



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"
Departamento de Engenharia de Biosistemas

Prof. Jarbas Honorio de Miranda



Umidade Relativa do Ar

Exercícios

1. Em determinado momento observa-se, num psicrômetro sem aspiração forçada, uma temperatura do bulbo seco de 28 °C e uma temperatura do bulbo úmido de 22 °C. A pressão atmosférica é de $0,94 \cdot 10^5$ Pa. Calcular a pressão de vapor, a umidade relativa do ar e o déficit de vapor. **(Resposta: 2.192,59 Pa; 58,0%; 1.587,09 Pa)**
2. Nas condições da questão anterior, qual volume de água deveria ser evaporado para saturar com vapor de água 1 m³ de ar? Qual seria o calor envolvido nessa evaporação? **(Resposta: 11,41 mL; 27,95 kJ)**
3. A pressão de vapor saturado de mercúrio à temperatura de 293 K é 0,16 Pa. A essa temperatura, quantos gramas de mercúrio ($m_{Hg} = 200,6 \text{ g mol}^{-1}$) são necessários para saturar com vapor de mercúrio 500 m³ de ar? **(Resposta: 6,58 g)**
4. Um reservatório de ar de 100 litros, fechado, encontra-se à temperatura de 300 K e umidade relativa de 10%. Coloca-se dentro do reservatório uma proveta com 100 mL de água.
 - a) Qual é a pressão de vapor no reservatório à umidade relativa de 10% ? **(Resposta: 353 Pa)**
 - b) Qual será o volume de água na proveta quando a umidade relativa atingir 100%? **(Resposta: 97,7 mL)**
 - c) Considerando que a temperatura se manteve constante, quanto calor foi absorvido pelo reservatório durante o processo de evaporação? **(Resposta: 5,62 kJ)**
6. Num final de tarde de inverno observa-se uma temperatura do bulbo seco de 12 °C e uma temperatura do bulbo úmido de 7,5 °C. A pressão atmosférica é de 10^5 Pa. Considerando que, nessas condições, geadas podem ser esperadas se a temperatura do ponto de orvalho for inferior a 0 °C, prever o risco de geada. **(Resposta: $T_o = 1,65$ °C; não há risco)**
7. Um secador a ar quente opera de acordo com as condições: Vazão do secador: 100 m³/min, Ar entrada: T = 60 °C e UR = 25 %, Ar saída: T = 40 °C e UR = 50 %. Determinar a quantidade de água retirada do secador/hora. **(Resposta: 41,3 L)**

8. Em uma estufa de 200 m³ é pulverizada água, conduzindo o ar à saturação. A condição inicial é de: t = 38 °C e UR=45%. Determine:
- Quantos gramas deverão ser pulverizados para atingir a saturação?
(Resposta: 5070 g)
 - Qual o abaixamento de temperatura previsto? **(Resposta: 14,02 °C)**

EQUAÇÕES

Equação universal dos gases: $PV = nRT$

$$\text{Temperatura do Ponto de Orvalho: } T_o = \frac{237,3 \cdot \text{Log}\left(\frac{e_a}{A}\right)}{7,5 - \text{Log}\left(\frac{e_a}{A}\right)}$$

Equação de Tetens:

$$e_s = A \cdot 10^{\frac{7,5 \cdot T_s}{237,3 + T_s}}$$

A = 4,58 => Pressão em mmHg
 A = 0,6108 => Pressão em kPa
 Ts = Temperatura do bulbo seco (°C)

Equação do Psicrômetro:

$$e_a = e_{su} - \gamma \cdot P \cdot (T_s - T_u) \qquad e_{su} = A \cdot 10^{\frac{7,5 \cdot T_u}{237,3 + T_u}}$$

γ = Constante psicrométrica, P = pressão (kPa ou mmHg) e Tu = Temperatura do bulbo úmido (°C)

$$\gamma = 6,7 \cdot 10^{-4} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1} \text{ (para psicrômetros com aspiração forçada)}$$

$$\gamma = 8 \cdot 10^{-4} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1} \text{ (para psicrômetros sem aspiração forçada)}$$

Umidade Relativa do ar:

$$UR(\%) = \frac{e_a}{e_s} \cdot 100$$

$$UR(\%) = \frac{UA}{US} \cdot 100$$

$$UA = 2165 \cdot \frac{e_a}{T} (\text{g/m}^3)$$

$$UA = 289 \cdot \frac{e_a}{T} (\text{g/m}^3)$$

$$US = 2165 \cdot \frac{e_s}{T} (\text{g/m}^3)$$

$$US = 289 \cdot \frac{e_s}{T} (\text{g/m}^3)$$

Dados:

Constante universal de gases $R = 8,314 \text{ J.mol}^{-1}.\text{K}^{-1}$

Energia gasta para evaporação da água: $2,45 \text{ MJ / kg}$ de água

Massa específica da água = 1000 kg m^{-3}