bajas) ⇒ usamos la ecuación de Chapman – Enskog

⇓

393,15 K

$$\mu = 2{,}6693 \times 10^{-5} \times \frac{\sqrt{M \cdot T}}{\sigma^2 \cdot \Omega_\mu}$$

μ = viscosidad en Poise

M = peso molecular

T = temperatura en °K

σ = diámetro de colisión, característico de cada molecula en Å (10^{-8} cm)

Ω_μ = función integral de colisión.

$M_{C_2H_5OH} = 46$

$M_{H_2O} = 18$

Debemos calcular σ y Ω_μ para cada uno de los componentes de la mezcla. Evidentemente ambos compuestos son polares, por esto se emplearan los potenciales de Stockmayer.

ETANOL

$MD_{C_2H_5OH} = 1{,}69$ debyes

$\sigma_{C_2H_5OH} = 4{,}31$ Å

$\varepsilon_0/K = 431$ K

$\delta_{max} = 0{,}3$

$t^* = 0{,}2$

$$\boxed{T^* = \frac{K \cdot T}{\varepsilon_0} = \frac{T}{\varepsilon_0/K} = \frac{393{,}15}{431} = 0{,}91218}$$

$$\delta = \frac{\delta max}{MD}$$

$$\delta = \frac{0{,}3}{1{,}69} = 0{,}1775$$

$$\Rightarrow \boxed{\delta = \frac{(1{,}69)^2}{2(0{,}10657)(4{,}31)^3} = 0{,}16736}$$

→ con $T^* = 0{,}9122$

y $\delta = 0{,}1674$ de la tabla 2

hallo Ω_μ

T^* \ δ	0	0,25
0,9	1,6823	1,689
0,9122	1,6714	1,6782
1,0	1,5929	1,601

$\Omega_\mu = 1{,}67595$ @ $\delta = 0{,}1674$, $T^* = 0{,}9122$

Entonces

$$\mu_{C_2H_5OH} = 2{,}6693 \times 10^{-5} \frac{\sqrt{46 \cdot 393{,}15}}{(4{,}31)^2 (1{,}67595)}$$

$\mu_{C_2H_5OH} = 1{,}153 \times 10^{-4}$ Poise

H_2O

$MD_{H_2O} = 1,85$ debyes

$\sigma_{H_2O} = 2,52\,\text{Å}$

$\varepsilon_0/k = 775\,K$

$\delta_{max} = 1,0$

$t^*_{H_2O} = 0,7$

$$\Rightarrow \delta = \frac{(1,85)^2}{2(0,19983)(2,52)^3} =$$

$$\boxed{\delta = 0,5351}$$ y $T^* = 0,50729$

Ahora con T^* y δ de la tabla 2 hallamos a integral de colisión

T^* \ δ	0,50	0,535	0,75
0,5	2,329		2,460
0,5073		2,330	
0,6	2,130		2,243

$\Omega_\mu = 2,330$

Necesitamos T^* y δ para busca en la tabla 2 $-\Omega_\mu$

$$\Rightarrow T^* = \frac{T}{\varepsilon_0/k} = \frac{393,15\,K}{775\,K} = 0,50729$$

$$\delta = \frac{MD^2}{2\varepsilon_0\sigma^3}$$

pero $$\varepsilon_0 = \frac{MD^3}{2\sqrt{2}\,t^*\sigma^3} = \frac{(1,85)^3}{2\sqrt{2}(0,7)(2,52)^3}$$

$$\varepsilon_0 = 0,19983$$

Entonces:

$$\mu_{H_2O} = 2,6693\times10^{-5} \times \frac{\sqrt{M_{H_2O}\,T}}{\sigma^2_{H_2O}\,\Omega_{\mu H_2O}}$$

$$\mu_{H_2O} = 2,6693\times10^{-5}\,\frac{\sqrt{18\,(393,15)}}{(2,52)^2\,(2,330)}$$

$$\boxed{\mu_{H_2O} = 1,51759\times10^{-4}\ \text{Poise}}$$

Regla de mezclado (Ecuación de Wilke)

$X_{H_2O} = 0,5$ Sea 1 Etanol

$X_{C_2H_5OH} = 0,5$ 2 H_2O

$$\phi_{12} = \frac{1}{\sqrt{8}}\left(1+\frac{M_1}{M_2}\right)^{-1/2}\left[1+\left(\frac{\mu_1}{\mu_2}\right)^{1/2}\left(\frac{M_2}{M_1}\right)^{1/4}\right]^2$$

$\phi_{12} =$

$$\phi_{21} = \frac{\mu_2}{\mu_1}\frac{M_1}{M_2}\phi_{12}$$

$$\boxed{\text{si } i=j \Rightarrow \Phi_{ij} = 1}$$

$\phi_{21} =$

$$\mu_{mezcla} = \frac{X_1\mu_1}{X_1\Phi_{11} + X_2\Phi_{12}} + \frac{X_2\mu_2}{X_1\Phi_{21} + X_2\Phi_{22}}$$

1 | 1

Parte (b) 20°C y 1 atm $\Rightarrow$ Ambos componentes se encuentran como líquidos

Por esta razón se buscan las viscosidades de los componentes puros mediante los nomogramas y luego se aplica una regla de merzclado para líquidos.

$$H_2O \rightarrow X = 10,2 \quad Y = 13,0 \rightarrow \mu_{H_2O} = 1,0 \text{ cP}$$

$$\text{Etanol} - X = 10,5 \quad Y = 13,8 \rightarrow \mu_{C_2H_5OH} = 1,2 \text{ cP}$$

Alcohol Etilico 100%

Aplicando la regla de merzclado para líquidos

$$\mu_{merzla} = \left[x_1 \mu_1^{1/3} + x_2 \mu_2^{1/3} \right]^3$$

$$= \left[0,5 (1,2)^{1/3} + 0,5 (1)^{1/3} \right]^3$$

$$\boxed{\mu_{merzla} = 1,097 \text{ cP}}$$