

EQ211 - Balanços Macroscópicos

Ementa: Balanços Macroscópicos de Energia e Entropia. Propriedades Termodinâmicas. Análise de Eficiência.

Vetor: OF:S-5 T:02 P:02 L:00 O:00 D:00 PE:00 OE:00 HS:04 SL:04 C:04 EX:S

Pré-requisito(s): MA111 e EQ210*

Carga horária total: 60 horas (4 créditos)

Tipo: Obrigatória

Conteúdo Programático

Esta componente curricular pertence ao percurso formativo da **Competência Específica 1** do Projeto Pedagógico do Curso, tendo como semestres ideais o segundo semestre do curso integral e o terceiro semestre do curso noturno.

Objetivos de aprendizagem:

Ao final da disciplina, o aluno deverá ser capaz de:

- i) Formular e resolver balanços de energia e de entropia macroscópicos
- ii) Calcular e aplicar propriedades termodinâmicas em balanços macroscópicos
- iii) Avaliar a eficiência de processos termodinâmicos
- iv) Analisar a influência de variáveis operacionais sobre a eficiência de processos

Proposta pedagógica:

Nesta componente curricular, a linguagem de balanço desenvolvida para grandezas mensuráveis como massa e matéria na disciplina EQ210 é agora aplicada a grandezas abstratas como energia e entropia. A partir destes conceitos a eficiência de um processo pode ser avaliada com critérios quantitativos bem definidos. Sugere-se que os alunos tenham a oportunidade de realizar experimentos que auxiliem a compreender a relação entre variáveis de um sistema, bem como conceitos de eficiência e irreversibilidade de processos. Experimentos sugeridos são: o de Boyle-Mariotte para a determinação da curva pressão *versus* volume para um gás ideal; a determinação do calor específico da água líquida à pressão atmosférica em função da temperatura; determinação da potência útil de um forno de micro-ondas e a determinação da eficiência de um ciclo termodinâmico (potência e refrigeração). O experimento sugerido em EQ210 do esgotamento de um tanque pode ser recuperado aqui aprofundando a modelagem com os balanços de energia e entropia e avaliando a irreversibilidade do escoamento. Um projeto em grupo para avaliar e comparar a eficiência (de Primeira e Segunda Leis) de diferentes equipamentos e processos também é sugerido. Esta componente curricular deve ser oferecida de forma integrada à disciplina EQ212 - Sistemas Biológicos 1, cabendo aos professores dessas disciplinas elaborarem atividades conjuntas que envolvam conceitos de ambas.

Conteúdos:

1. Balanço Macroscópico de Energia (Tempo sugerido: 10 horas)

- 1.1 Grandezas mensuráveis: pressão, temperatura, volume e composição
- 1.2 Grandezas abstratas: calor, trabalho, energia (interna, cinética e potencial)
- 1.3 1ª Lei da Termodinâmica
- 1.4 Funções de estado e entalpia
- 1.5 Equação do balanço de energia macroscópico

2. Modelos de fluidos e propriedades termodinâmicas (Tempo sugerido: 8 horas)

- 2.1 Modelo do gás ideal
- 2.2 Modelo do fluido incompressível
- 2.3 Calor específico isocórico e isobárico
- 2.4 Entalpias de formação e Lei de Hess
- 2.5 Cálculo de variações de energia interna e entalpia para gás ideal e fluidos incompressíveis

3. Aplicação do Balanço Macroscópico de Energia (Tempo sugerido: 8 horas)

- 3.1 Problemas transientes e em estado estacionário com gás ideal
- 3.2 Problemas transientes e em estado estacionário com fluido incompressível
- 3.3 Aplicações em sistemas fechados e abertos, com e sem reação química
- 3.4 Balanço macroscópico de energia em equipamentos industriais

4. Balanço Macroscópico de Entropia (Tempo sugerido: 8 horas)

- 4.1 Processos reversíveis e irreversíveis
- 4.2 2ª Lei da Termodinâmica
- 4.3 Entropia a partir da sua definição probabilística e de máquinas térmicas
- 4.4 Equação do balanço macroscópico de entropia

5. Aplicação do Balanço Macroscópico de Entropia (Tempo sugerido: 8 horas)

- 5.1 Problemas transientes e em estado estacionário com gás ideal
- 5.2 Problemas transientes e em estado estacionário com fluido incompressível
- 5.3 Aplicações em sistemas fechados e abertos
- 5.4 Balanço macroscópico de entropia em equipamentos industriais

6. Ciclos Termodinâmicos (Tempo sugerido: 10 horas)

- 6.1 Ciclos de Carnot
- 6.2 Ciclos de potência
- 6.3 Ciclos de refrigeração
- 6.4 Análise da influência das variáveis operacionais sobre a eficiência de ciclos termodinâmicos

7. Combinação dos Balanços Macroscópicos de Energia e de Entropia (Tempo sugerido: 8 horas)

Bibliografia:

Koretsky, M. D., **Termodinâmica para Engenharia Química, 1ª ed., LTC Editora, 2007.**

Moran, M. J.; Shapiro, H. N.; Boettner, D. D.; Bailey, M. B., **Fundamentals of Engineering Thermodynamics, 9ª ed., John Wiley & Sons, 2018.**

Moran, M. J.; Shapiro, H. N.; Boettner, D. D.; Bailey, M. B., **Princípios de Termodinâmica para Engenharia, 8ª ed., LTC Editora, 2018.**

Çengel, Y.; Boles, M., **Thermodynamics: An Engineering Approach, 9ª ed., McGraw-Hill, 2021.**

Tester, J. W.; Modell, M., **Thermodynamics and Its Applications, 3 ed, Upper Saddle River: Prentice Hall PTR, 1997.**