

Universidade Nova de Lisboa
Faculdade de Ciências e Tecnologia - Departamento de Química
Processos de Separação I
2º Teste – 26 de Maio de 2021

O enunciado do teste tem duas páginas

1. Extrai-se ácido acético de uma solução aquosa (45% p/p) por meio de éter isopropílico puro num andar de equilíbrio (Diagrama ternário em anexo). Processam-se por hora 350 kg de alimentação. Determine nessa situação:

1.5 v a) A quantidade mínima de solvente. Justifique os cálculos efectuados.

3.5 v b) As composições e caudais das correntes de extracto e de refinado usando um caudal de solvente $S=4\times S_{\min}$.

3.0 v c) Querendo reduzir a concentração de ácido acético no refinado obtido na alínea anterior para uma concentração 3 vezes inferior ($x_2 = x_1/3$) foi usado um segundo andar de equilíbrio. Qual a quantidade de solvente que é necessário usar na segunda etapa?

2.0 v d) Calcule os rendimentos de extracção obtidos em cada andar e explique o resultado obtido.

2. Pretende-se arrefecer água de 57 °C a 18 °C numa coluna de enchimento em contracorrente, utilizando para o efeito ar atmosférico a 22 °C e 60% de humidade. O caudal de água é de 1.4 Lt/(m² s) e o caudal de ar seco é de 3.0 m³/(m² s). Justificando correctamente o raciocínio e os cálculos que efectuou, determine:

1.5 v a) A humidade absoluta do ar à entrada da coluna, em kg_{água}/kg_{ar seco}, e a respectiva temperatura de termómetro húmido.

1.5 v b) As entalpias do ar à entrada e à saída da coluna.

2.0 v c) A altura da coluna, considerando que o número de unidades de transferência necessárias para a coluna é de 2.3. Explique como poderia determinar o número de unidades de transferência de uma coluna de humidificação de ar.

Dados: $K_H \cdot a = 2.4 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{s}^{-1}$; $Cp_{água} = 4.18 \text{ J} \cdot \text{g}^{-1} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$; $\rho_{ar} = 1.2 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$

$$Z = H_{OG} \times N_{OG} = \frac{V'}{(K_H a)S} \int_{E_{G1}}^{E_{G2}} \frac{dE_G}{(E_G^* - E_G)} \quad \frac{E_{G2} - E_{G1}}{T_{L2} - T_{L1}} = \left[\frac{\bar{L}c_{p_L}}{V'} \right]$$

3. Pretende-se secar um material com uma humidade inicial de 60% até uma humidade final de 20% (base seca) usando ar a 75 °C obtendo-se 97 kg de sólido seco. O tempo de secagem durante o período de velocidade de secagem constante foi de 8h e as humidades crítica e de equilíbrio são 40% e 6 %, respectivamente. Admita que o processo de secagem decorre de forma adiabática. O coeficiente de transferência de calor foi determinado para as condições de secagem tendo-se obtido o valor de 12 W m⁻² K⁻¹

Entalpia de vaporização da água: 2.383×10³ kJ/kg

2.5 v a) Calcule o tempo de secagem se o secador tiver uma área de 3.6 m².

1.5 v b) Qual a temperatura a que opera o secador?

1.0 v c) Discuta como poderia diminuir o tempo de secagem.

Período velocidade constante de secagem

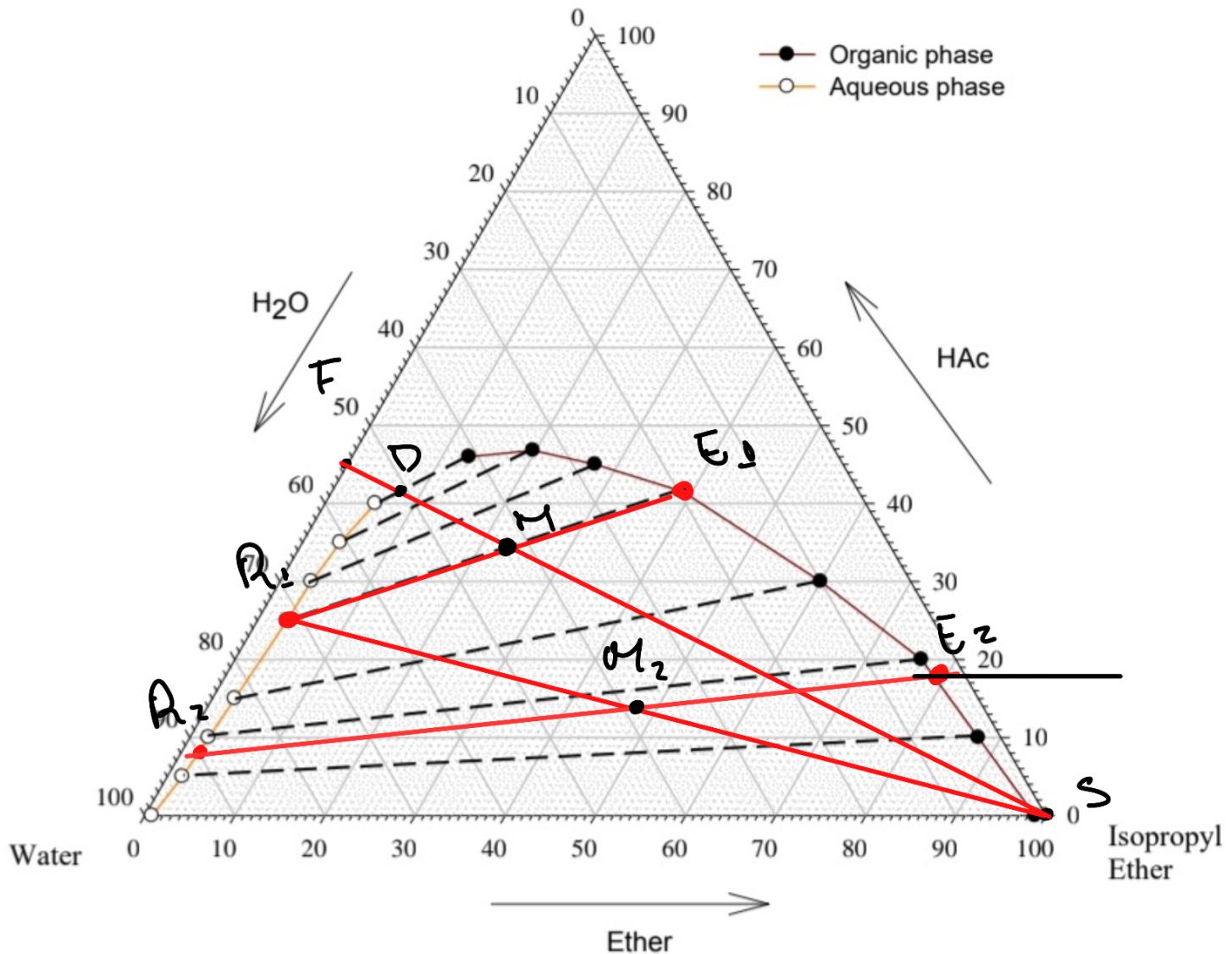
$$t_{\text{período 1}} = - \frac{M_S}{A} \frac{(H_C - H_{S1})}{N_C}$$

Período velocidade decrescente de secagem

$$t_{\text{período 2}} = - \frac{M_S (H_C - H_S^*)}{N_C A} \ln \frac{H_{S2} - H_S^*}{H_C - H_S^*}$$

Ternary System - 20°C

Acetic Acid



$$F = 350 \text{ kg}$$

$$x_F = 0,45$$

$$S =$$

$$y_S = 0$$

$$\text{a)} S_{\min} = ?$$

$$\frac{S_{\min}}{F} = \frac{\overline{FD}}{\overline{DS}} = \frac{x_D - x_F}{y_S^o - x_D}$$

$$S_{\min} = \left(\frac{0,42 - 0,45}{-0,42} \right) (350)$$

= 25 kg

b) $S = 4 (25) = 100 \text{ kg}$

$$M = F + S = 450 \text{ kg}$$

$$\frac{S}{F} = \frac{X_M - X_F}{Y_S - X_M} =$$

$$0,28 X_M = X_M - 0,45$$

$$X_M = \frac{0,45}{1,28} = 0,35$$

$$\underline{R_1 :}$$

$$X_{HAC} = 0,25$$

$$X_{H_2O} = 0,72$$

$$X_{E^+} = 0,03$$

$$\underline{E_1 :}$$

$$X_{HAC} = 0,42$$

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

$$X_{E^-} = 0,38$$

$$R_1 = 7 \quad \frac{y_s - X_m}{y_s - X_1}$$

$$= 450 \left(\frac{0,42 - 0,35}{0,42 - 0,25} \right)$$

$$= 185,3 \text{ kg}$$

$$E_1 = 264,7 \text{ kg}$$

c) $X_2 = \frac{0,25}{3} = 0,083$

$$S_2 = R_1 \cdot \frac{X_{m2} - X_1}{y_{s2} - X_{m2}}$$

$$S_2 = (185,3) \cdot \frac{0,14 - 0,25}{0 - 0,14}$$

$$S_2 = 145,6 \text{ kg}$$

d) $\% E_{xt,0} = \frac{(350)(0,45) - (185,3)(0,25)}{(350)(0,45)}$

$$\% \text{ Ext}_{z^0} = 70,6 \%$$

$$\% \text{ E}_{x+1} = \frac{(185,3)(0,25) - (136,5)(0,083)}{(185,3)(0,25)}$$

$$= 75,5 \% \quad \downarrow$$

$$R_2 = M_2 \left(\frac{y_2 - x_{u_2}}{y_2 - x_2} \right)$$

$$= (185,3 + 145,6) \left(\frac{0,18 - 0,14}{0,18 - 0,083} \right)$$

$$= 136,5 \text{ kg}$$

2 ..

$$T_{L,in} = 57^\circ C$$

$$\bar{L} = 1,4 \frac{L}{m^2 \cdot g}$$

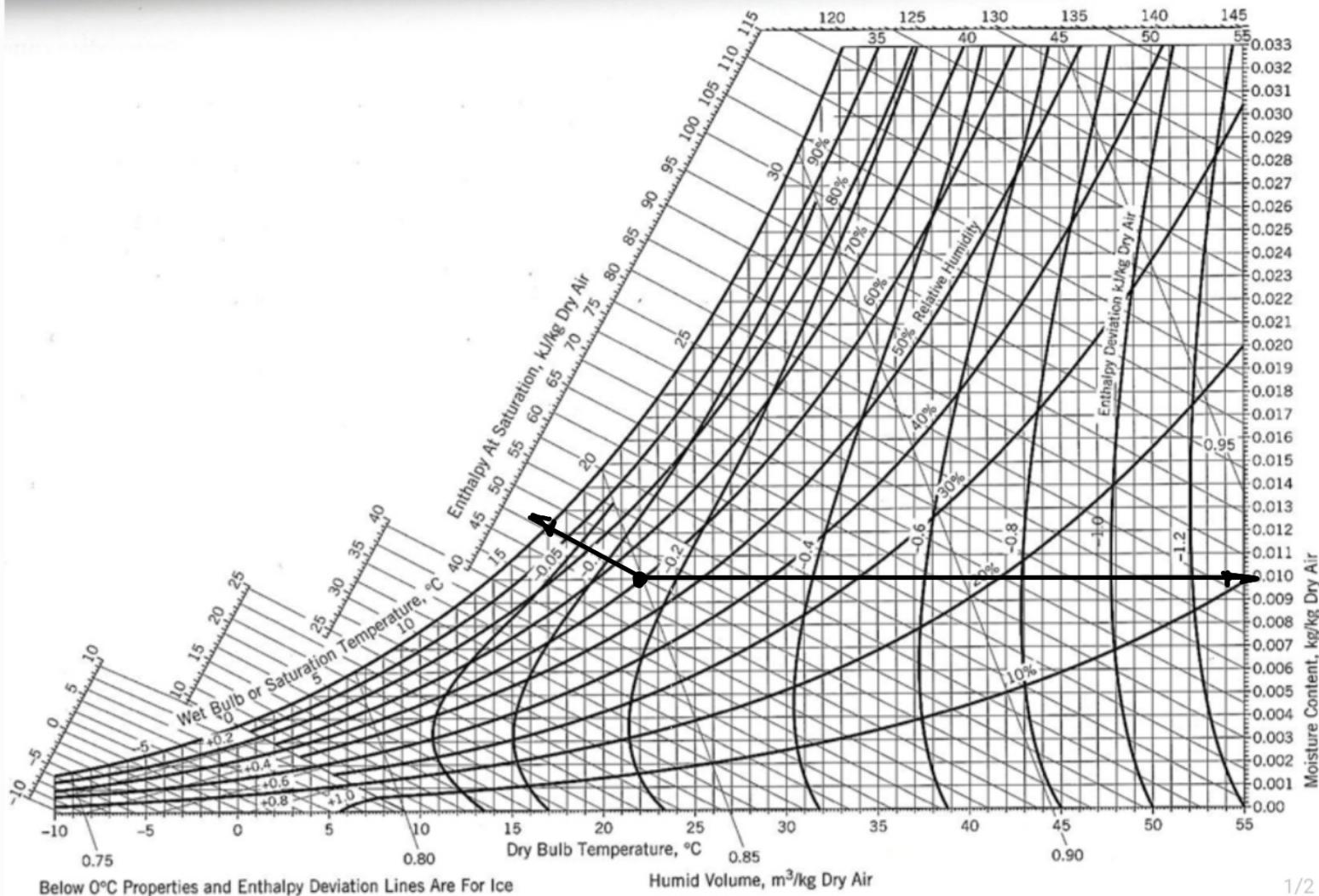
$$T_{L,out} = 18^\circ C$$

$$T_g = 22^\circ\text{C}$$

$$G = \frac{3 \text{ m}^3}{\text{m}^2 \cdot \text{s}}$$

$$H_{ref} = 60\%$$

a)



$$H' = 0.010 \frac{K_g A_{rB}}{K_g \text{ m sec}^0}$$

$$T_h = 17^\circ\text{C}$$

$$b) E_{G_1} = (47,5 + (-0,15)) \\ = 47,35 \text{ kJ/...}$$

3..

$$H_{S_1} = 0,6$$

$$A_{S_2} = 0,2 \quad m = 97 \text{ kg}$$

$$T_g = 75^\circ C \quad H_C = 0,4$$

$$t_{ctf} = 8 \text{ h} \quad A_s^+ = 0,06 \quad \cancel{\downarrow}$$

$$n_g = 12 \text{ mm}^{-2} \text{ K}^{-1}$$

$$\lambda_{vap} = 2,383 \times 10^6 \frac{\text{K}}{\text{kg}}$$

$$\text{a)} A = 3,6 \text{ m}^2$$

$$t_{\text{total}} = t_{\text{ctfe}} + t_{\text{decr}}$$

$$N_c = \left(\frac{-t_{ct} \cdot \Delta}{M_s (U_c - U_{g1})} \right)^{-1}$$

$$N_c = 0,67 \text{ kg h}^{-1} \text{ m}^{-2}$$

$$t_{dec} = \frac{97 (0,4 - 0,06)}{(0,67) (3,5)} \ln \left(\frac{0,2 - 0,06}{0,4 - 0,06} \right)$$

$$\therefore 12,13 \text{ h}$$

$$t = 20,13 \text{ h}$$

$$b) N_c \lambda = h_g (T_g - \underline{T_{sup}})$$

$$\frac{N_c \lambda_{vap}}{h_g} = T_g - \underline{T_{sup}}$$

$$T_{sup} = (273 + 75) - \frac{(0,67) (2,383 \times 10^6)}{(+2)(3600)}$$

$$\begin{aligned} &= \cancel{273} + 25 - 37 \\ &= 38^{\circ}\text{C} \end{aligned}$$