



Universidade de São Paulo - USP

Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos - FZEA

ZEB1027 Fenômenos de Transporte – Engenharia de Biosistemas

Exercícios de fixação 01 - *Introdução aos fluidos*

1. Em condições ambientais, a densidade (massa específica) do etanol é de 789 kg/m^3 . Avalie sua densidade relativa nestas condições. Apresente os resultados com 3 casas decimais.
2. Mostre que a aceleração gravitacional nas unidades $g = 9,81 \text{ m}^2/\text{s}$ é equivalente a $g = 9,81 \text{ N/kg}$.
3. O peso específico relativo de um líquido é a razão entre seu peso específico e o peso específico da água a 4°C . Tal valor coincide numericamente com o da densidade relativa? Justifique.
4. Converta 340 mmHg para as seguintes unidades de pressão: (a) atm, (b) kPa, (c) kgf/cm^2 (Obs: $1 \text{ atm} = 1,03323 \text{ kgf/cm}^2$). Apresente os resultados com 3 casas decimais.
5. Um manômetro está instalado em um tanque com gás e registra 340 mmHg no momento em que a pressão atmosférica local vale 100 kPa . Expresse a pressão do gás no tanque em mmHg, atm, kPa e kgf/cm^2 tanto (a) em termos manométricos como (b) em termos absolutos. Apresente os resultados com 2 casas decimais.
6. Sob pressão (esforços perpendiculares), os fluidos podem ser comprimidos em maior ou menor extensão. Em analogia aos sólidos, é definido o módulo de elasticidade volumétrica E_V para uma massa fluida cujo volume inicial V sofre uma variação dV ao ser submetida a uma variação de pressão dp conforme a expressão:

$$E_V = -\frac{dp}{dV/V}$$

(a) Sendo $E_V > 0$ por definição, interprete fisicamente o sinal negativo na expressão anterior; em outras palavras, justifique a presença do sinal negativo na definição acima.

(b) Independentemente de se submeter a uma compressão ou a uma expansão, a massa m de uma amostra fluida mantém-se constante (princípio de conservação de massa). Sendo ρ a densidade do fluido, faça as manipulações necessárias para mostrar que o módulo de elasticidade E_V pode igualmente ser avaliado por meio da seguinte expressão:

$$E_V = \frac{dp}{d\rho/\rho}$$

Com base nesta última expressão, qual efeito uma compressão provoca na densidade? Em outras palavras, a expressão logo acima está (fisicamente) coerente?

(c) O inverso do módulo de elasticidade, $\kappa = 1/E_V$, é chamado *módulo de compressibilidade*.

Usando as expressões acima, indique as unidades de E_V e de κ no sistema internacional (SI).

Respostas de exercícios selecionados

1. 0,789
4. (a) 0,447 atm; (b) 45,330 kPa; (c) 0,462 kgf/cm^2
5. (a) 340,00 mmHg; 0,45 atm; 45,33 kPa; 0,46 kgf/cm^2 ; (b) 1090,06 mmHg; 1,43 atm; 145,33 kPa; 1,48 kgf/cm^2
6. (c) $[E_V] = \text{Pa} = \text{N/m}^2$; $[\kappa] = \text{Pa}^{-1} = \text{m}^2/\text{N}$