

Questão 01) Em uma estufa para produção de flores, um produtor instalou um sistema de nebulização para reduzir a temperatura do ar nos horários mais quentes do dia. Com base na literatura, o produtor identificou que a espécie passa a sofrer estresse térmico sempre que a temperatura do ar atinge 38.9°C. Por isso, o sistema é acionado toda vez que a temperatura do ar atinge esse valor e permanece ligado por 1,5 minuto. O sistema de nebulização tem vazão de 156 litros por hora e a estufa tem volume 1550 m³. Certa vez, o sistema foi acionado com umidade inicial de 45% . Sabendo que a umidade final é de 94.0%, calcule a temperatura final após a aspersão. Admita a densidade do ar de 1.1kg m⁻³ e a Pressão de 94.1 kPa.

Dados		
Tempo =	1.5	min
Q =	156	l/h
Vestufa =	1550	m ³
T inicial =	38.9	°C
Ur inicial =	0.45	
UR final =	0.94	
densidade ar =	1.10	kg.m ³
Patm	94.10	kPa

Características da estufa		
Tempo =	1.5	min
Q =	156	l/h
Vestufa =	1550	m ³
densidade ar =	1.1	kg.m ³

Condições antes da	
T inicial =	38.9
Ur inicial =	0.45

Condições após a	
T final =	?
Ur final =	0.94

Parte 1: Calcular as condições da estufa antes da nebulização para encontrar a massa de vapor de água inicial

1° Passo: Calcular a Pressão máxima de vapor (es)

Fórmula:

$$e_s = 0,6108 * 10^{\left(\frac{7,5 * T_{AR}}{237,3 + T_{AR}}\right)} \text{ [kPa]}$$

es=	6.9534	kPa
-----	--------	-----

2° Passo: Calcular a Pressão Parcial de Vapor (ea)

Fórmula:

$$UR = \frac{e_a}{e_s} \longrightarrow e_a = UR * e_s$$

ea=	3.1290	kPa
-----	--------	-----

Dica: Se eu sei a quantidade de vapor de água em 1m³, posso extrapolar para o volume total da estufa.

3° Passo: Calcular a Ua

Fórmula:

$$U_A = \frac{2,168 * e_a}{T(k)} \text{ [kg/m}^3\text{]}$$

UA=	0.0217	kg/m ³
-----	--------	-------------------

4° Passo: Calcular a massa de vapor de água para a estufa nas condições iniciais

Regra de 3

$$\begin{array}{l} 1\text{m}^3 \text{ — } 0.0217\text{kg/m}^3\text{vapor de água} \\ 1550\text{ m}^3 \text{ — } x \end{array}$$

X=	33.6949	kg
----	---------	----

Parte 2: Calcular a quantidade de água adicionada com a nebulização

5° Passo: Calcular a massa de vapor de água adicionada

Regra de 3

$$\begin{array}{l} 156\text{ l/h — } 60\text{ min} \\ x \text{ — } 1.5\text{ min} \end{array}$$

Massa adicionada	
X=	3.9000 kg

litro ou quilograma

6° Passo: Calcular a massa total após a nebulização

Fórmula:

$$Massa_{após\ n} = Massa_{antes\ n} + Massa_{adicionada}$$

Massa após=	37.595	kg
-------------	--------	----

Após a nebulização

Parte 3: Calcular as condições após a nebulização para encontrar a Umidade relativa

7º Passo: Calcular a umidade absoluta por meio da massa de vapor e o volume da estufa

Fórmula:

$$U_A = \frac{\text{Massa de vapor}}{\text{Volume da estufa}}$$

UA=	0.0243	kg/m ³
-----	--------	-------------------

8º Passo: Calcular a umidade específica (q) por meio da umidade absoluta e densidade do ar

Fórmula:

$$q = \frac{\text{Umidade Absoluta}}{\text{Densidade do ar}} \left[\frac{\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}}{\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}} \right]$$

q=	0.0220
----	--------

9º Passo: Calcular a pressão de vapor ea

Fórmula:

$$q = 0,622 \frac{e_a}{P_{atm}} \left[\frac{g}{g} \right] \longrightarrow e_a = q * \frac{P_{atm}}{0,622}$$

ea=	3.3358	kPa
-----	--------	-----

10º Passo: Calcular o es a partir da formula da Umidade Relativa

Fórmula:

$$UR = \frac{e_a}{e_s} \longrightarrow e_s = \frac{e_a}{UR}$$

es=	3.5488	kPa
-----	--------	-----

11º Passo: Calcular a Temperatura do ar substituindo os valores de ea por es na formula da Temperatura no ponto de orvalho

Fórmula:

$$T_o = \frac{237,3 * \log\left(\frac{e_a}{0,6108}\right)}{7,5 - \log\left(\frac{e_a}{0,6108}\right)} [^{\circ}\text{C}]$$

$$T_{ar} = \frac{237,3 * \log\left(\frac{e_s}{0,6108}\right)}{7,5 - \log\left(\frac{e_s}{0,6108}\right)} [^{\circ}\text{C}]$$

Tar=	26.9216	°C
------	---------	----

Questão 02) Em uma estufa para produção de flores, um produtor instalou um sistema de nebulização para reduzir a temperatura do ar nos horários mais quentes do dia. Com base na literatura, o produtor identificou que a espécie passa a sofrer estresse térmico sempre que a temperatura do ar atinge 35.9°C. Por isso, o sistema é acionado toda vez que a temperatura do ar atinge esse valor e permanece ligado por 2.0 minuto. O sistema de nebulização tem vazão de 145 litros por hora e a estufa tem volume 1410 m³. Certa vez, o sistema foi acionado com umidade inicial de 41% . Sabendo que a umidade final é de 75%, calcule a temperatura final após a aspersão. Admita a densidade do ar de 1.1kg m³ e a Pressão de 95 kPa.

Características da estufa	
Tempo=	2 min
Q=	145 l/h
Vestufa=	1410 m ³
Densidade do ar	1.1 kg/m ³
Pressão	95 kPa

Condições antes da	
T inicial=	35.9
Ur inicial=	0.41
Condições após a	
T final=	?
Ur final=	0.75

Antes	es=	5.9080	kPa
	ea=	2.4223	kPa
	UA=	0.0170	kg/m ³
	X=	23.9585	kg (regra de 3) → Massa antes da nebulização

Nebulização	X=	4.8333	kg (regra de 3) → Massa adicionada
	X=	28.7919	kg (regra de 3) → Massa total após a nebulização

Depois	UA=	0.0204	kg/m ³
	q=	0.0186	
	ea=	2.8352	kPa
	es=	3.7803	kPa
	To=	28.0029	°C

Questão 03) Em uma estufa para produção de flores, um produtor instalou um sistema de nebulização para reduzir a temperatura do ar nos horários mais quentes do dia. Com base na literatura, o produtor identificou que a espécie passa a sofrer estresse térmico sempre que a temperatura do ar atinge 35.6°C. Por isso, o sistema é acionado toda vez que a temperatura do ar atinge esse valor e permanece ligado por 1.4 minuto. O sistema de nebulização tem vazão de 110 litros por hora e a estufa tem volume 1950 m³. Certa vez, o sistema foi acionado com umidade inicial de 46% . Sabendo que a umidade final é de 89%, calcule a temperatura final após a aspersão. Admita ea=2.3 kPa.

Características da estufa	
Tempo=	1.4 min
Q=	110 l/h
Vestufa=	1950 m ³
ea	2.3 kPa

Condições antes da	
T inicial=	35.6
Ur inicial=	0.46
Condições após a	
T final=	?
Ur final=	0.89

Antes	es=	5.8114	kPa
	ea=	2.6732	kPa
	UA=	0.0188	kg/m ³
	X=	36.6024	kg (regra de 3) → Massa antes da nebulização

Nebulização	X=	2.5667	kg (regra de 3) → Massa adicionada
	X=	39.1691	kg (regra de 3) → Massa total após a nebulização

Depois	UA=	0.0201	kg/m ³
	T=	248.244	k → Utilizar a formula de Umidade Absoluta.
	T=	24.9164	°C → Ea=2.3