INSTITUTO FEDERAL
Santa Catarina
Câmpus São José

Exercicios 9: Trocadores de Calor

Fenomenos de Transporte

Arthur Cadore Matuella Barcella

01 de Junho de 2025

Engenharia de Telecomunicações - IFSC-SJ

Sumário

1. Introdução:

O objetivo deste documento é estudar na apostila os itens 2.1 e 2.2 (pp. 35 a 38) e responder as questões apresentadas abaixo.

2. Questões:

2.1. Questão 1:

Qual a pressão total que atua em mergulhador que está a 20 m deprofundidade? Caso o mergulhador escale uma montanha com 2.000 m de altura, qual a nova pressão que atuará sobre ele? Considere a massa específica da água como sendo 1.000 kg/m3, a massa específica do ar como sendo 1,2 kg/m3, a aceleração gravitacional é 9,81 m/s2 e a pressão atmosférica é 101,3 kPa.

2.1.1. Pressão a 20 m de profundidade:

A pressão total que atua sobre o mergulhador a 20 m de profundidade pode ser calculada pela fórmula:

$$P_{\text{agua}} = \rho_{\text{agua}}.g.h \tag{1}$$

onde:

- P_{agua}: Pressão da água
- ρ_{agua}: Massa específica da água (1.000 kg/m³)
- g: Aceleração gravitacional (9,81 m/s²)
- h: Profundidade (20 m)

Desta forma, substituindo os valores:

$$P_{\text{agua}} = 1000.9,81.20 = 196200 \text{ Pa} \tag{2}$$

A pressão total a 20 m de profundidade é a soma da pressão atmosférica e da pressão da água:

$$P_{\text{total}} = P_{\text{atmosferica}} + P_{\text{agua}} \tag{3}$$

onde:

- $P_{\text{atmosferica}}$: Pressão atmosférica (101,3 kPa = 101300 Pa)
- P_{agua}: Pressão da água (196200 Pa)

Substituindo os valores:

$$P_{\text{total}} = 101300 + 196200 = 297500 \text{ Pa} \tag{4}$$

Dessa forma, a pressão total que atua sobre o mergulhador a 20 m de profundidade é de 297.500 Pa ou 297,5 kPa.

2.1.2. Pressão a 2.000 m de altura:

A pressão atmosférica diminui com a altitude, e pode ser calculada pela fórmula:

$$P_{\text{altura}} = P_{\text{atmosferica}} - \rho_{\text{ar}}.g.h \tag{5}$$

onde:

- P_{altura}: Pressão a uma determinada altura
- ρ_{ar}: Massa específica do ar (1,2 kg/m³)
- g: Aceleração gravitacional (9,81 m/s²)
- h: Altura (2.000 m)

Substituindo os valores:

$$P_{\text{altura}} = 101300 - (1,2.9,81.2000) = 101300 - 23544 = 77856 \text{ Pa} \tag{6}$$

Dessa forma, a nova pressão que atuará sobre o mergulhador ao escalar uma montanha com 2.000 m de altura é de 77.856 Pa ou 77,9 kPa.

2.2. Questão 2:

Considerando um elevador hidráulico, estime o peso e a massa possíveis de serem sustentados pelo peso de uma criança de 30kg se a relação de entre as áreas dos êmbolos é de 1 para 8.

Para resolver essa questão utilizamos a formula da pressão em um fluido combinada com a força transmitida pelo fluido:

$$F_{\text{m}} = m_{\text{c}}.g \to F_{\text{m}} = 30.9,81 = 294,3\text{N} \tag{7}$$

A pressão do fluido é:

$$P = \frac{F_{\text{m}}}{A_{\text{m}}} \tag{8}$$

Dessa forma, seguindo o principio de Pascal, a pressão é a mesma em ambos os êmbolos:

$$P = \frac{F_{\text{m}}}{A_{\text{m}}} = \frac{F_{\text{M}}}{A_{\text{M}}} \tag{9}$$

$$F_{\text{M}} = P.A_{\text{M}} = \frac{F_{\text{m}}}{A_{\text{m}}}.A_{\text{M}} \to F_{\text{M}} = F_{\text{m}}.8 \tag{10}$$

$$F_{\text{M}} = 294,3.8 = 2354,4\text{N} \tag{11}$$

Convertendo a força em peso:

$$m_{\text{M}} = \frac{F_{\text{M}}}{g} = \frac{2354,4}{9,81} = 239,2 \text{ kg} \tag{12}$$

Dessa forma, o peso que pode ser sustentado pelo elevador hidráulico é de 2.354,4 N ou 239,2 kg.

2.3. Questão 3:

Se o pistão menor de um elevador hidráulico tem diâmetro de 3,72cm e o maior tem um diâmetro de 51,3cm, que peso colocado sobre o menor será capaz de sustentar 18,6 kN (carro) aplicados sobre o pistão maior? Qual a distância que o pistão menor percorrerá para levantar o carro de 1,65m? Qual o trabalho realizado pelo elevador?

2.3.1. Calculando o peso no pistão:

Para resolver essa questão inicialmente calculamos as áreas dos pistões:

$$A_{\mathrm{m}} = \frac{\pi(0,0372)^2}{4} = 0,001089\ \mathrm{m\hat{}2} \quad (13)$$

$$A_{\mathrm{M}} = \frac{\pi(0,513)^2}{4} = 0,206\ \mathrm{m\hat{}2} \quad (14)$$

A pressão no pistão maior é dada por:

$$\frac{F_{\mathrm{m}}}{A_{\mathrm{m}}} = \frac{F_{\mathrm{M}}}{A_{\mathrm{M}}} \to F_{\mathrm{m}} = F_{\mathrm{M}}.\frac{A_{\mathrm{m}}}{A_{\mathrm{M}}} \quad (15)$$

$$F_{\mathrm{m}} = \frac{18600.(0,001089)}{0,206} = 96,6\mathrm{N} \quad (16)$$

Convertendo a força em peso:

$$m_{\mathrm{m}} = \frac{F_{\mathrm{m}}}{g} = \frac{96,6}{9,81} = 9,85\ \mathrm{kg} \quad (17)$$

Dessa forma, o peso colocado sobre o pistão menor que será capaz de sustentar 18,6 kN no pistão maior é de 9,85 kg.

2.3.2. Calculando a distância percorrida pelo pistão:

A distância percorrida pelo pistão menor pode ser calculada pela relação entre os volumes deslocados pelos pistões:

$$A_{\mathrm{m}}.h_{\mathrm{m}} = A_{\mathrm{M}}.h_{\mathrm{M}} \quad (18)$$

onde:
- A_{m}: Área do pistão menor
- h_{m}: Distância percorrida pelo pistão menor
- A_{M}: Área do pistão maior
- h_{M}: Distância percorrida pelo pistão maior (1,65 m)

Substituindo os valores:

$$h_{\mathrm{m}} = \frac{1,65.0,206}{0,001089} = 315,2\mathrm{m} \quad (19)$$

Dessa forma, a distância que o pistão menor percorrerá para levantar o carro de 1,65 m é de 315,2 m.

2.3.3. Calculando o trabalho realizado pelo elevador:

O trabalho realizado pelo elevador pode ser calculado pela fórmula:

$$W = F_{\mathrm{M}}.h_{\mathrm{M}} \tag{20}$$

onde:

- W: Trabalho realizado
- F_{M}: Força no pistão maior (18,6 kN = 18600 N)
- h_{M}: Distância percorrida pelo pistão maior (1,65 m)

Substituindo os valores:

$$W = 18600.1,65 = 30690\mathrm{J} \tag{21}$$

Dessa forma, o trabalho realizado pelo elevador é de 30.690 J ou 30,7 kJ.

2.4. Questão 4:

Calcule qual o volume total de um iceberg, cujo volume visível é de 200m3. Qual a massa do iceberg? Dados massa específica da água do mar: líquida: 1.030 kg/m3; sólida: 917 kg/m3.

2.4.1. Calculando o volume total do iceberg:

Para resolver essa questão, utilizamos o princípio de Arquimedes, que nos diz que o volume submerso de um corpo flutuante é igual ao volume do fluido deslocado:

$$\frac{V_{\mathrm{submerso}}}{V_{\mathrm{total}}} = \frac{\rho_{\mathrm{gelo}}}{\rho_{\mathrm{agua}}} \to V_{\mathrm{submerso}} = V_{\mathrm{total}} \cdot \left(\frac{\rho_{\mathrm{gelo}}}{\rho_{\mathrm{agua}}}\right) \tag{22}$$

Volume fora da água:

$$V_{\mathrm{visivel}} = V_{\mathrm{total}} - V_{\mathrm{submerso}} \tag{23}$$

Substituindo a relação do volume submerso:

$$V_{\mathrm{visivel}} = V_{\mathrm{total}} - V_{\mathrm{total}} \cdot \left(\frac{\rho_{\mathrm{gelo}}}{\rho_{\mathrm{agua}}}\right) \to V_{\mathrm{visivel}} = V_{\mathrm{total}} \cdot \left(1 - \left(\frac{\rho_{\mathrm{gelo}}}{\rho_{\mathrm{agua}}}\right)\right) \tag{24}$$

Dessa forma, isolando o volume total:

$$V_{\mathrm{visivel}} = V_{\mathrm{total}} \cdot \left(1 - \left(\frac{\rho_{\mathrm{gelo}}}{\rho_{\mathrm{agua}}}\right)\right) = V_{\mathrm{total}} = \frac{V_{\mathrm{visivel}}}{1 - \left(\frac{\rho_{\mathrm{gelo}}}{\rho_{\mathrm{agua}}}\right)} \tag{25}$$

Substituindo os valores:

$$V_{\mathrm{total}} = \frac{200}{1 - \left(\frac{917}{1030}\right)} = \frac{200}{1 - 0,8903} = \frac{200}{0,1097} = 1825,2m^3 \tag{26}$$

Dessa forma, o volume total do iceberg é de 1.825,2 m³.

2.4.2. Calculando a massa do iceberg:

$$m_{\mathrm{iceberg}} = V_{\mathrm{total}} \cdot \rho_{\mathrm{gelo}} = 1825,2.917 = 1673,6\ \mathrm{kg} \tag{27}$$

A massa do iceberg é de 1.673,6 kg.

2.5. Questão 5:

Um bloco de madeira flutua na água com 64,6% do seu volume submerso. No óleo 91,8% do seu volume fica submerso. Considere a massa específica da água 1.000 kg/m3. Determine: a) massa específica da madeira e b) do óleo.

$$P_{\text{corpo}} = P_{\text{agua}}.V_{\text{submerso}} \rightarrow \rho_{\text{corpo}} = \frac{P_{\text{corpo}}}{g} = P_{\text{agua}}.\frac{V_{\text{submerso}}}{g} \tag{28}$$

Calculando a massa específica da madeira:

$$\rho_{\text{madeira}} = \frac{1000.(0,646)}{9,81} = 65,8\ \text{kg/m\^{}3} \tag{29}$$

Calculando a massa específica do óleo:

$$\rho_{\text{oleo}} = \frac{1000.(0,918)}{9,81} = 93,6\ \text{kg/m\^{}3} \tag{30}$$

3. Referências:

- INCROPERA, Frank P. Fundamentos de transferência de calor e de massa. 8. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2017