

Trabalho e Energia Potencial

No Capítulo 7, discutimos a relação entre o trabalho e a variação da energia cinética. Agora, vamos discutir a relação entre o trabalho e a variação da energia potencial.

Suponha que um tomate seja arremessado para cima (Fig. 8-2). Já sabemos que, enquanto o tomate está subindo, o trabalho W_g realizado pela força gravitacional sobre o tomate é negativo porque a força extrai energia *da* energia cinética do tomate. Podemos agora concluir a história dizendo que essa energia é transferida pela força gravitacional da energia cinética do tomate *para a* energia potencial gravitacional do sistema tomate-Terra.

O tomate perde velocidade, para e começa a cair de volta por causa da força gravitacional. Durante a queda, a transferência se inverte: o trabalho W_g realizado sobre o tomate pela força gravitacional agora é positivo e a força gravitacional passa a transferir energia *da* energia potencial do sistema tomate-Terra *para a* energia cinética do tomate.

Tanto na subida como na descida, a variação ΔU da energia potencial gravitacional é definida como o negativo do trabalho realizado sobre o tomate pela força gravitacional. Usando o símbolo geral W para o trabalho, podemos expressar essa definição por meio da seguinte equação:



Figura 8-2 Um tomate é arremessado para cima. Enquanto o tomate está subindo, a força gravitacional realiza um trabalho negativo sobre o tomate, diminuindo a sua energia cinética. Quando o tomate começa a descer, a força gravitacional passa a realizar um trabalho positivo sobre o tomate, aumentando a sua energia cinética.

$$\Delta U = -W. \quad (8-1)$$

A Eq. 8-1 também se aplica a um sistema massa-mola como o da Fig. 8-3. Se empurrarmos bruscamente o bloco, movimentando-o para a direita, a força da mola atua para a esquerda e, portanto, realiza trabalho negativo sobre o bloco, transferindo energia da energia cinética do bloco para a energia potencial elástica do sistema bloco-mola. O bloco perde velocidade até parar; em seguida, começa a se mover

para a esquerda, já que a força da mola ainda está dirigida para a esquerda. A partir desse momento, a transferência de energia se inverte: a energia passa a ser transferida da energia potencial do sistema bloco-mola para a energia cinética do bloco.

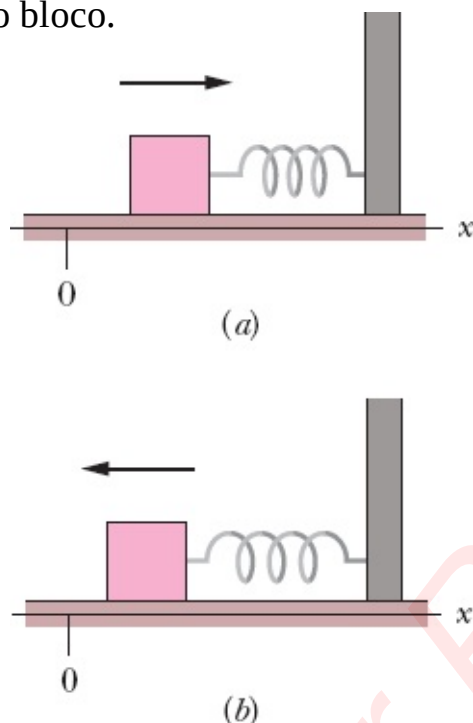


Figura 8-3 Um bloco, preso a uma mola e inicialmente em repouso em $x = 0$, é colocado em movimento para a direita. (a) Quando o bloco se move para a direita (no sentido indicado pela seta), a força elástica da mola realiza trabalho negativo sobre o bloco. (b) Mais tarde, quando o bloco se move para a esquerda, em direção ao ponto $x = 0$, a força da mola realiza trabalho positivo sobre o bloco.

Forças Conservativas e Dissipativas

Vamos fazer uma lista dos elementos principais das duas situações que acabamos de discutir:

1. O *sistema* é formado por dois ou mais objetos.
2. Uma *força* atua entre um objeto do sistema que se comporta como partícula (o tomate ou o bloco) e o resto do sistema.
3. Quando a configuração do sistema varia, a força realiza *trabalho* (W_1 , digamos) sobre o objeto, transferindo energia entre a energia cinética K do objeto e alguma outra forma de energia do sistema.
4. Quando a mudança da configuração se inverte, a força inverte o sentido da transferência de energia, realizando um trabalho W_2 no processo.

Nas situações em que a relação $W_1 = -W_2$ é sempre observada, a outra forma de energia é uma energia potencial e dizemos que a força é uma **força conservativa**. Como o leitor já deve ter desconfiado, a força gravitacional e a força elástica são conservativas (de outra forma, não poderíamos ter falado em energia potencial gravitacional e energia potencial elástica, como fizemos anteriormente).

Uma força que não é conservativa é chamada de **força dissipativa**. A força de atrito cinético e a força de arrasto são forças dissipativas. Imagine, por exemplo, um bloco deslizando em um piso em uma situação na qual o atrito não seja desprezível. Durante o deslizamento, a força de atrito cinético exercida pelo piso realiza um trabalho negativo sobre o bloco, reduzindo sua velocidade e transferindo a energia cinética do bloco para outra forma de energia chamada *energia térmica* (que está associada ao movimento aleatório de átomos e moléculas). Os experimentos mostram que essa transferência de energia não pode ser revertida (a energia térmica não pode ser convertida de volta em energia cinética do bloco).

pela força de atrito cinético). Assim, embora tenhamos um sistema (composto pelo bloco e pelo piso), uma força que atua entre partes do sistema e uma transferência de energia causada pela força, a força não é conservativa. Isso significa que a energia térmica não é uma energia potencial.

Quando um objeto que se comporta como uma partícula está sujeito apenas a forças conservativas, certos problemas que envolvem o movimento do objeto se tornam muito mais simples. No próximo módulo, em que apresentamos um método para identificar forças conservativas, será apresentado um exemplo desse tipo de simplificação.