

**Questão 01)** Calcule a Umidade Relativa para um dia com temperatura do ar de 31°C e ea=2.01kPa.

T =	31	°C
ea =	2.01	kPa

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

Fórmula:

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

es=	4.4923	kPa
-----	--------	-----

**2º Passo:** Calcular a Umidade Relativa (UR)

Fórmula:

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

UR=	0.4474
UR=	44.74%

**Questão 02)** Calcule o valor de ea para um dia com temperatura de 32.6°C e UR=38%

T =	32.6	°C
UR =	0.38	

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

Fórmula:

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

es=	4.9180	kPa
-----	--------	-----

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

Fórmula:

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

ea=	1.8688	kPa
-----	--------	-----

**Questão 03)** Calcule a Temperatura no Ponto de Orvalho, Umidade absoluta e a Umidade Especifica considerando as seguintes condições: temperatura do ar= 29.8°C, Patm=95.1 kPa, UR=45%.

T=	29.8	°C
Patm=	95.1	kPa
UR=	0.45	

### Calculo do Ponto de Orvalho

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

Fórmula:

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

es=	4.1943	kPa
-----	--------	-----

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

Fórmula:

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

ea=	1.8875	kPa
-----	--------	-----

**3° Passo:** Calcular a Temperatura no Ponto de Orvalho (To)

Fórmula:

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

To=	16.5865	°C
-----	---------	----

### Umidade Absoluta

**1° Passo:** Calcular a Ua

Fórmula:

$$U_A = \frac{2,168 * e_a}{T_{(k)}} \left[\frac{kg}{m^3}\right]$$

Ua=	0.0135	kg/m³
-----	--------	-------

Temperatura (T) em Kelvin

### Umidade Especifica

**1° Passo:** Calcular q

Fórmula:

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

q=	0.0123	g/g
----	--------	-----

**Questão 04)** Em uma estufa para a 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 37°C. Por isso, o sistema é acionado toda vez que a temperatura do ar atinge esse valor e permanece ligado por 2 minutos. O sistema de nebulização tem vazão de 150 litros por hora e a estufa tem volume 1500m³. Certa vez, o sistema foi acionado e a umidade inicial era de 41%. Sabendo que a temperatura caiu para 27°C após o processo, calcule a umidade relativa assim que a aspersão foi encerrada. Admita densidade do ar de 1.2kg.m³.

Características da estufa			Condições antes da nebulização		Condições após a nebulização	
Tempo=	2	min	T inicial=	37.0	T final=	27.0
Q=	150	l/h	Ur inicial=	0.41	Ur final=	?
Vestufa=	1500	m³				

**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:

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

es=	6.2743	kPa
-----	--------	-----

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

Fórmula:

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

ea=	2.5725	kPa
-----	--------	-----

**Dica:** Se eu sei a quantidade de vapor de água em 1m<sup>3</sup>, posso extrapolar para o volume total da estufa.

**3º Passo:** Calcular a Ua

Fórmula:

$$U_A = \frac{2,168 * e_a}{T_{(k)}} \left[ \frac{kg}{m^3} \right]$$

UA=	0.0180	kg/m <sup>3</sup>
-----	--------	-------------------

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

Regra de 3

$$\begin{array}{l} 1m^3 \text{ — } 0.0180kg/m^3 \text{ vapor de água} \\ 1500 m^3 \text{ — } x \end{array}$$

X=	26.9720	kg
----	---------	----

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

**5º Passo:** Calcular a massa de vapor de água adicionada

Regra de 3

$$\begin{array}{l} 150 l/h \text{ — } 60 \text{ min} \\ x \text{ — } 2 \text{ min} \end{array}$$

**Massa adicionada**

X=	5.00	kg
----	------	----

 litro ou quilograma

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

Massa após=	31.972	kg
-------------	--------	----

**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:

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

UA=	0.0213	kg/m <sup>3</sup>
-----	--------	-------------------

**8º Passo:** Calcular a Pressão de vapor parcial

Fórmula:

$$U_A = \frac{2,168 * e_a}{T_{AR}} \rightarrow e_a = \frac{U_a * T_{(k)}}{2,168}$$

ea=	2.9510	kPa
-----	--------	-----

**9º Passo:** Calcular a Pressão máxima de vapor (es)

Fórmula:

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

es=	3.5651	kPa
-----	--------	-----

**10º Passo:** Calcular a Umidade Relativa

Fórmula:

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

UR=	0.8277
UR=	82.77%

**Questão 05)** Em uma estufa para a 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°C. Por isso, o sistema é acionado toda vez que a temperatura do ar atinge esse valor e permanece ligado por 1.5 minutos. O sistema de nebulização tem vazão de 118 litros por hora e a estufa tem volume 1900m³. Certa vez, o sistema foi acionado e a umidade inicial era de 31%. Sabendo que a temperatura caiu para 28°C após o processo, calcule a umidade relativa assim que a aspersão foi encerrada. Admita densidade do ar de 1.2kg.m³.

Características da estufa		
Tempo=	1.5	min
Q=	118	l/h
Vestufa=	1900	m³

Condições antes da nebulização	
T inicial=	35.0
Ur inicial=	0.31

Condições após a nebulização	
T final=	28.0
Ur final=	?

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

**1º 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=	5.6222	kPa
-----	--------	-----

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

Fórmula:

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

ea=	1.7429	kPa
-----	--------	-----

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

**3º Passo:** Calcular a Ua

Fórmula:

$$U_A = \frac{2,168 * e_a}{T_{(k)}} \left[ \frac{kg}{m^3} \right]$$

UA=	0.0123	kg/m³
-----	--------	-------

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

Regra de 3

$$\begin{array}{l} 1m^3 \text{ — } 0.0123kg/m^3 \text{ vapor de água} \\ 1900 m^3 \text{ — } x \end{array}$$

X=	23.297	kg
----	--------	----

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

**5º Passo:** Calcular a massa de vapor de água adicionada

Regra de 3

$$\begin{array}{l} 118 l/h \text{ — } 60 \text{ min} \\ x \text{ — } 1.5 \text{ min} \end{array}$$

Massa adicionada		
X=	2.95	kg

litro ou quilograma

**6º Passo:** Calcular a massa total após a nebulização

Fórmula:

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

Massa após=	26.247
-------------	--------

**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:

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

UA=	0.0138	kg/m³
-----	--------	-------

**8º Passo:** Calcular a Pressão de vapor parcial

Fórmula:

$$U_A = \frac{2,168 * e_a}{T_{AR}} \rightarrow e_a = \frac{U_a * T_{(k)}}{2,168}$$

ea=	1.9190	kPa
-----	--------	-----

**9º Passo:** Calcular a Pressão máxima de vapor (es)

Fórmula:

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

es=	3.7797	kPa
-----	--------	-----

**10º Passo:** Calcular a Umidade Relativa

Fórmula:

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

UR=	0.5077
UR=	50.77%

**Questão 06)** Utilizando os dados do exercício anterior, calcule a temperatura final assim que a aspersão foi encerrada.

**Dados**

Tempo =	1.5	min
Q =	118	l/h
Vestufa =	1900	m³
T inicial =	35	°C
Ur inicial =	0.31	
UR final =	0.51	
densidade ar =	1.20	kg.m 3
Patm	95	kPa

**Características da estufa**

Tempo =	1.5	min
Q =	118	l/h
Vestufa =	1900	m³
densidade ar =	1.2	kg.m³

**Condições antes da nebulização**

T inicial =	35.0
Ur inicial =	0.31

**Condições após a nebulização**

T final =	?
Ur final =	0.51

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

**1º 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=	5.6222	kPa
-----	--------	-----

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

Fórmula:

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

ea=	1.7429	kPa
-----	--------	-----

**Dica:** Se eu sei a quantidade de vapor de água em 1m<sup>3</sup>, posso extrapolar para o volume total da estufa.

**3º Passo:** Calcular a Ua

Fórmula:

$$U_A = \frac{2,168 * e_a}{T_{(k)}} \left[\frac{kg}{m^3}\right]$$

UA=	0.0123	kg/m <sup>3</sup>
-----	--------	-------------------

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

Regra de 3

$$\begin{array}{l} 1m^3 \text{ — } 0.0123kg/m^3 \text{ vapor de água} \\ 1900 m^3 \text{ — } x \end{array}$$

X=	23.2974	kg
----	---------	----

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

**5º Passo:** Calcular a massa de vapor de água adicionada

Regra de 3

$$\begin{array}{l} 118 \text{ l/h — } 60 \text{ min} \\ x \text{ — } 1.5 \text{ min} \end{array}$$

**Massa adicionada**

X=	2.9500	kg
----	--------	----

litro ou quilograma

**6º Passo:** Calcular a massa total após a nebulização

Fórmula:

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

Massa após=	26.247	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:

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

UA=	0.0138	kg/m <sup>3</sup>
-----	--------	-------------------

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

Fórmula:

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

q=	0.0115
----	--------

**9º Passo:** Calcular a pressão de vapor ea

Fórmula:

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

ea=	1.7583	kPa
-----	--------	-----

**10° Passo:** Calcular o  $e_s$  a partir da fórmula da Umidade Relativa

Fórmula:

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

$e_s =$	3.4632	kPa
---------	--------	-----

**11° Passo:** Calcular a Temperatura do ar substituindo os valores de  $e_a$  por  $e_s$  na fórmula da Temperatura no ponto de orvalho

Fórmula:

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

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

$T_{ar} =$	26.5065	°C
------------	---------	----