

## exercicios\_\_EES

May 2, 2022

```
[1]: from CoolProp.CoolProp import PropsSI
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
import pandas as pd
```

1. Considerando a atmosfera como um gás ideal em equilíbrio, com a mesma temperatura em todos os pontos, e sendo a altitude  $\delta h$  muito menor do que o raio da Terra ( $6371 \times 10^3$  m), de modo que  $g$ , o módulo da aceleração gravitacional pode ser considerado constante, temos que a pressão atmosférica pode ser obtida pela equação:

$$P(h) = P_A e^{-kg\delta h} \quad (1)$$

Onde  $k = \rho/P_A$ , sendo  $\rho$  a densidade do ar e  $P_A$  a pressão atmosférica ao nível do mar. Considerando a temperatura a nível do mar como sendo 25 oC, calcule a variação percentual de pressão atmosférica na qual é submetida uma pessoa que sai do centro do município de Resende - RJ (407 m) e chega no topo do Pico das Agulhas Negras (2790,94 m).

DICA: Utilize a função densidade do EES. Verifique também a aba de constantes do programa.

```
[2]: def find_pressure(delta_h):

    P_A = 101.3e3

    rho = PropsSI('D','P',P_A,'T',25+273.15,"air")

    k = rho/P_A

    g = 9.8

    return P_A * np.exp(-k*g*delta_h)

# Constantes

P_A = 101.3e3

h_rio = 407

h_a_negras = 2790.94
```

```

delta_h = h_a_negras - h_rio

P2 = find_pressure(delta_h)

print('A variação percentual de pressão é de {:.2f} \%.format((P2-P_A)/P_A))

```

A variação percentual de pressão é de -0.24 \%.

2. O município de Juiz de Fora encontra-se a 678 metros acima do nível do mar. Determine a temperatura da mistura líquido-vapor com título de 0,4 à pressão ambiente para os seguintes fluidos:

- a. Amônia;
- b. Água;
- c. R134a;
- d. R22;
- e. R410A;

```

[3]: # constates

delta_h = 678

Q = 0.4

names = [
    "Amônia",
    "Água",
    "R134a",
    "R22",
    "R410A",
]

fluids = [
    "Ammonia",
    "Water",
    "R134a",
    "R22",
    "R410A",
]

for name, fluid in zip(names, fluids):

    P = find_pressure(delta_h)

    T = PropsSI('T', 'P', P, 'Q', Q, fluid)

```

```
print("A temperatura do fluido '{}' a pressão de {:.2f} Pa é {:.2f} K".  
↪format(name,P,T))
```

A temperatura do fluido 'Amônia' a pressão de 93730.59 Pa é 238.29 K

A temperatura do fluido 'Água' a pressão de 93730.59 Pa é 370.96 K

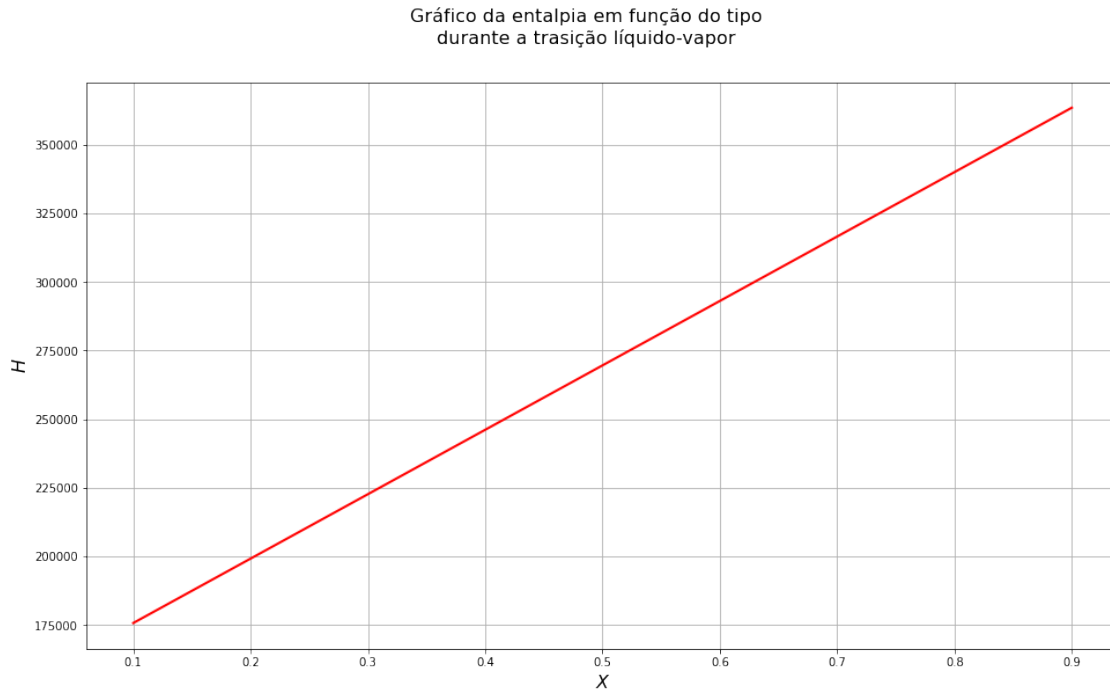
A temperatura do fluido 'R134a' a pressão de 93730.59 Pa é 245.39 K

A temperatura do fluido 'R22' a pressão de 93730.59 Pa é 230.69 K

A temperatura do fluido 'R410A' a pressão de 93730.59 Pa é 220.22 K

3. Plote um gráfico da variação de entalpia do fluido refrigerante R22 do exercício anterior à pressão ambiente (Juiz de Fora) durante a transição líquido-vapor. Para isso, considere o título variando entre 0,1 e 0,9.

```
[4]: delta_h_jf = 678  
  
P = find_pressure(delta_h_jf)  
  
Q_list = np.linspace(0.1,0.9,num=500)  
  
H_list = []  
  
for Q in Q_list:  
    H_list.append(PropsSI('H','P',P,'Q',Q,'R22'))  
  
# plotagem gráfico  
  
fig = plt.figure(figsize=[16, 9])  
fig.suptitle('Gráfico da entalpia em função do tipo\ndurante a transição_\n↪líquido-vapor', fontsize=16)  
  
# Plotando 2D  
  
ax = fig.add_subplot(1, 1, 1)  
  
ax.set_xlabel('$X$', fontsize=16)  
ax.set_ylabel("$H$", fontsize=16)  
  
ax.plot(Q_list, H_list, 'r', linewidth=2)  
  
ax.grid()  
  
plt.show()
```



4. Considere os seguintes dados obtidos em um experimento na bancada Thermal Systems AM-ATROL T7082, através de seus termômetros e manômetros:

Ponto	Temperatura (oC)	Pressão (bar)
1	7,0	2,5
2	58,0	13,0
3	38,0	12,0
4	6,0	2,0

Sabendo que o fluido refrigerante aplicado na bancada é o R134a, determine a entalpia e entropia em cada ponto. Considere a pressão atmosférica para Juiz de Fora.

DICA: Utilize a forma de entrada de matriz (Arrays Table) do EES para definir as propriedades a cada ponto. Essa função será essencial para o preenchimento dos diagramas P-h.

```
[5]: data = np.array(
    (
        [7,2.5],
        [58,13],
        [38,12],
        [6,2]
    )
)
```

```

H_list = []

S_list = []

for sample in data:
    temp = sample[0] + 273.15
    pres = sample[1]*1e5

    H_list.append(PropsSI('H','P',P + pres,'T',temp,'R134a')/1e3)
    S_list.append(PropsSI('S','P',P + pres,'T',temp,'R134a')/1e3)

    result = np.array((H_list,S_list))

df = pd.DataFrame(np.hstack((data,result.T)),columns=["Temperatura_
↪(oC)","Pressão (bar)","Entalpia (KJ/mol)","Entropia (KJ/K)"])

df

```

```

[5]:   Temperatura (oC)  Pressão (bar)  Entalpia (KJ/mol)  Entropia (KJ/K)
0           7.0         2.5         403.491985         1.732884
1          58.0        13.0         431.360024         1.727995
2          38.0        12.0         253.384789         1.180017
3           6.0         2.0         403.935965         1.746161

```

```
[ ]:
```