

Física I

Semana 11 - Aula 3

Energia potencial Trajetórias curvas e força elástica

Prof. Henrique Antonio Mendonça Faria

Energia potencial gravitacional em uma trajetória curva

- O que ocorre quando a trajetória é inclinada ou curva?

Energia potencial gravitacional em uma trajetória curva

- O que ocorre quando a trajetória é inclinada ou curva?
- Sobre o corpo atua uma força gravitacional $\vec{p} = m\vec{g}$ e possivelmente outras forças que possuem uma resultante chamada de \vec{F}_{outra} .

Energia potencial gravitacional em uma trajetória curva

- O que ocorre quando a trajetória é inclinada ou curva?
- Sobre o corpo atua uma força gravitacional $\vec{p} = m\vec{g}$ e possivelmente outras forças que possuem uma resultante chamada de \vec{F}_{outra} .
- Para calcular o trabalho realizado pela força gravitacional durante esse deslocamento, dividimos a trajetória em pequenos segmentos $\Delta\vec{d}$.

Energia potencial gravitacional em uma trajetória curva

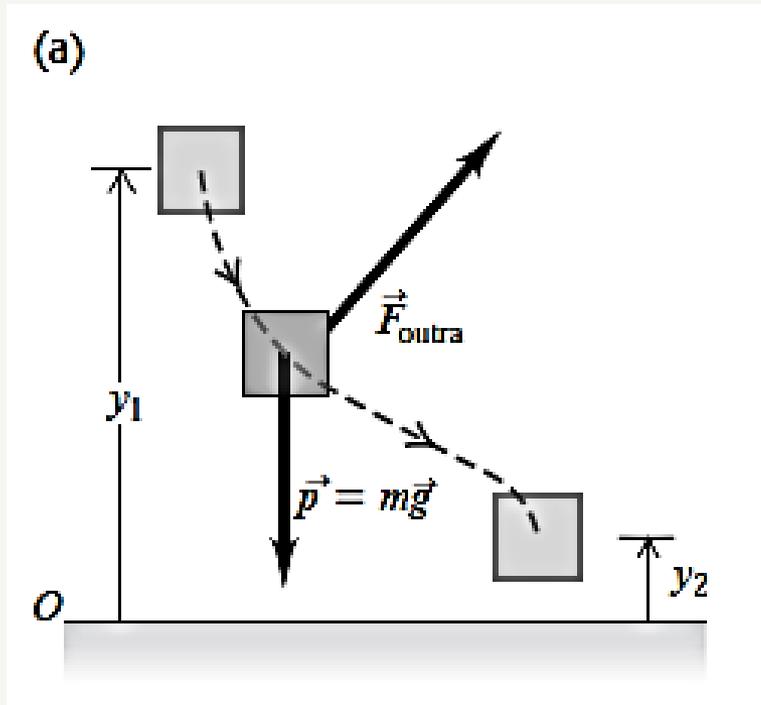


Figura 7.7 Cálculo da variação na energia potencial gravitacional para o deslocamento ao longo de uma trajetória curva.

Fonte: Sears e Zemansky

Energia potencial gravitacional em uma trajetória curva

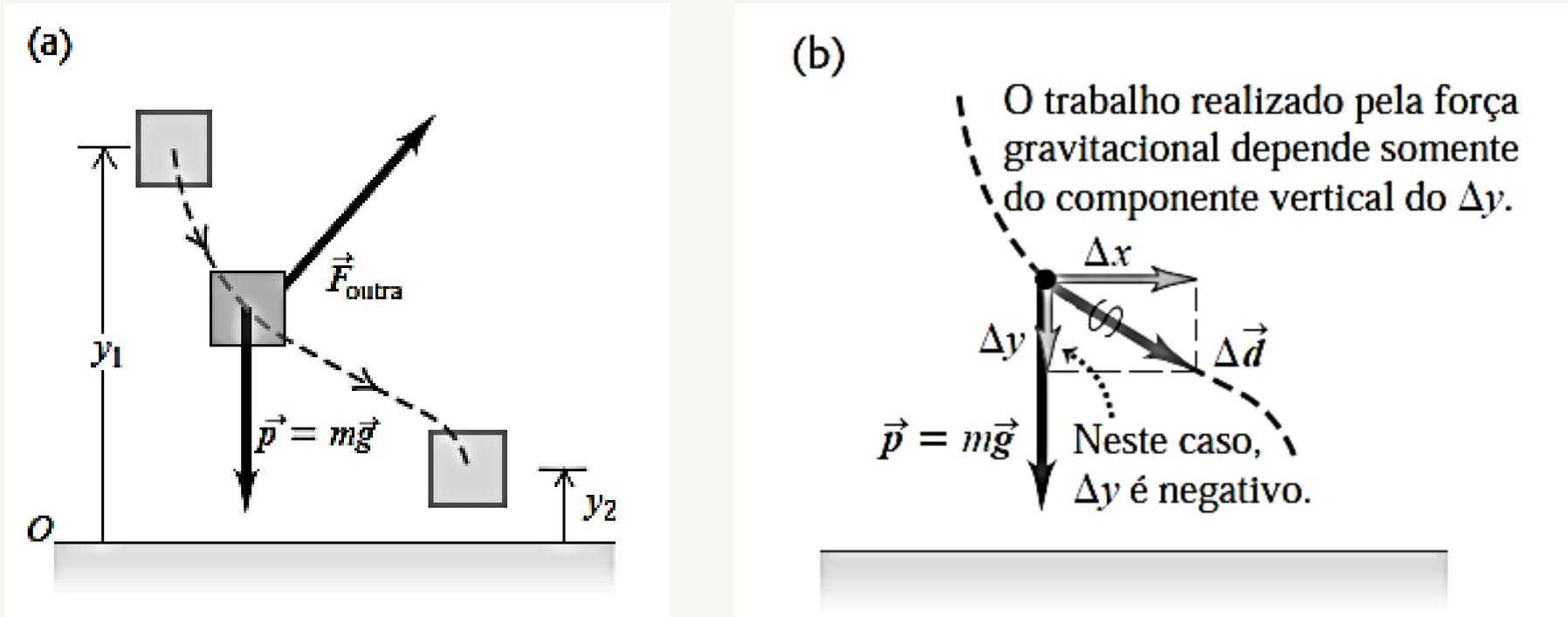
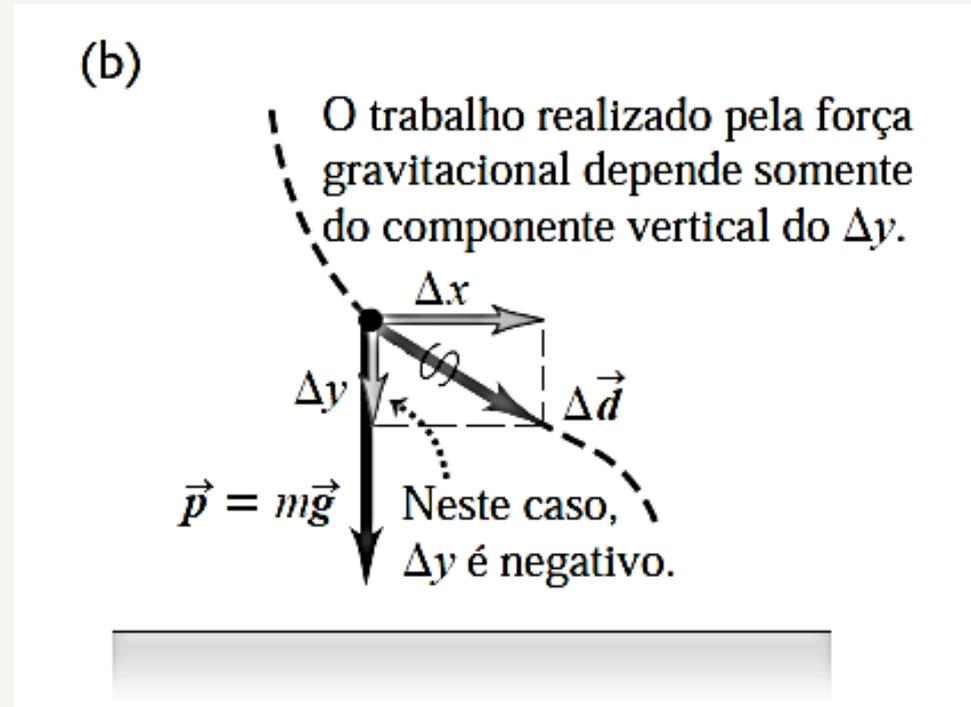
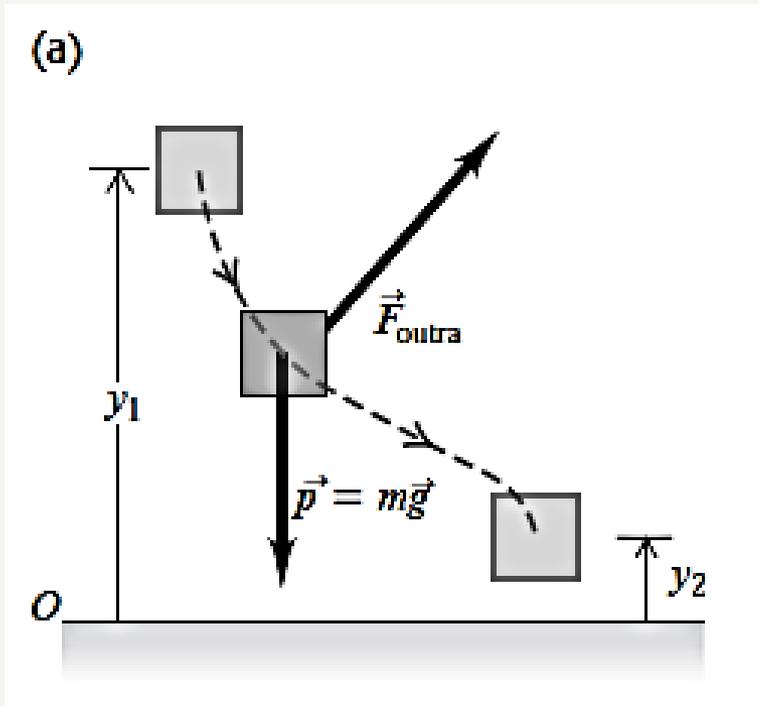


Figura 7.7 Cálculo da variação na energia potencial gravitacional para o deslocamento ao longo de uma trajetória curva.

Fonte: Sears e Zemansky

Energia potencial gravitacional em uma trajetória curva

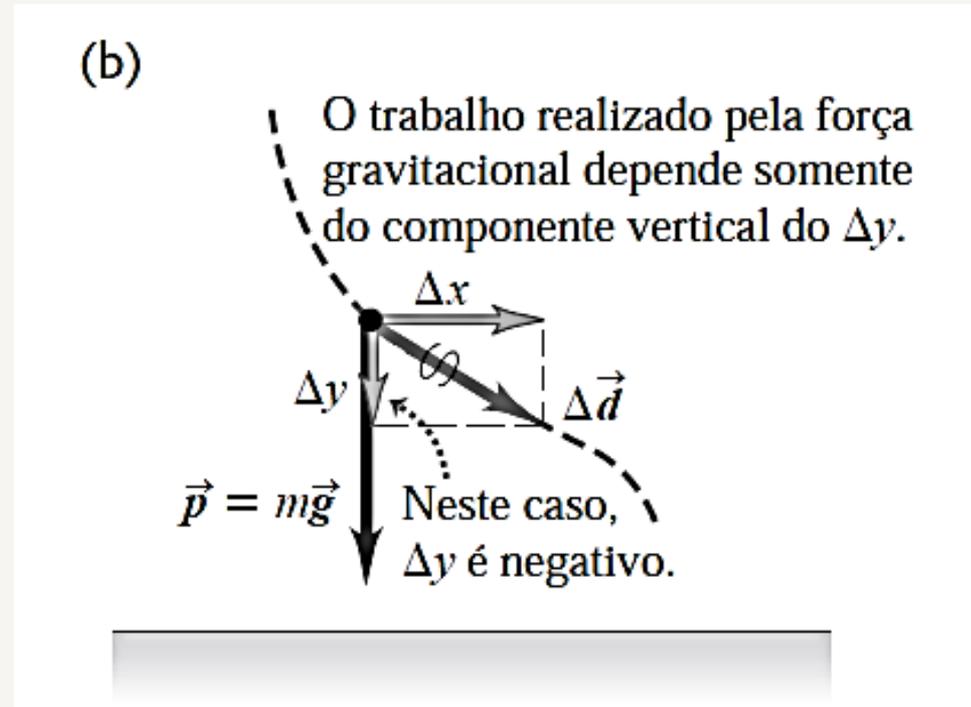
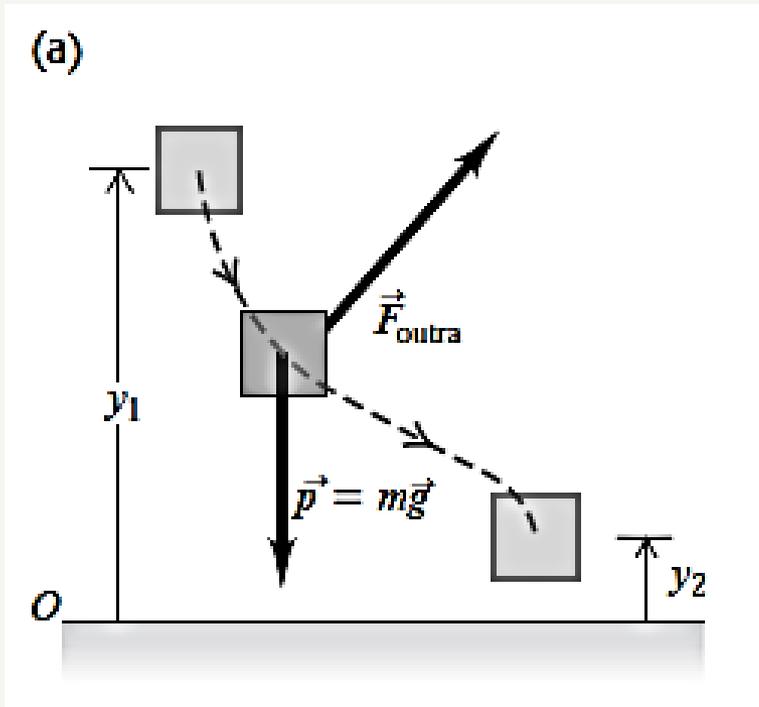


$$W_{grav} = \vec{p} \cdot \Delta \vec{d} =$$

Figura 7.7 Cálculo da variação na energia potencial gravitacional para o deslocamento ao longo de uma trajetória curva.

Fonte: Sears e Zemansky

Energia potencial gravitacional em uma trajetória curva

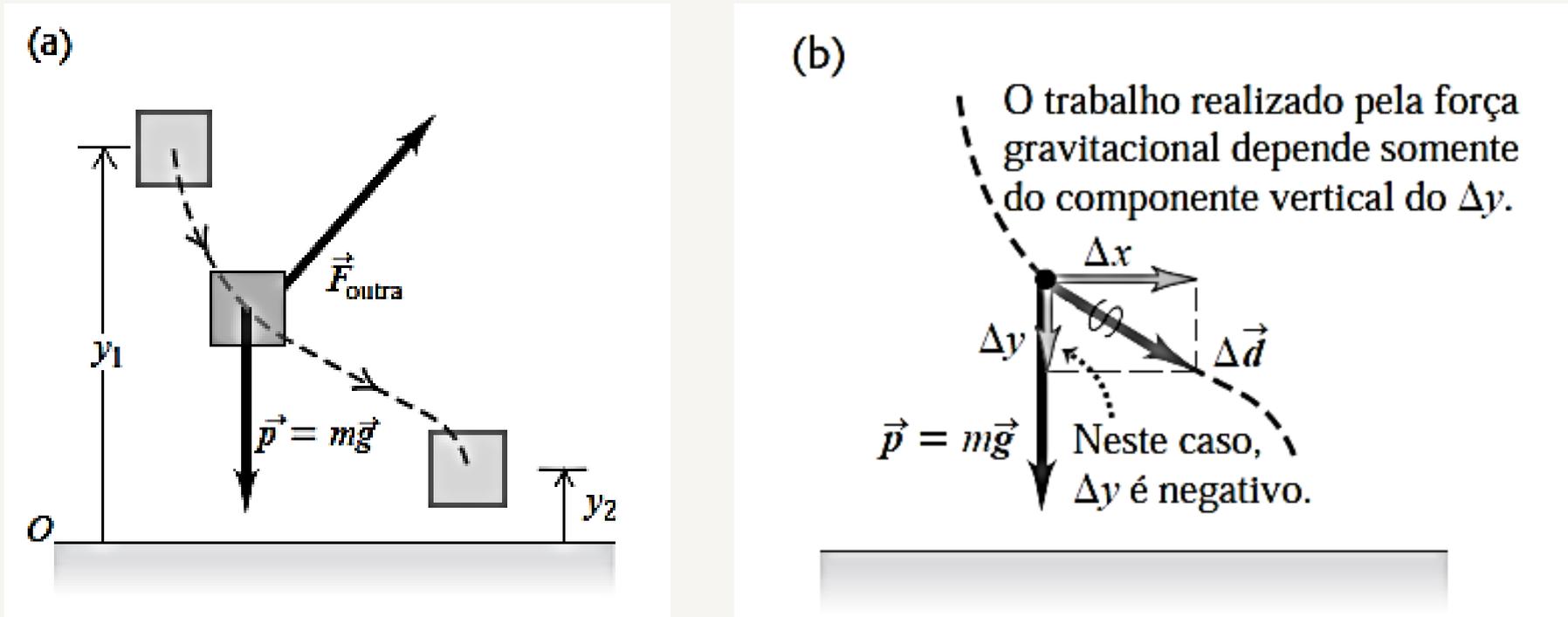


$$W_{grav} = \vec{p} \cdot \Delta \vec{d} = -mg\vec{j} \cdot (\Delta x\vec{i} + \Delta y\vec{j}) =$$

Figura 7.7 Cálculo da variação na energia potencial gravitacional para o deslocamento ao longo de uma trajetória curva.

Fonte: Sears e Zemansky

Energia potencial gravitacional em uma trajetória curva



$$W_{grav} = \vec{p} \cdot \Delta \vec{d} = -mg\vec{j} \cdot (\Delta x\vec{i} + \Delta y\vec{j}) = -mg\Delta y$$

Figura 7.7 Cálculo da variação na energia potencial gravitacional para o deslocamento ao longo de uma trajetória curva.

Fonte: Sears e Zemansky

Energia potencial gravitacional em uma trajetória curva

- O trabalho realizado pela força gravitacional é o mesmo que seria obtido caso o corpo se deslocasse verticalmente de uma distância Δy . Isso é verdade para qualquer segmento.

Energia potencial gravitacional em uma trajetória curva

- O trabalho realizado pela força gravitacional é o mesmo que seria obtido caso o corpo se deslocasse verticalmente de uma distância Δy . Isso é verdade para qualquer segmento.
- O trabalho total realizado pela força gravitacional é $-mg$ multiplicado pelo deslocamento vertical total:

Energia potencial gravitacional em uma trajetória curva

- O trabalho realizado pela força gravitacional é o mesmo que seria obtido caso o corpo se deslocasse verticalmente de uma distância Δy . Isso é verdade para qualquer segmento.
- O trabalho total realizado pela força gravitacional é $-mg$ multiplicado pelo deslocamento vertical total:

$$W_{grav} = -mg(y_2 - y_1) = U_{grav, 1} - U_{grav, 2}$$



Energia potencial elástica

Energia potencial elástica

- Em muitas situações em que encontramos energia potencial de natureza diferente da gravitacional.

Energia potencial elástica

- Em muitas situações em que encontramos energia potencial de natureza diferente da gravitacional.
- Descrevemos o processo de armazenamento de energia em um corpo deformável em termos da energia potencial elástica.

Energia potencial elástica

- Em muitas situações em que encontramos energia potencial de natureza diferente da gravitacional.
- Descrevemos o processo de armazenamento de energia em um corpo deformável em termos da energia potencial elástica.
- Dizemos que um corpo é elástico quando ele volta a ter a mesma forma e o mesmo tamanho que possuía antes da deformação.

Energia potencial elástica

- Consideraremos o processo de energia em molas ideais.

Energia potencial elástica

- Consideraremos o processo de energia em molas ideais.
- É necessário exercer uma força $F = kx$ para manter tal mola ideal com uma deformação x , sendo k a constante da força da mola.

Energia potencial elástica

- Consideraremos o processo de energia em molas ideais.
- É necessário exercer uma força $F = kx$ para manter tal mola ideal com uma deformação x , sendo k a constante da força da mola.
- A mola ideal é uma aproximação útil porque muitos corpos elásticos mostram essa proporcionalidade direta entre a força e a deformação x . Desde que x seja suficientemente pequeno.

Energia potencial elástica

- Existe diferença entre a energia potencial gravitacional e uma energia potencial elástica:

Energia potencial elástica

- Existe diferença entre a energia potencial gravitacional e uma energia potencial elástica:
 - Na energia potencial gravitacional a energia é dividida entre o corpo e a Terra.

Energia potencial elástica

- Existe diferença entre a energia potencial gravitacional e uma energia potencial elástica:
 - Na energia potencial gravitacional a energia é dividida entre o corpo e a Terra.
 - Enquanto que a energia potencial elástica é armazenada somente na mola, ou outro corpo elástico.

Energia potencial elástica

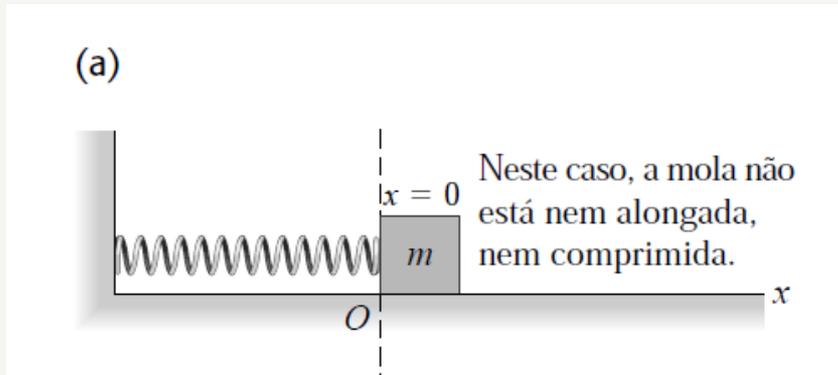


Figura 7.13 Cálculo do trabalho realizado por uma mola amarrada a um bloco sobre uma superfície horizontal. A grandeza x é o alongamento ou a compressão da mola. **Fonte:** Sears e Zemansky prof. Henrique Faria

Energia potencial elástica

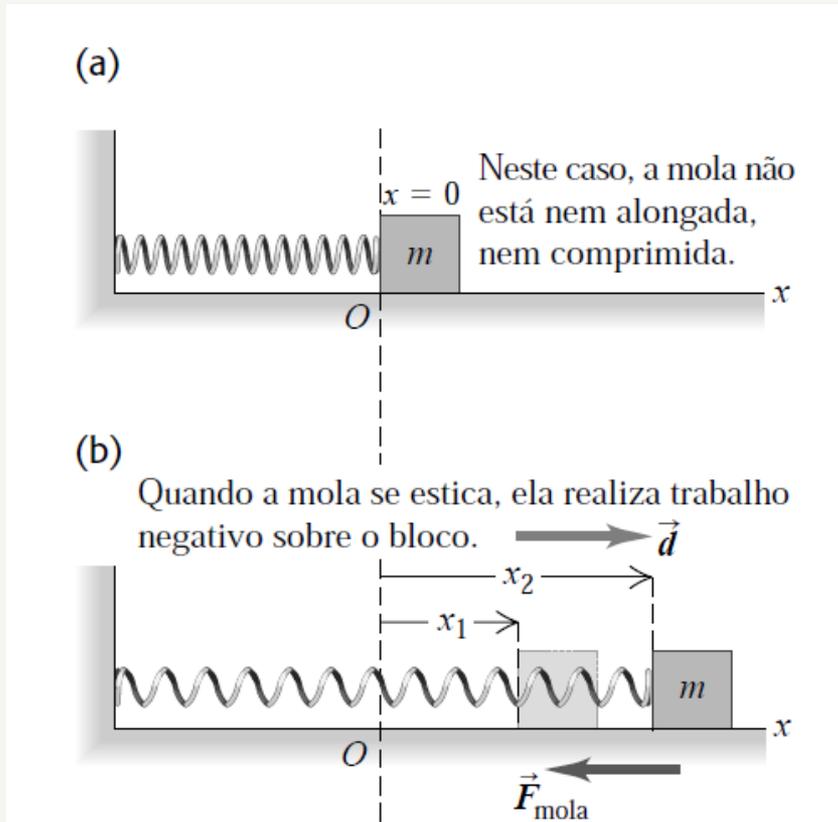


Figura 7.13 Cálculo do trabalho realizado por uma mola amarrada a um bloco sobre uma superfície horizontal. A grandeza x é o alongamento ou a compressão da mola. **Fonte:** Sears e Zemansky prof. Henrique Faria

Energia potencial elástica

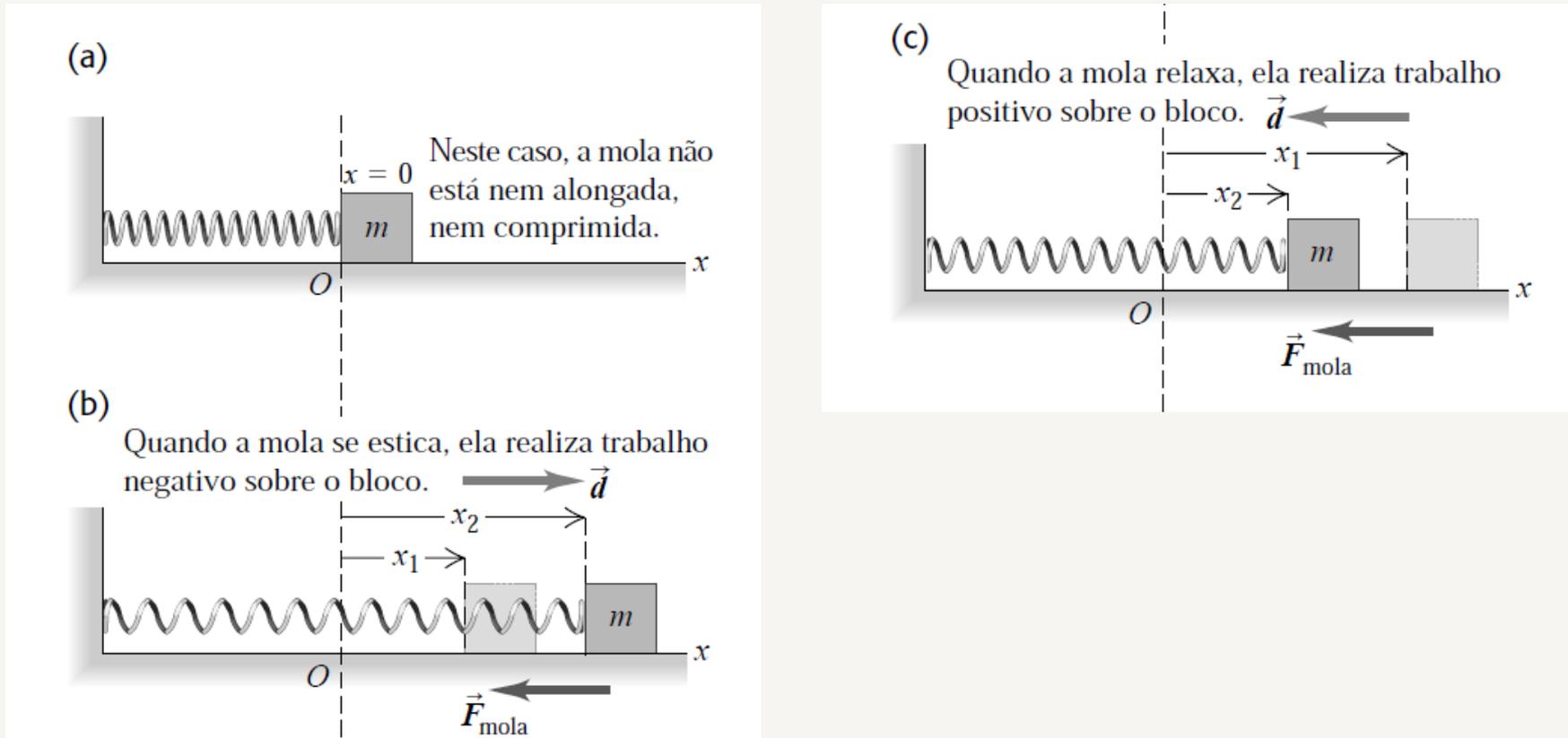


Figura 7.13 Cálculo do trabalho realizado por uma mola amarrada a um bloco sobre uma superfície horizontal. A grandeza x é o alongamento ou a compressão da mola. **Fonte:** Sears e Zemansky prof. Henrique Faria

Energia potencial elástica

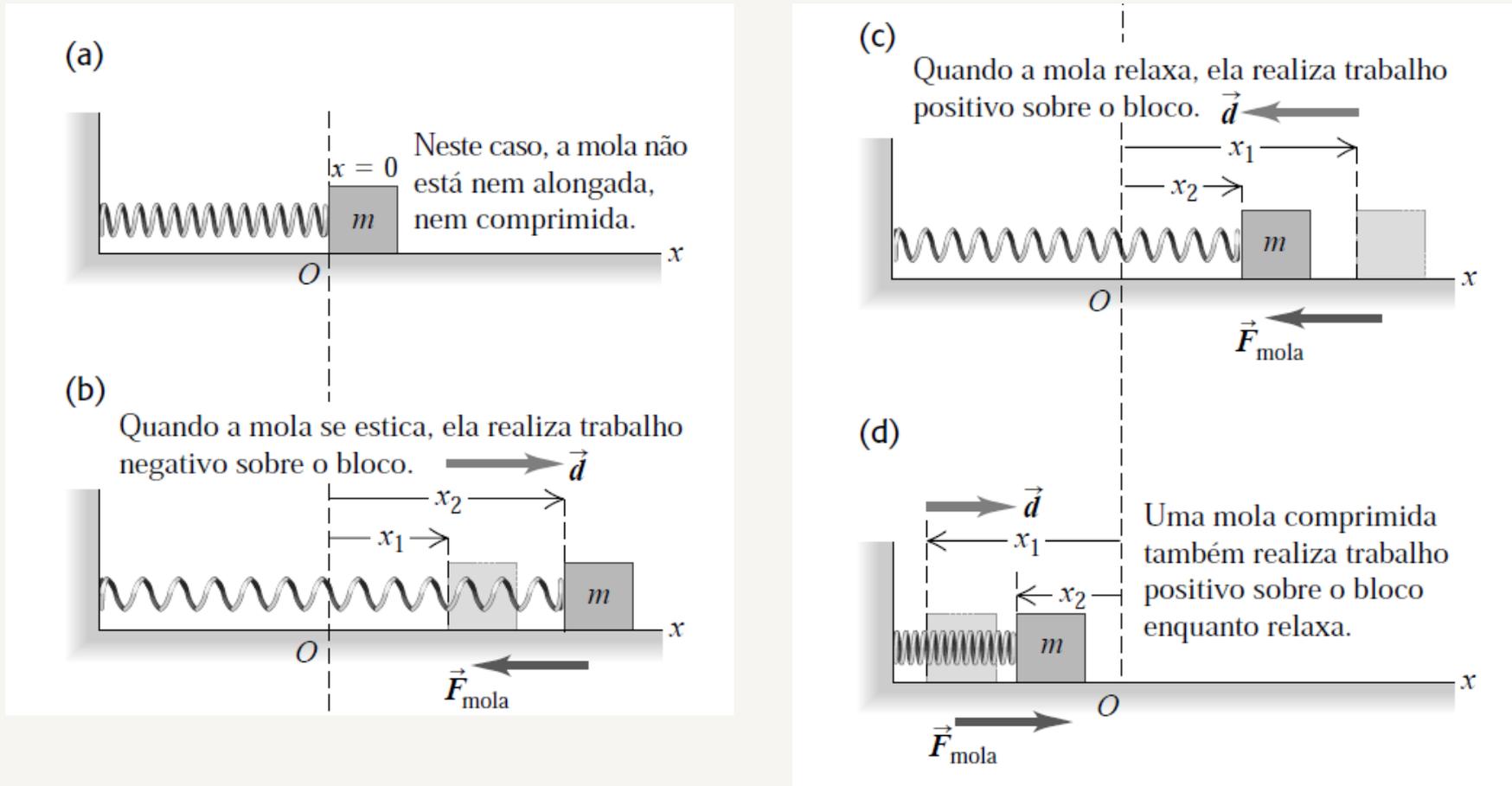


Figura 7.13 Cálculo do trabalho realizado por uma mola amarrada a um bloco sobre uma superfície horizontal. A grandeza x é o alongamento ou a compressão da mola. **Fonte:** Sears e Zemansky prof. Henrique Faria

Energia potencial elástica

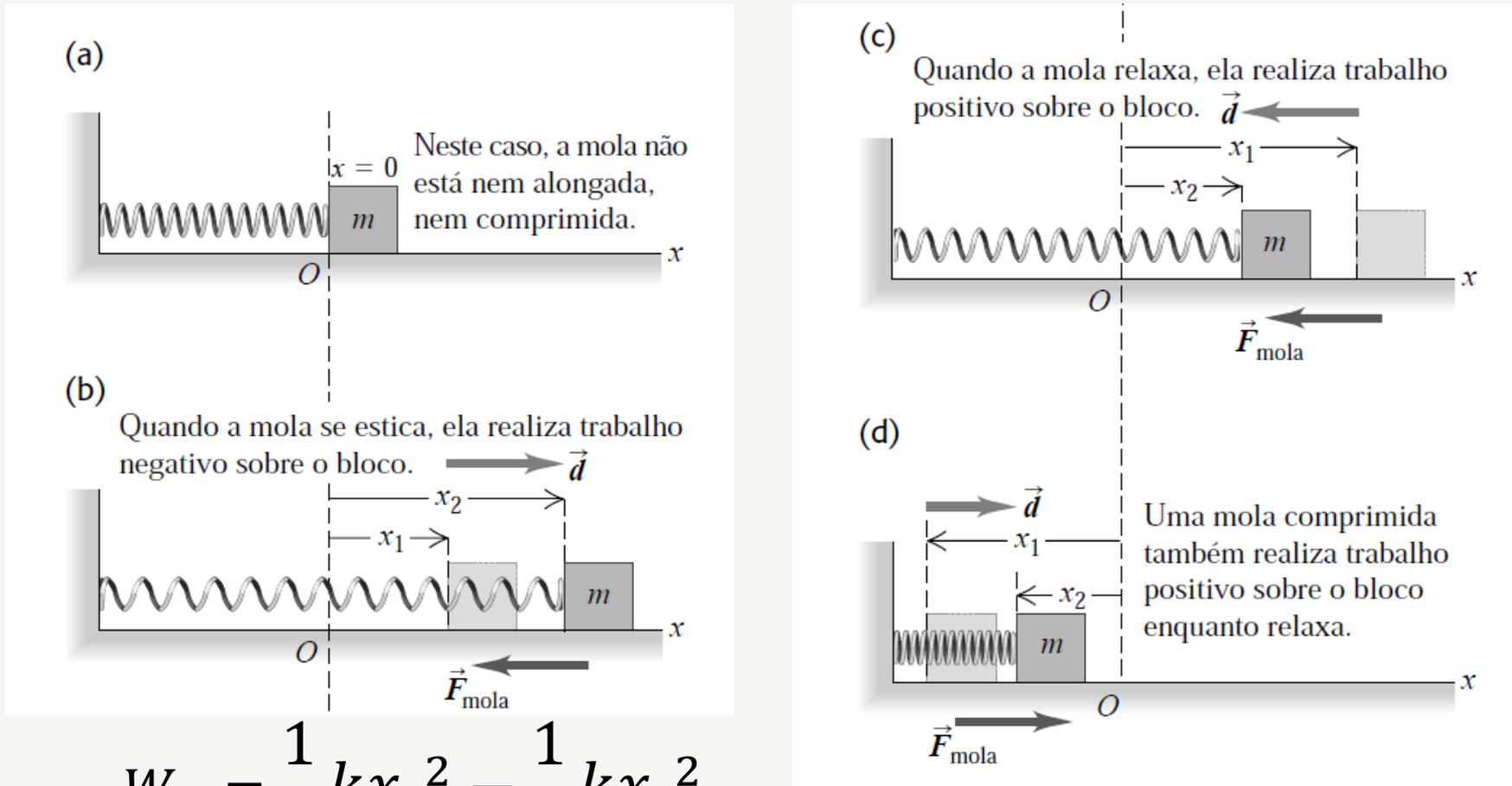


Figura 7.13 Cálculo do trabalho realizado por uma mola amarrada a um bloco sobre uma superfície horizontal. A grandeza x é o alongamento ou a compressão da mola. **Fonte:** Sears e Zemansky prof. Henrique Faria

Energia potencial elástica

- Como no caso do trabalho gravitacional, podemos representar o trabalho realizado pela mola em termos de uma quantidade no início e no fim do deslocamento.

Energia potencial elástica

- Como no caso do trabalho gravitacional, podemos representar o trabalho realizado pela mola em termos de uma quantidade no início e no fim do deslocamento.
- Essa quantidade é a energia potencial elástica:

$$U_{el} = \frac{1}{2} kx^2 \quad [J]$$

$$W_{el} = \frac{1}{2} kx_1^2 - \frac{1}{2} kx_2^2 = U_{el,1} - U_{el,2} = -\Delta U_{el}$$

Energia potencial elástica

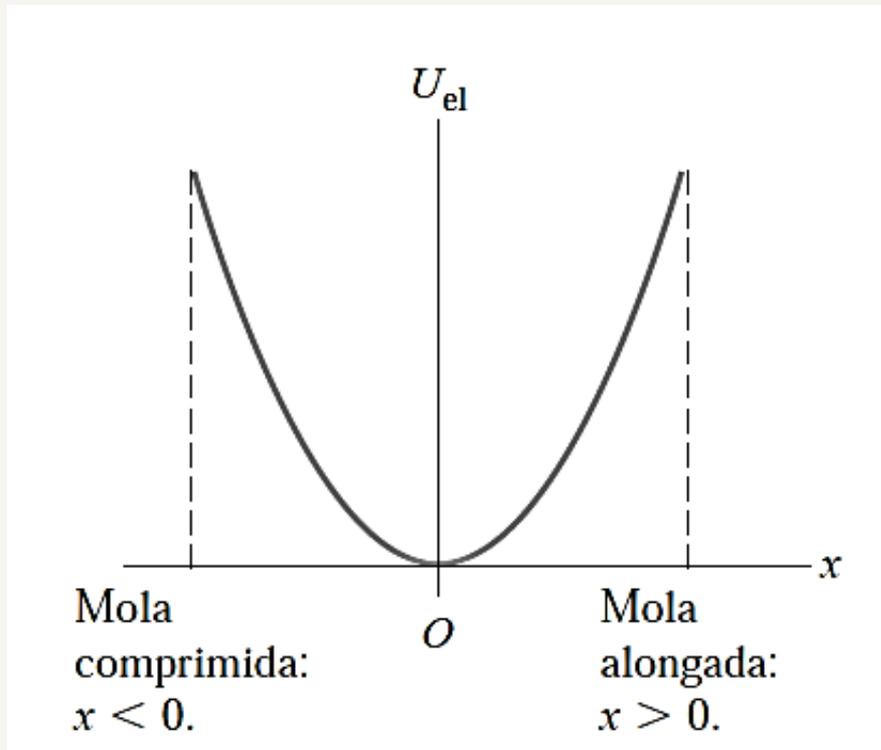
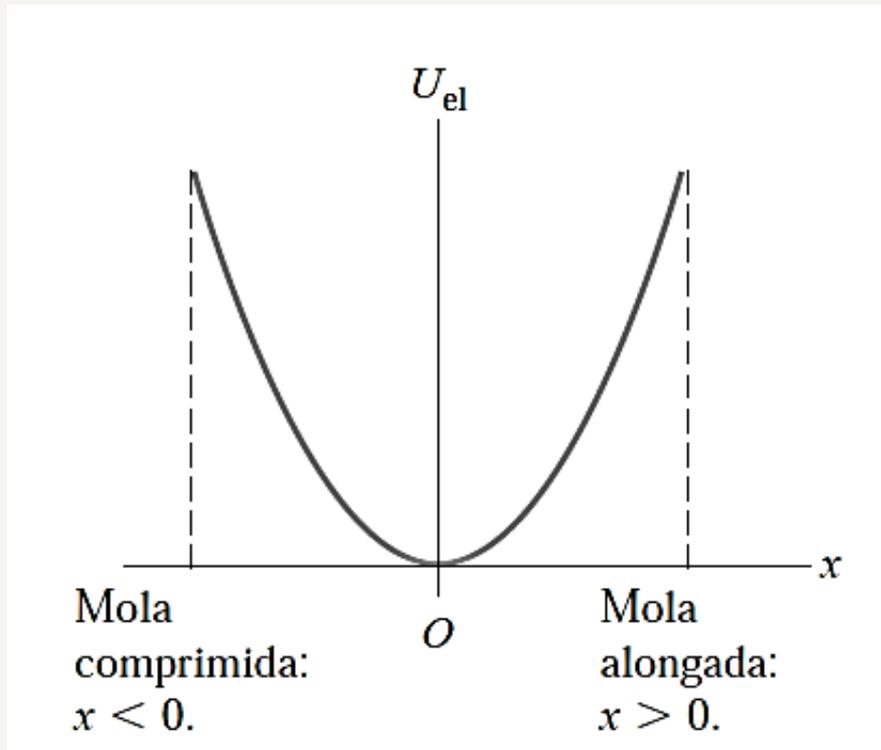


Figura 7.14 O gráfico da energia potencial elástica da mola ideal é uma parábola: $U_{el} = 1/2kx^2$, em que x é o alongamento ou a compressão da mola. A energia potencial elástica U_{el} nunca pode ser negativa. **Fonte:** Sears e Zemansky

Energia potencial elástica



$$U_{el} > 0$$

A energia
potencial elástica
é sempre positiva.

Figura 7.14 O gráfico da energia potencial elástica da mola ideal é uma parábola: $U_{el} = 1/2kx^2$, em que x é o alongamento ou a compressão da mola. A energia potencial elástica U_{el} nunca pode ser negativa. **Fonte:** Sears e Zemansky

Teorema do trabalho-energia (somente força elástica realiza trabalho)

$$W_{tot} = W_{el} = U_{el,1} - U_{el,2}$$

Teorema do trabalho-energia (somente força elástica realiza trabalho)

$$W_{tot} = W_{el} = U_{el,1} - U_{el,2}$$

$$K_1 + U_{el,1} = K_2 + U_{el,2}$$

Teorema do trabalho-energia (somente força elástica realiza trabalho)

$$W_{tot} = W_{el} = U_{el,1} - U_{el,2}$$

$$K_1 + U_{el,1} = K_2 + U_{el,2}$$

$$\frac{1}{2}mv_1^2 + \frac{1}{2}kx_1^2 = \frac{1}{2}mv_2^2 + \frac{1}{2}kx_2^2$$

Teorema do trabalho-energia (somente força elástica realiza trabalho)

$$W_{tot} = W_{el} = U_{el,1} - U_{el,2}$$

$$K_1 + U_{el,1} = K_2 + U_{el,2}$$

$$\frac{1}{2}mv_1^2 + \frac{1}{2}kx_1^2 = \frac{1}{2}mv_2^2 + \frac{1}{2}kx_2^2$$

- Nesse caso a energia mecânica se conserva:

$$E = K + U_{el}$$

Situações com energia potencial gravitacional e energia potencial elástica

- O que ocorre quando existem simultaneamente forças gravitacionais e forças elásticas?

Exemplo: um corpo preso na extremidade de uma mola pendurada verticalmente.

Situações com energia potencial gravitacional e energia potencial elástica

- O que ocorre quando existem simultaneamente forças gravitacionais e forças elásticas?

Exemplo: um corpo preso na extremidade de uma mola pendurada verticalmente.

- E se o trabalho também é realizado por outras forças que não podem ser descritas em termos da energia potencial?

Exemplo: resistência do ar.

Situações com energia potencial gravitacional e energia potencial elástica

- O trabalho total é a soma do trabalho realizado pela força gravitacional (W_{grav}), o trabalho realizado pela força elástica (W_{el}) e o trabalho realizado por outras forças (W_{outra}):

$$W_{tot} = W_{grav} + W_{el} + W_{outra}$$

Situações com energia potencial gravitacional e energia potencial elástica

- O trabalho total é a soma do trabalho realizado pela força gravitacional (W_{grav}), o trabalho realizado pela força elástica (W_{el}) e o trabalho realizado por outras forças (W_{outra}):

$$W_{tot} = W_{grav} + W_{el} + W_{outra}$$

$$W_{grav} + W_{el} + W_{outra} = K_2 - K_1$$

Situações com energia potencial gravitacional e energia potencial elástica

- O trabalho total é a soma do trabalho realizado pela força gravitacional (W_{grav}), o trabalho realizado pela força elástica (W_{el}) e o trabalho realizado por outras forças (W_{outra}):

$$W_{tot} = W_{grav} + W_{el} + W_{outra}$$

$$W_{grav} + W_{el} + W_{outra} = K_2 - K_1$$

$$K_1 + U_{grav,1} + U_{el,1} + W_{outra} = K_2 + U_{grav,2} + U_{el,2}$$

Situações com energia potencial gravitacional e energia potencial elástica

- A expressão geral pode ser escrita como:

$$K_1 + U_1 + W_{outra} = K_2 + U_2$$

Situações com energia potencial gravitacional e energia potencial elástica

- A expressão geral pode ser escrita como:

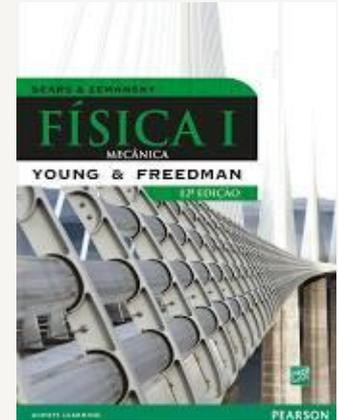
$$K_1 + U_1 + W_{outra} = K_2 + U_2$$

O trabalho realizado por todas as forças além das forças gravitacionais e das forças elásticas é igual à variação da energia mecânica total do sistema E , onde U é a soma da energia potencial gravitacional com a energia potencial elástica.

Referências

1. H.D. YOUNG, R.A. FREEDMAN, Sears e Zemansky, Física I – Mecânica, Addison Wesley Ed, São Paulo, 12a Edição, 2008. Disponível em:

<https://plataforma.bvirtual.com.br/Acervo/Publicacao/270>



2. M. ALONSO e, E.J. FINN, Física: Um Curso Universitário. v.1, Editora Edgard Blucher Ltda, São Paulo, 1999. Disponível em:

<https://plataforma.bvirtual.com.br/Acervo/Publicacao/158847>



Contatos



profhenriquefaria.com



henrique.faria@unesp.br