

## **MÁQUINAS TÉRMICAS**

### *Objetivos:*

Construir uma máquina térmica, observando a transformação do calor em trabalho mecânico. Também se pretende extrair trabalho, variando a energia interna de um sistema.

### *Teoria:*

A primeira lei da termodinâmica está relacionada com a conservação de energia. Ela nos diz que quando calor ( $Q$ ) é fornecido a um sistema dois efeitos podem ocorrer: o sistema realiza trabalho ( $\tau$ ) e/ou altera sua energia interna ( $\Delta U$ ). Em termos matemáticos:

$$Q = \tau + \Delta U$$

O trabalho é o mesmo que já estudado em Mecânica, ou seja, força vezes deslocamento. Aplicada a um gás dentro de um pistão:

$$\tau = F \cdot \Delta X = \frac{F}{A} \cdot A \cdot \Delta x = P \cdot \Delta V$$

onde  $A$  é a área do pistão,  $\frac{F}{A}$  é a definição de pressão ( $P$ ) e  $A \cdot \Delta x$  é a variação do volume sofrido pelo gás ( $\Delta V$ ), quando o pistão desloca-se uma distância  $\Delta x$ . Embora a dedução acima seja feita para o caso particular do pistão, ela é geral e pode ser aplicada a qualquer sistema.

A energia interna de um sistema está relacionada com suas características microscópicas, por exemplo, energia cinética de seus constituintes e energia química. Lembrando que a energia cinética está relacionada com a temperatura, percebe-se que a energia interna de um sistema depende, entre outros fatores, de sua temperatura.

Máquinas térmicas são equipamentos desenvolvidos pelo homem para transformar calor em trabalho. Uma maneira de fazer isto é operar sobre uma substância em ciclo, ou seja, após uma seqüência de transformações a substância volta a seu estado de partida.

Vale dizer que é impossível transformar todo calor fornecido em trabalho útil, esta é uma expressão da segunda lei da Termodinâmica.

*Experimento:*

São sugeridos dois experimentos. No primeiro, calor é fornecido ao sistema, que realiza trabalho. No segundo, a variação da energia interna do sistema é que provoca trabalho mecânico.

No primeiro, uma lata de alumínio, dessas de refrigerante, é usada. Na lata coloca-se água até a metade, mais ou menos, e uma chapa de metal é colada com Araldite, vedando-a. Um fio de náilon é preso de forma a coincidir com o eixo da lata. Com uma agulha são feitos dois furos opostos na lateral da lata posicionados o mais tangente possível a superfície e acima do nível da água.

Pendurando a lata sobre uma chama, espera-se até o vapor sair pelos orifícios, provocando um movimento de rotação, ou seja, realizando trabalho.

O segundo experimento é feito usando isopor, um frasco pequeno com tampa de borracha, sal efervescente, água e um tubo fino de plástico. Corta-se um pedaço de isopor que é colocado sobre uma superfície de água como um barquinho. Sobre o isopor coloca-se o frasco contendo água e sal efervescente. O tubo de plástico deve transpassar a tampa e a outra extremidade deve ser colocada dentro da água como um escapamento, fazendo o sistema todo se mover. Realizando desta forma trabalho mecânico a partir da variação da energia interna, resultante da reação química do sal efervescente com a água.

*Observações:*

- 1) Deve-se tomar cuidado em equilibrar os dois sistemas estudados. No caso da lata, centrar a fio para facilitar a rotação. No isopor, equilibrar para que o sistema não tombe.
- 2) Os furos devem ser pequenos e tangenciais, fazendo com que o vapor saia à pressão maior e tangencialmente à lata, colocando dois jatos de vapor em direções opostas. Isto pode ser conseguido, furando a lata e torcendo a agulha em direções opostas.
- 3) Cuidado com fogo e água fervente.
- 4) A parte relacionada à reação água sal efervescente pode ser proveitosamente explorada junto ao professor de Química.