

**Instituto de Matemática, Estatística e Física**

# **ENERGIA POTENCIAL**

*Prof<sup>a</sup>. Dra. Talissa Rodrigues*



## **ENERGIA POTENCIAL:**

**Qualquer energia que pode ser associada à configuração (arranjo) de um sistema de objetos que exercem forças uns sobre os outros.**



Trabalho negativo realizado pela força gravitacional

Trabalho positivo realizado pela força gravitacional

The diagram shows a hand holding a red tomato. A vertical arrow points upwards from the tomato, labeled "Trabalho negativo realizado pela força gravitacional". Another vertical arrow points downwards from the tomato, labeled "Trabalho positivo realizado pela força gravitacional".

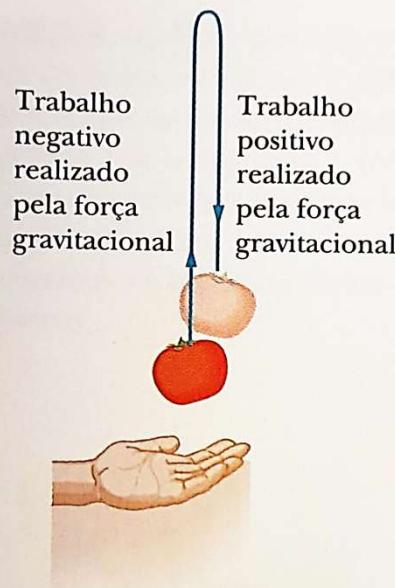
**Figura 8-2** Um tomate é arremessado para cima. Enquanto sobe, a força gravitacional realiza um trabalho negativo sobre o tomate, diminuindo sua energia cinética. Quando desce, a força gravitacional realiza um trabalho positivo, aumentando a energia cinética do tomate.

## TRABALHO E ENERGIA POTENCIAL

*Quando o tomate é arremessado para cima sabemos que o  $W_g$  realizado sobre o tomate é negativa porque a força gravitacional extrai energia da energia cinética do tomate.*



*Essa energia é transferida da energia cinética para a energia potencial gravitacional do sistema tomate-Terra.*

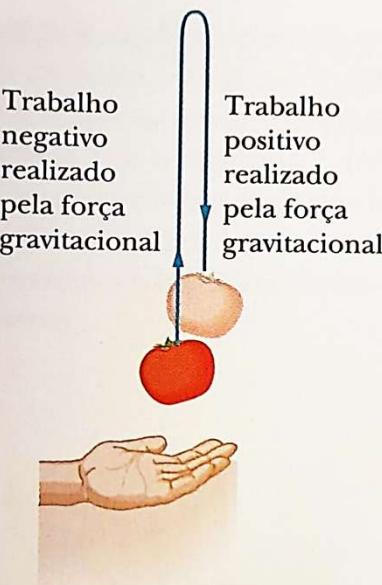


**Figura 8-2** Um tomate é arremessado para cima. Enquanto sobe, a força gravitacional realiza um trabalho negativo sobre o tomate, diminuindo sua energia cinética. Quando desce, a força gravitacional realiza um trabalho positivo, aumentando a energia cinética do tomate.

## TRABALHO E ENERGIA POTENCIAL

*O tomate perde velocidade ao subir, para e começa a cair novamente por causa da força gravitacional.*

*Durante a queda, a transferência inverte: o trabalho  $W_g$  realizado sobre o tomate se torna positivo e a força gravitacional passa a transferir energia da energia potencial gravitacional do sistema tomate-Terra para a energia cinética do tomate.*



**Figura 8-2** Um tomate é arremessado para cima. Enquanto sobe, a força gravitacional realiza um trabalho negativo sobre o tomate, diminuindo sua energia cinética. Quando desce, a força gravitacional realiza um trabalho positivo, aumentando a energia cinética do tomate.

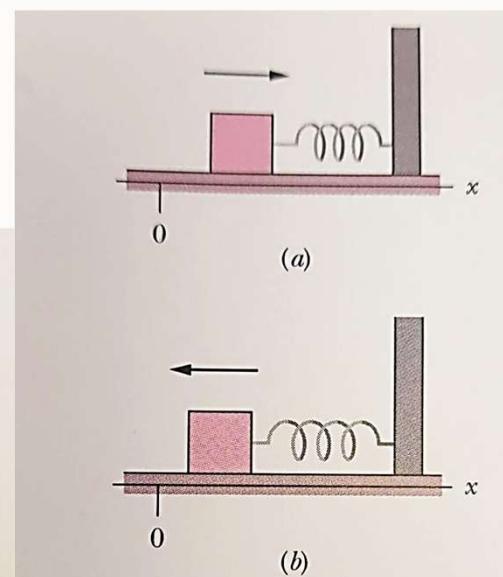
## TRABALHO E ENERGIA POTENCIAL

*Na subida e na descida a variação de energia potencial gravitacional é definida como o negativo do trabalho realizado sobre o tomate pela força gravitacional.*

$$\Delta U = -W$$

Essa equação também se aplica a um sistema massa-mola.

**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

Uma força é conservativa quando o trabalho que realiza sobre uma partícula se anula ao longo de um percurso fechado.

Também podemos dizer que uma força é conservativa se o trabalho que realiza sobre uma partícula que se move entre dois pontos não depende da trajetória seguida pela partícula.

## FORÇAS CONSERVATIVAS

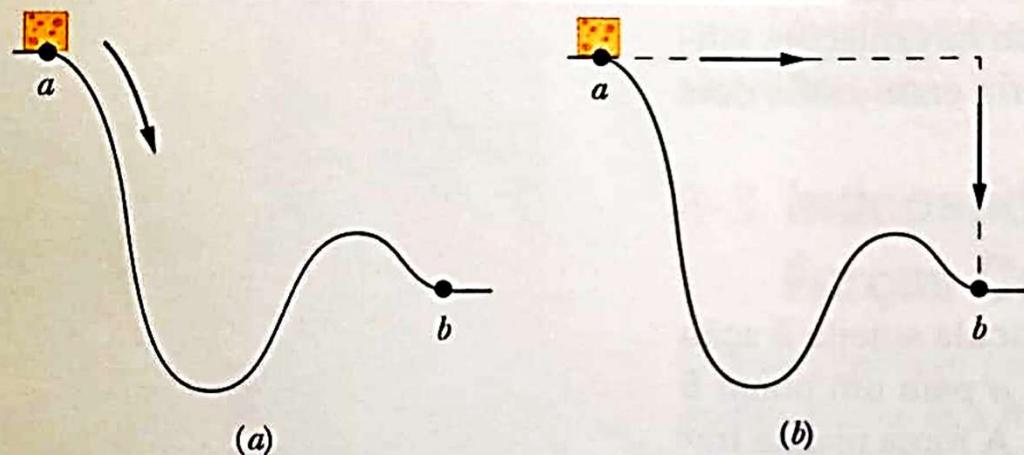
A força gravitacional e a força elástica são conservativas.

A força de atrito cinético e a força de arrasto (por exemplo) são forças dissipativas (não conservativas).



A transferência de energia cinética (nesses casos) ocorre na forma de energia térmica, sendo esta irreversível.

A força gravitacional é conservativa;  
o trabalho realizado não depende da  
trajetória.



**Figura 8-5** (a) Um pedaço de queijo desliza ao longo de uma superfície curva sem atrito do ponto *a* para o ponto *b*. (b) O trabalho realizado pela força gravitacional sobre o queijo é mais fácil de calcular para a trajetória tracejada do que para a trajetória real, mas o resultado é o mesmo nos dois casos.

### Ex. 1 (p.176, cap.8, v.1)

A Fig. 8-5a mostra um pedaço de 2,0 kg de queijo gorduroso que desliza por um trilho sem atrito do ponto *a* ao ponto *b*. O queijo percorre uma distância total de 2,0 m ao longo do trilho e uma distância vertical de 0,80 m. Qual é o trabalho realizado sobre o queijo pela força gravitacional durante o deslocamento?

## CÁLCULO DA ENERGIA POTENCIAL

*Ambas podem ser calculadas com equações específicas. Porém, é importante obter uma relação geral entre uma força conservativa e a energia potencial associada a ela.*

### ENERGIA POTENCIAL GRAVITACIONAL



### ENERGIA POTENCIAL ELÁSTICA

## CÁLCULO DA ENERGIA POTENCIAL

Considere um objeto (partícula) que faz parte de um sistema onde atua uma força conservativa.

Quando essa força realiza um trabalho  $W$  sobre o objeto, a variação da energia potencial associada ao sistema é  $\Delta U = -W$

No caso mais geral, em que a força varia com a posição, podemos escrever o trabalho:

$$W = \int_{x_i}^{x_f} F(x) dx$$

### ENERGIA POTENCIAL GRAVITACIONAL



### ENERGIA POTENCIAL ELÁSTICA

## CÁLCULO DA ENERGIA POTENCIAL

Substituindo  $\Delta U = -W$  em

$$W = \int_{x_i}^{x_f} F(x) dx$$

$$\Delta U = - \int_{x_i}^{x_f} F(x) dx$$

### ENERGIA POTENCIAL GRAVITACIONAL



### ENERGIA POTENCIAL ELÁSTICA

## ENERGIA POTENCIAL GRAVITACIONAL



$$\Delta U = - \int_{x_i}^{x_f} F(x) dx$$

(Força gravitacional)  $F_g = mg$

$$\Delta U = - \int_{y_i}^{y_f} (-mg) dy = mg \int_{y_i}^{y_f} dy = mg \left[ y \right]_{y_i}^{y_f},$$

$$\Delta U = mg(y_f - y_i) = mg \Delta y.$$

$$\Delta U = mg \Delta y$$

ou

$$U(y) = mgy$$

## ENERGIA POTENCIAL GRAVITACIONAL



*A energia potencial gravitacional associada a um sistema partícula-Terra depende apenas da posição vertical  $y$  (ou altura) da partícula em relação à posição de referência  $y=0$ .*

## ENERGIA POTENCIAL ELÁSTICA



$$\Delta U = - \int_{x_i}^{x_f} F(x) dx$$

(Força elástica)  $F_s = -kx$

$$\Delta U = - \int_{x_i}^{x_f} (-kx) dx = k \int_{x_i}^{x_f} x dx = \frac{1}{2}k \left[ x^2 \right]_{x_i}^{x_f},$$

$$\Delta U = \frac{1}{2}kx_f^2 - \frac{1}{2}kx_i^2.$$

Quando a mola está relaxada e o bloco se encontra na posição inicial  $x_i = 0$ :

$$U - 0 = \frac{1}{2}kx^2 - 0,$$

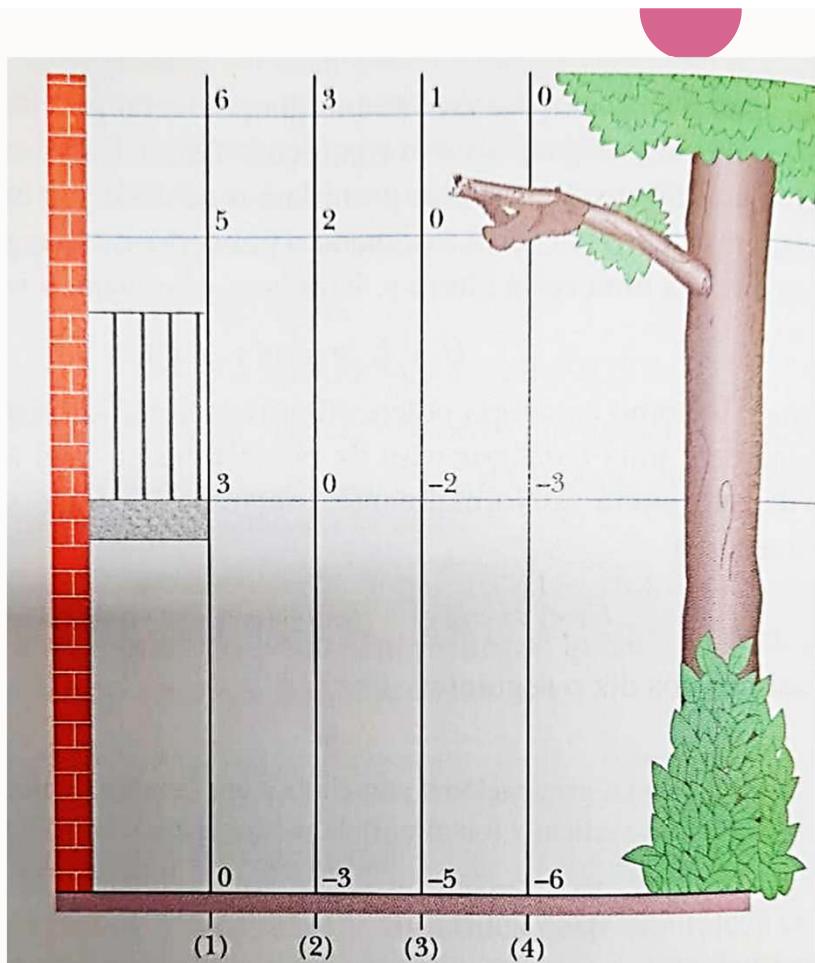
Logo:

$$U(x) = \frac{1}{2} kx^2$$

### Ex. 2 (p.178, Cap 8, v.1)

Uma preguiça de 2,0 kg está pendurada 5,0 m acima do solo (Fig. 8-6).

- A) Qual a energia potencial gravitacional  $U$  do Sistema preguiça-Terra se tomarmos o ponto de referência  $y=0$  como estando (1) no solo, (2) no piso de uma varanda que está a 3,0 m acima do solo, (3) no galho onde está a preguiça e (4) 1,0 m acima do galho? Considere a energia potencial nula em  $y=0$ .
- B) A preguiça desce da árvore. Para cada escolha do ponto de referência, qual é a variação  $\Delta U$  da energia potencial do Sistema preguiça-Terra?



**Figura 8-6** Quatro escolhas para o ponto de referência  $y=0$ . Em cada eixo  $y$  estão assinalados alguns valores da altura em metros. A escolha afeta o valor da energia potencial  $U$  do sistema preguiça-Terra, mas não a variação  $\Delta U$  da energia potencial do sistema se a preguiça se mover, descendo da árvore, por exemplo.



# Obrigada!

**Que a Física esteja com vocês!**

Contato: [talissa.trodrigues@gmail.com](mailto:talissa.trodrigues@gmail.com)

