

**2º bimestre**

**As leis da Termodinâmica**

No estudo da energia dos processos naturais, particularizado aqui para as transformações gasosas, discutimos inicialmente o trabalho realizado e seu significado (item 1), estabelecendo a fórmula para calculá-lo na transformação isobárica e a maneira de fazer esse cálculo graficamente, para qualquer tipo de transformação (item 2). A resolução dos exercícios R.49, R.50 e P.158 a P.160 ajuda a consolidar essas idéias.

Em seguida, analisamos o conceito de energia interna de um gás e apresentamos a lei de Joule para os gases perfeitos (item 3). Prosseguindo, discutimos a primeira lei da Termodinâmica (item 4), mostrando que ela nada mais é que uma reafirmação do princípio da conservação da energia. Os exercícios R.51, P.161 e P.162 trabalham com esses conceitos.

A aplicação da primeira lei da Termodinâmica aos vários tipos de transformação é o tema do item 5. Para a transformação isotérmica convém resolver os exercícios R.52 e P.163 a P.165. Para as transformações isobárica e isocórica, sugerimos a resolução dos exercícios R.53 a R.55 e P.166 a P.172. Recomendamos que o professor enfatize a aplicação da primeira lei à transformação adiabática, regida pela lei de Poisson, destacando a "Observação" que antecede os exercícios resolvidos desse item. Nessa observação, afirma-se que a variação de energia interna de um gás ideal só depende dos estados inicial e final da massa gasosa. Os exercícios correspondentes são R.56 a R.59 e P.173 a P.179.

A transformação cíclica (item 6) é de especial importância, pois a partir dela se estabelece a possibilidade da interconversão entre calor e trabalho. A resolução dos exercícios R.60 e P.180 a P.184 ajudará os alunos a compreenderem melhor essa ocorrência, fundamental para o entendimento de como funcionam as máquinas térmicas.

Antes de apresentar a segunda lei da Termodinâmica, é importante estabelecer a diferença entre transformações reversíveis e irreversíveis (item 7). Ao enunciar a segunda lei da Termodinâmica (item 8), recomendamos que o professor enfatize o seu caráter estatístico. Em seguida, mostrar como essa lei nos leva a estabelecer o princípio de funcionamento da máquina térmica (item 9), que permite a conversão de calor em trabalho. A definição do rendimento deve ser feita na

## Os Fundamentos da Física – volume 2

seqüência. Em “A Física em nosso Mundo” a leitura, “O motor de explosão do automóvel”, permitirá que o aluno assimile melhor essa conversão. A animação “O motor a explosão”, apresentada no CD, ilustra sobremaneira os quatros tempos de funcionamento do motor de um automóvel.

A máquina frigorífica, tema do item 10, é um dispositivo que faz a conversão inversa, de trabalho em calor. Convém enfatizar que, embora nessa máquina o calor seja transferido de uma fonte fria para uma fonte quente, isso não contraria a segunda lei, uma vez que não é uma passagem espontânea. Recomendamos a resolução dos exercícios R.61, R.62 e P.185 a P.187.

No item 11, abordamos o ciclo de Carnot, como uma transformação cíclica teórica que proporcionaria o rendimento máximo de uma máquina térmica funcionando entre duas dadas temperaturas. Partindo do fato de que na máquina de Carnot as quantidades de calor trocadas são proporcionais às respectivas temperaturas absolutas das fontes térmicas, pode-se estabelecer a fórmula do rendimento máximo de uma máquina térmica. A resolução dos exercícios R.63 e P.188 a P.192 reforça os conceitos e fórmulas apresentados.

A partir da máquina de Carnot, pode-se definir a escala Kelvin termodinâmica (item 12), que permite chegar à conclusão de que o zero absoluto é inatingível. Para finalizar, convém apresentar a segunda lei da Termodinâmica como o princípio da degradação da energia (item 13). Os conceitos de desordem e entropia, apresentados no item 14, consolidam essa idéia. A leitura “O demônio de Maxwell”, proposta ao final desse item, indica como esse cientista, jocosamente, imaginou um experimento teórico para demonstrar a tendência natural de aumento da entropia do universo.

Como nos outros capítulos, os exercícios propostos de recapitulação e os testes propostos só deverão ser resolvidos em sala de aula se o professor dispuser de carga horária suficiente. Do contrário, convém deixá-los como tarefa de casa, estabelecendo uma data para entrega. Nesse caso, alguns desses exercícios poderão ser incluídos em uma avaliação específica.

A leitura sobre a História da Física, a respeito do desenvolvimento da Termodinâmica, permite um excelente encerramento do assunto. Pode ser apresentada em aula, se houver tempo, ou deixada para tarefa para casa. Recomende aos alunos uma pesquisa sobre os cientistas referidos no texto e uma análise da seção “Enquanto isso...” .