

Caso 4.3

Uma mistura de ar e vapor de água, a 42 °C e pressão normal, tem uma temperatura de termómetro húmido de 24 °C. Determinar:

- a) A % humidade relativa e o ponto de orvalho da mistura gasosa, por leitura numa carta psicrométrica.
- b) A massa de vapor de água contida em 10 m³ (PTT) da mistura gasosa. (R: 126 g)
- c) A entalpia específica do sistema ar-água (por cálculo e leitura na carta psicrométrica)

Dados:

- Entalpia de vaporização da água (0°C): 2498 kJ/kg;
- Capacidades caloríficas médias (42;0 °C): Ar = 1,01 J/(g,K); Vapor de água = 1,86 J/(g,K)

Este Caso 4.3 é o primeiro problema em que se usa a Carta Psicrométrica. A partir deste problema a resolução dos problemas do Capítulo 4 implica sempre a consulta da Carta Psicrométrica.

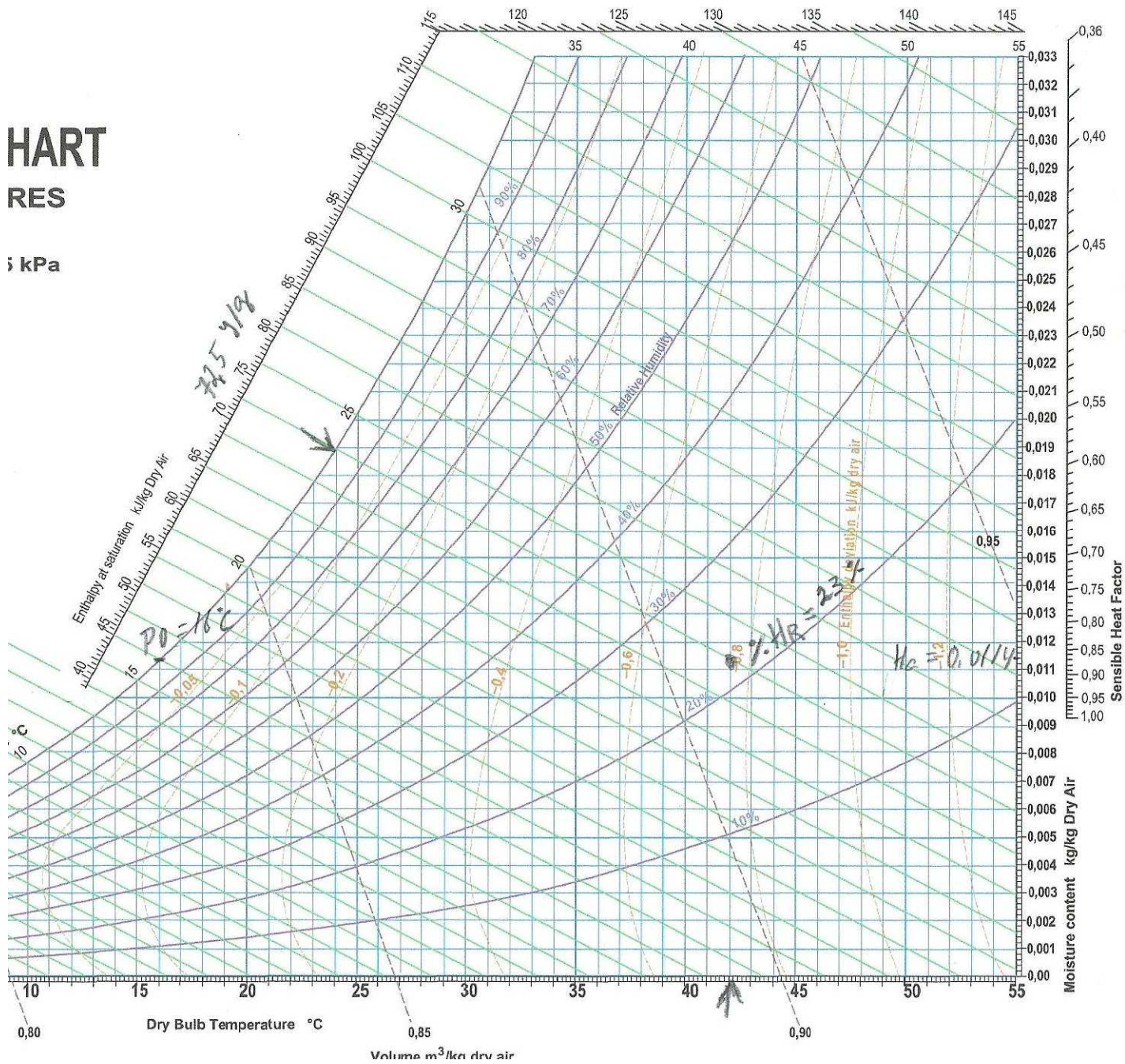
Convem ter sempre presente o slide nº 12/14 da 7ª aula teórica de PEQ II

Alínea a)

Segundo o enunciado temos dois dados o que permite marcar na carta psicrométrica o ponto relativo à mistura em questão.

HART RES

5 kPa



Temperatura ou temperatura seca = $T = 42^{\circ}\text{C}$

Temperatura húmida = $\theta_h = 24^{\circ}\text{C}$

Marca-se o ponto na carta psicrométrica e lê-se:

$\%H_R = 23 \%$

$PO = 16^{\circ}\text{C}$

$H_a = 0,0114 \text{ g água/g ar seco}$

A partir de H_a tira-se H_m

$$H_m = H_a / 0,62 = 0,0114 / 0,62 = 0,01839 \text{ mole água/mole ar seco}$$

Nota: Este problema não pode ser resolvido analiticamente porque nos dão a temperatura húmida, θ_h , e não existem equações que relacionem a θ_h com os restantes índices de saturação. Assim temos de usar um método gráfico.

Alínea b)

$$P V = n R T$$

$$1 \times 10^3 \times 10^3 = Q_m \times 0,082 \times (273,15 + 42)$$

$$\text{Vem } Q_m = 386,9625 \text{ mole}$$

Agora pode-se usar a regra de três simples:

Ar total -----	ar seco -----	água
1+Hm -----	1 -----	Hm
1,01839 -----	1 -----	0,01839
386,9625 -----	379,9748 -----	6,9877

Ou podia-se usar as equações:

$$\text{ar seco} = \frac{\text{ar}}{1 + H_m} = \frac{386,9625}{1,01839} = 379,9748 \text{ mole água / mole ar seco}$$

$$\text{água} = \text{ar seco} \times H_m = 379,9748 \times 0,01839 = 6,9877 \text{ mole} = 125,78 \text{ g}$$

Alínea c)

Estado da referência da Carta Psicrométrica: 0°C, H₂O (l), ar (g), P_T

Entalpia específica é a entalpia por unidade de massa do ar seco, sendo a massa de água dada por
M_{água} = H_a × M_{ar seco} :

h = entalpia do ar + entalpia do vapor de água

$$h = \bar{C}_{\text{Par}}^{0,T} \times (T - T_{\text{ref}}) + H_a \times (\bar{C}_{\text{Págua}}^{0,T} + (T - T_{\text{ref}}) + \Delta H_v^{0^\circ\text{C}})$$

$$h = 1,01 \times (42 - 0) + 0,0114 \times (1,86 \times (42 - 0) + 2498) = 71,79 \text{ J/g de ar seco} = \text{kJ/kg de ar seco}$$

Em alternativa podemos efectuar este cálculo de outras duas maneiras:

- Pela carta psicrométrica

$$\text{Por leitura} \rightarrow h = 72,5 + (-0,75) = 71,75 \text{ kJ/kg de ar seco}$$

Nota: O valor de (-0,75) corresponde a uma correção ao h , que também se lê na Carta Psicrométrica e que será descrita na próxima Aula Teórica

- Usando-se as Tabelas Termodinâmicas

$$h = 1,01 \times (42 - 0) + 0,0114 \times h_v^{42^\circ\text{C}} = 1,01 \times (42 - 0) + 0,0114 \times 2576,2 = 71,79 \text{ kJ/kg de ar seco}$$

Nota: Com rigor o valor de 2576,2 kJ/kg corresponde a $h_v^{41,51^\circ\text{C}}$