

# Termodinâmica e Estrutura da Matéria

## Introdução

Este curso corresponde ao currículo mínimo de termodinâmica e de física da estrutura da matéria de qualquer curso de engenharia. Foi ensinado durante vários anos no Instituto Superior Técnico e pode ser seguido por alunos do primeiro ano universitário.

Os requisitos matemáticos necessários para seguir este texto são mínimos e os exercícios consolidam a aprendizagem da matéria. Para a maioria dos cursos de engenharia, a matéria abordada é suficiente para ter uma visão qualitativa e quantitativa dos fenómenos que envolvem trocas de calor e máquinas térmicas. As máquinas térmicas que estão presentes no nosso dia-a-dia são os motores dos automóveis e dos aviões, os frigoríficos, os sistemas de ar condicionado, as centrais de produção de energia, os seres vivos e o sistema climático global. A termodinâmica dá-nos as técnicas qualitativas e quantitativas que permitem quantificar o funcionamento de todos estes sistemas.

Neste curso, aborda-se a termodinâmica dos processos reversíveis, os princípios da termodinâmica do equilíbrio, os fundamentos da teoria cinética dos gases, o conceito de entropia e alguns aspectos da física moderna.<sup>1</sup> A termodinâmica do equilíbrio ou dos processos reversíveis é baseada nos princípios da conservação da energia (primeiro princípio da termodinâmica) e da conservação da entropia (segundo princípio da termodinâmica) em processos termodinâmicos cíclicos. Esta abordagem é suficiente para descrever e analisar muitos sistemas naturais e da engenharia que envolvem trocas de energia e calor.

Nos primeiros três capítulos, faz-se uma abordagem generalista, mas quantitativa, aos fenómenos energéticos. Em paralelo com os conceitos da termodinâmica clássica, introduzem-se alguns conceitos da teoria cinética dos gases, que constitui a fundamentação atomística da termodinâmica.

No capítulo 4, introduzem-se os potenciais termodinâmicos, de ensino opcional, mas úteis em desenvolvimentos posteriores da termodinâmica.

Dois marcos importantes na física do século XX foram a descoberta da natureza corpuscular da luz e a descoberta da natureza ondulatória da matéria. A primeira levou à introdução do conceito de fóton e a segunda abriu caminho para a descoberta da estrutura atómica da matéria. Com estas descobertas, nasceu a física quântica.

No capítulo 5, introduzem-se alguns dos resultados mais importantes da física à escala microscópica, ou física quântica. Faz-se uma descrição das experiências fundamentais que estiveram na origem da física quântica e

---

<sup>1</sup>Como veremos, a entropia é uma grandeza que caracteriza o grau de desordem de um sistema termodinâmico e determina os seus estados de equilíbrio.

introduzem-se os conceitos de corpo negro, de fóton e de dualidade onda-corpúsculo. Descreve-se a estrutura do átomo e do núcleo atômico e a organização da tabela periódica dos elementos. Introduzem-se os conceitos básicos de funcionamento das centrais nucleares, dos lasers, da holografia, dos díodos, dos leds e dos transístores. Muitos dos resultados expostos fogem à intuição do dia-a-dia, mas estão na base de muitos dos progressos tecnológicos do século XX. Ao expor estes assuntos tendo como base resultados experimentais, conseguiu-se contornar muitos dos aspectos técnicos pouco intuitivos da física moderna.

Por questões de universalidade da notação científica, optámos por utilizar o “ponto” para a notação decimal. Na termodinâmica, como símbolo para a pressão, utilizámos a letra “P” maiúscula, em vez do “p” minúsculo, como é aconselhado na terminologia científica. De facto, muitos autores optam por esta notação, pois o “p” minúsculo também é utilizado para designar o momento linear de uma partícula ou a pressão de radiação. No capítulo 5, usámos sistematicamente o termo quantização e seus derivados, em vez de quantificação, para descrever os processos físicos associados à mecânica quântica.

Ao preparar a segunda edição deste curso, corrigiram-se as gralhas detetadas na primeira edição, introduziu-se o capítulo 4 e desenvolveram-se com mais detalhe algumas das matérias da física moderna.

### **Bibliografia**

- R. Dilão, Termodinâmica e Física da Estrutura da Matéria, Escolar Editora, Lisboa, 2011. Segunda edição 2014.
- R. Serway, J. Jewett, Physics for Scientists and Engineers, Saunders, Philadelphia, 2004.
- P. Fishbane, S. Gasiorowicz, S. Thornton, Physics for Scientists and Engineers with Modern Physics, Prentice Hall, New Jersey, 2005.
- H. Moysés Nussenzveig, Curso de Física Básica: Fluidos, oscilações e ondas, vol. 2, Editora Edgard Blücher, São Paulo, Brasil, 2002.
- M. J. Moran e H. N. Shapiro, Princípios de Termodinâmica para Engenharia, LTC, Rio de Janeiro, 2008.
- H. B. Callen, Thermodynamics, John Wiley, New York, 1960.
- D. Kondepudi e I. Prigogine, Modern Thermodynamics, Wiley, New York, 1998.
- J. Leite Lopes, Fondements de la physique atomique, Hermann, Paris, 1967.
- L. Pauling, General chemistry, Freeman, San Francisco, 1970.
- B. Greene, The Elegant Universe, Norton & Company, New York, 2003.