

Física I

Semana 11 - Aula 2

Estratégia de solução de problemas pela conservação da energia

Prof. Henrique Antonio Mendonça Faria

Estratégia para a solução de problemas

Identificar

1. O método da energia é particularmente útil quando você resolve problemas envolvendo forças variáveis, movimentos com trajetórias curvas ou em ambos os casos.

Estratégia para a solução de problemas

Identificar

1. O método da energia é particularmente útil quando você resolve problemas envolvendo forças variáveis, movimentos com trajetórias curvas ou em ambos os casos.
2. Quando o problema envolve um **intervalo de tempo decorrido**, o método da energia em geral não é a melhor escolha.

Estratégia para a solução de problemas

Preparar

1. Defina o estado inicial e o estado final (da posição e da velocidade) do sistema. É útil o uso de um diagrama para definir o estado inicial e o estado final.

Estratégia para a solução de problemas

Preparar

1. Defina o estado inicial e o estado final (da posição e da velocidade) do sistema. É útil o uso de um diagrama para definir o estado inicial e o estado final.
2. Defina um sistema de coordenadas, particularmente o nível para o qual $y = 0$. supõe que o sentido positivo de y seja de baixo para cima.

Estratégia para a solução de problemas

Preparar

3. Identifique todas as forças que realizam trabalho e que não podem ser descritas em termos de energia potencial. Isso significa qualquer força que não seja a da gravidade. Um diagrama do corpo livre é sempre útil.

Estratégia para a solução de problemas

Preparar

3. Identifique todas as forças que realizam trabalho e que não podem ser descritas em termos de energia potencial. Isso significa qualquer força que não seja a da gravidade. Um diagrama do corpo livre é sempre útil.
4. Faça uma lista das grandezas conhecidas e desconhecidas, incluindo as coordenadas e as velocidades em cada ponto.

Estratégia para a solução de problemas

Executar

1. Escreva expressões para as energias cinéticas e as energias potenciais iniciais e finais, ou seja, K_1 , K_2 , $U_{\text{grav},1}$ e $U_{\text{grav},2}$.

Estratégia para a solução de problemas

Executar

1. Escreva expressões para as energias cinéticas e as energias potenciais iniciais e finais, ou seja, K_1 , K_2 , $U_{\text{grav},1}$ e $U_{\text{grav},2}$.
2. Faça uma relação envolvendo a energia cinética, a energia potencial gravitacional e o trabalho realizado pelas forças além da gravidade W_{outra} .

Estratégia para a solução de problemas

Executar

1. Escreva expressões para as energias cinéticas e as energias potenciais iniciais e finais, ou seja, K_1 , K_2 , $U_{\text{grav},1}$ e $U_{\text{grav},2}$.
2. Faça uma relação envolvendo a energia cinética, a energia potencial gravitacional e o trabalho realizado pelas forças além da gravidade W_{outra} .
3. É útil desenhar gráficos de barras mostrando os valores iniciais e finais de K , U_{grav} e E .

Estratégia para a solução de problemas

Executar

1. Escreva expressões para as energias cinéticas e as energias potenciais iniciais e finais, ou seja, K_1 , K_2 , $U_{\text{grav},1}$ e $U_{\text{grav},2}$.
2. Faça uma relação envolvendo a energia cinética, a energia potencial gravitacional e o trabalho realizado pelas forças além da gravidade W_{outra} .
3. É útil desenhar gráficos de barras mostrando os valores iniciais e finais de K , U_{grav} e E .
4. Resolva a equação para achar a grandeza desconhecida.

Estratégia para a solução de problemas

Avaliar

- ✓ Verificar se sua resposta tem significado físico.

Estratégia para a solução de problemas

Avaliar

- ✓ Verificar se sua resposta tem significado físico.
- ✓ Representar só uma vez o trabalho realizado usando a relação $U_{\text{grav},1} - U_{\text{grav},2} = -\Delta U_{\text{grav}}$ ou como W_{outra} .

Estratégia para a solução de problemas

Avaliar

- ✓ Verificar se sua resposta tem significado físico.
- ✓ Representar só uma vez o trabalho realizado usando a relação $U_{\text{grav},1} - U_{\text{grav},2} = -\Delta U_{\text{grav}}$ ou como W_{outra} .
- ✓ Se você incluir o trabalho realizado pela gravidade em ΔU_{grav} , não o inclua novamente em W_{outra} .



**Exemplo
ilustrativo**

Enunciado do exemplo 7.1

ALTURA DE UMA BOLA DE BEISEBOL USANDO A CONSERVAÇÃO DA ENERGIA:

Você arremessa uma bola de beisebol de **0,145 kg** verticalmente de baixo para cima, fornecendo-lhe uma **velocidade inicial** de módulo igual a **20,0 m/s**.

Usando a conservação da energia, calcule a altura máxima que ela atinge, supondo que a resistência do ar seja desprezível.

Exemplo 7.2

TRABALHO E ENERGIA NO ARREMESSO DE UMA BOLA DE BEISEBOL:

No Exemplo 7.1, suponha que sua **mão se desloque 0,50 m para cima** quando você está arremessando a bola, o que deixa sua mão com uma **velocidade inicial** igual a **20,0 m/s**. Novamente, suponha que a resistência do ar seja desprezível.

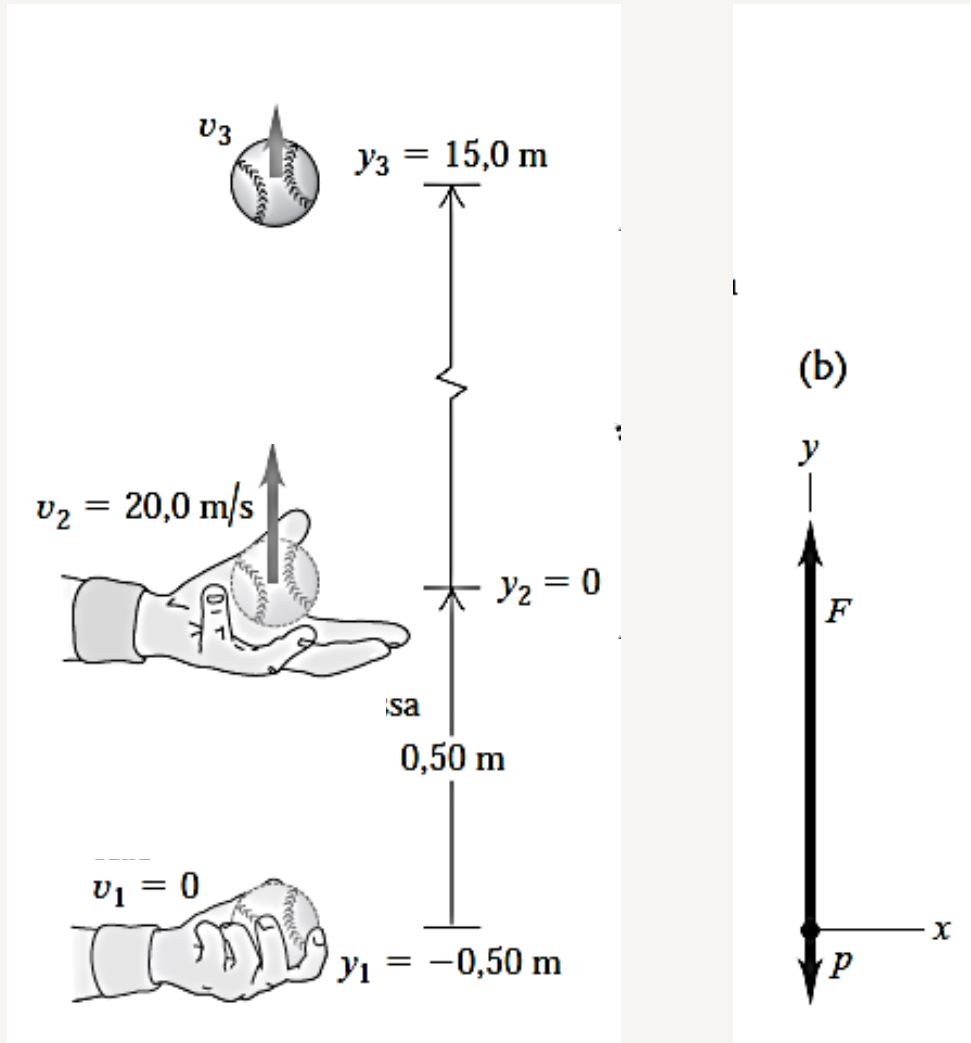
- (a) Supondo que sua mão exerça uma força constante sobre a bola, ache o módulo dessa força.
- (b) Ache a velocidade da bola quando ela está a uma altura de 15,0 m acima da altura do ponto inicial onde ela deixa sua mão.

Identificar - exemplo 7.2

1. No Exemplo 7.1, usamos a conservação da energia mecânica porque somente a gravidade realizou trabalho.
2. Neste exemplo, porém, devemos também incluir o trabalho não gravitacional realizado pela sua mão.

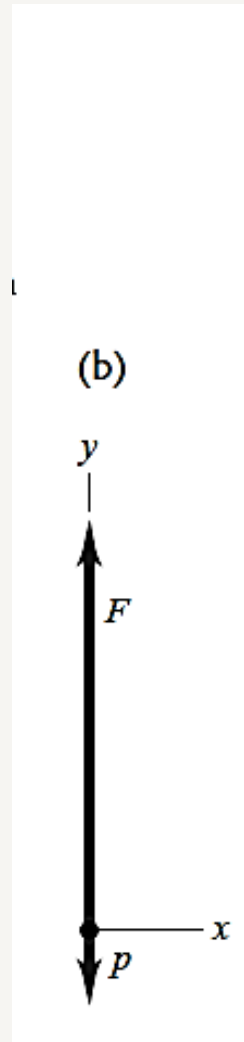
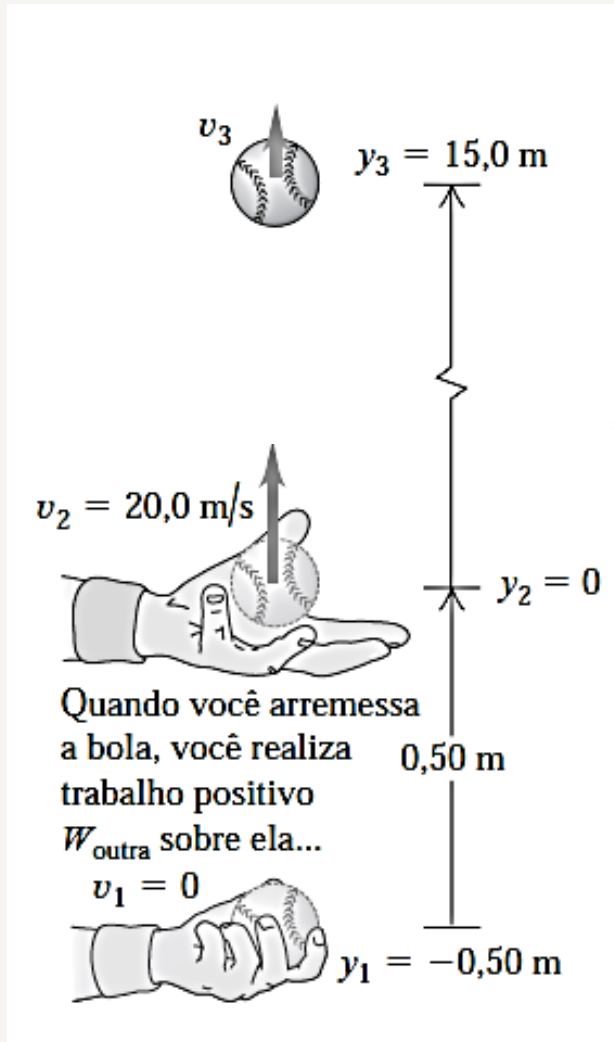
Preparar - exemplo 7.2

1. A Figura mostra um desenho da situação, incluindo um diagrama do corpo livre.



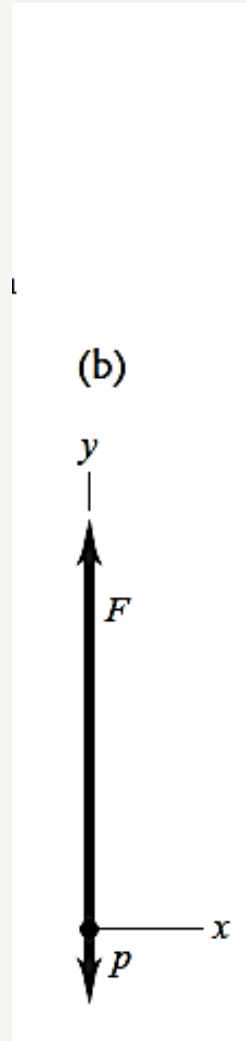
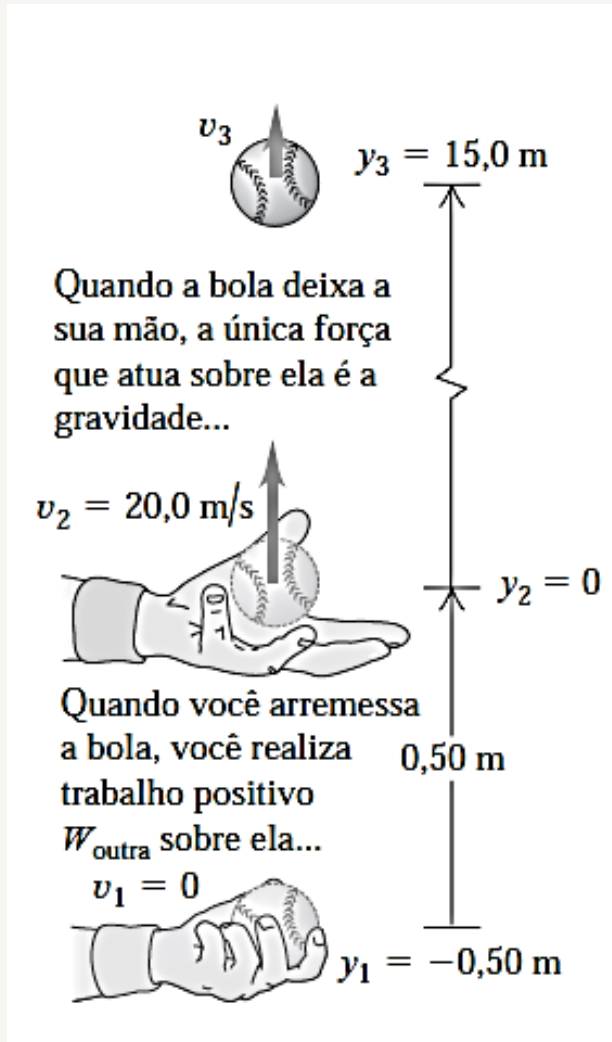
Preparar - exemplo 7.2

1. A Figura mostra um desenho da situação, incluindo um diagrama do corpo livre.



Preparar - exemplo 7.2

1. A Figura mostra um desenho da situação, incluindo um diagrama do corpo livre.



Executar - exemplo 7.2 $m = 0,145 \text{ kg}$ $v_1 = 0$ $v_2 = 20 \text{ m/s}$
 $y_1 = -0,50 \text{ m}$ $y_2 = 0$ $y_3 = 15,0 \text{ m}$

- Trabalho realizado pela força \vec{F} :

$$W_{outra} = K_2 - K_1 + (U_{grav, 2} - U_{grav, 1})$$

Executar - exemplo 7.2

$$m = 0,145 \text{ kg} \quad v_1 = 0 \quad v_2 = 20 \text{ m/s}$$
$$y_1 = -0,50 \text{ m} \quad y_2 = 0 \quad y_3 = 15,0 \text{ m}$$

- Trabalho realizado pela força \vec{F} :

$$W_{outra} = K_2 - K_1 + (U_{grav, 2} - U_{grav, 1})$$

$$K_1 = 0$$

Executar - exemplo 7.2

$$m = 0,145 \text{ kg} \quad v_1 = 0 \quad v_2 = 20 \text{ m/s}$$
$$y_1 = -0,50 \text{ m} \quad y_2 = 0 \quad y_3 = 15,0 \text{ m}$$

- Trabalho realizado pela força \vec{F} :

$$W_{outra} = K_2 - K_1 + (U_{grav, 2} - U_{grav, 1})$$

$$K_1 = 0 \quad K_2 = \frac{1}{2} m v_2^2 = \frac{1}{2} (0,145)(20,0)^2 = \mathbf{29,0 \text{ J}}$$

Executar - exemplo 7.2

$$m = 0,145 \text{ kg} \quad v_1 = 0 \quad v_2 = 20 \text{ m/s}$$
$$y_1 = -0,50 \text{ m} \quad y_2 = 0 \quad y_3 = 15,0 \text{ m}$$

- Trabalho realizado pela força \vec{F} :

$$W_{outra} = K_2 - K_1 + (U_{grav,2} - U_{grav,1})$$

$$K_1 = 0 \quad K_2 = \frac{1}{2}mv_2^2 = \frac{1}{2}(0,145)(20,0)^2 = \mathbf{29,0 \text{ J}}$$

$$U_{grav,1} = mgy_1 = (0,145)(9,80)(-0,50) = \mathbf{-0,71 \text{ J}}$$

Executar - exemplo 7.2

$$m = 0,145 \text{ kg} \quad v_1 = 0 \quad v_2 = 20 \text{ m/s}$$
$$y_1 = -0,50 \text{ m} \quad y_2 = 0 \quad y_3 = 15,0 \text{ m}$$

- Trabalho realizado pela força \vec{F} :

$$W_{outra} = K_2 - K_1 + (U_{grav,2} - U_{grav,1})$$

$$K_1 = 0 \quad K_2 = \frac{1}{2}mv_2^2 = \frac{1}{2}(0,145)(20,0)^2 = \mathbf{29,0 \text{ J}}$$

$$U_{grav,1} = mgy_1 = (0,145)(9,80)(-0,50) = \mathbf{-0,71 \text{ J}}$$

$$U_{grav,2} = mgy_2 = (0,145)(9,80)(0) = \mathbf{0}$$

Executar - exemplo 7.2

$$m = 0,145 \text{ kg} \quad v_1 = 0 \quad v_2 = 20 \text{ m/s}$$
$$y_1 = -0,50 \text{ m} \quad y_2 = 0 \quad y_3 = 15,0 \text{ m}$$

- Trabalho realizado pela força \vec{F} :

$$W_{outra} = K_2 - K_1 + (U_{grav, 2} - U_{grav, 1})$$

$$K_1 = 0 \quad K_2 = \frac{1}{2}mv_2^2 = \frac{1}{2}(0,145)(20,0)^2 = \mathbf{29,0 \text{ J}}$$

$$U_{grav, 1} = mgy_1 = (0,145)(9,80)(-0,50) = \mathbf{-0,71 \text{ J}}$$

$$U_{grav, 2} = mgy_2 = (0,145)(9,80)(0) = \mathbf{0}$$

- Portanto:

$$W_{outra} = 29,0 - 0 + (0 - (-0,71)) = \mathbf{29,7 \text{ J}}$$

Executar - exemplo 7.2

$$m = 0,145 \text{ kg} \quad v_1 = 0 \quad v_2 = 20 \text{ m/s}$$
$$y_1 = -0,50 \text{ m} \quad y_2 = 0 \quad y_3 = 15,0 \text{ m}$$

(a) Supondo a força \vec{F} de baixo para cima constante:

$$W_{outra} = F(y_2 - y_1)$$

Executar - exemplo 7.2

$$m = 0,145 \text{ kg} \quad v_1 = 0 \quad v_2 = 20 \text{ m/s}$$
$$y_1 = -0,50 \text{ m} \quad y_2 = 0 \quad y_3 = 15,0 \text{ m}$$

(a) Supondo a força \vec{F} de baixo para cima constante:

$$W_{\text{outra}} = F(y_2 - y_1) \quad F = \frac{W_{\text{outra}}}{y_2 - y_1} = \frac{29,7}{0,50} = 59,0 \text{ N}$$

Executar - exemplo 7.2

$$m = 0,145 \text{ kg} \quad v_1 = 0 \quad v_2 = 20 \text{ m/s}$$
$$y_1 = -0,50 \text{ m} \quad y_2 = 0 \quad y_3 = 15,0 \text{ m}$$

(a) Supondo a força \vec{F} de baixo para cima constante:

$$W_{outra} = F(y_2 - y_1) \quad F = \frac{W_{outra}}{y_2 - y_1} = \frac{29,7}{0,50} = 59,0 \text{ N}$$

(b) Velocidade escalar no ponto 3.

A energia mecânica é conservada:

$$K_2 + U_{grav,2} = K_3 + U_{grav,3}$$

Executar - exemplo 7.2

$$m = 0,145 \text{ kg} \quad v_1 = 0 \quad v_2 = 20 \text{ m/s}$$
$$y_1 = -0,50 \text{ m} \quad y_2 = 0 \quad y_3 = 15,0 \text{ m}$$

(a) Supondo a força \vec{F} de baixo para cima constante:

$$W_{outra} = F(y_2 - y_1) \quad F = \frac{W_{outra}}{y_2 - y_1} = \frac{29,7}{0,50} = \mathbf{59,0 \text{ N}}$$

(b) Velocidade escalar no ponto 3.

A energia mecânica é conservada:

$$K_2 + U_{grav, 2} = K_3 + U_{grav, 3}$$

$$U_{grav, 3} = mgy_3 = (0,145)(9,80)(15,0) = \mathbf{21,3 \text{ J}}$$

Executar - exemplo 7.2

$$m = 0,145 \text{ kg} \quad v_1 = 0 \quad v_2 = 20 \text{ m/s}$$
$$y_1 = -0,50 \text{ m} \quad y_2 = 0 \quad y_3 = 15,0 \text{ m}$$

(a) Supondo a força \vec{F} de baixo para cima constante:

$$W_{outra} = F(y_2 - y_1) \quad F = \frac{W_{outra}}{y_2 - y_1} = \frac{29,7}{0,50} = 59,0 \text{ N}$$

(b) Velocidade escalar no ponto 3.

A energia mecânica é conservada:

$$K_2 + U_{grav,2} = K_3 + U_{grav,3}$$

$$U_{grav,3} = mgy_3 = (0,145)(9,80)(15,0) = 21,3 \text{ J}$$

$$K_3 = K_2 + U_{grav,2} - U_{grav,3}$$

Executar - exemplo 7.2

$$m = 0,145 \text{ kg} \quad v_1 = 0 \quad v_2 = 20 \text{ m/s}$$
$$y_1 = -0,50 \text{ m} \quad y_2 = 0 \quad y_3 = 15,0 \text{ m}$$

(a) Supondo a força \vec{F} de baixo para cima constante:

$$W_{outra} = F(y_2 - y_1) \quad F = \frac{W_{outra}}{y_2 - y_1} = \frac{29,7}{0,50} = 59,0 \text{ N}$$

(b) Velocidade escalar no ponto 3.

A energia mecânica é conservada:

$$K_2 + U_{grav,2} = K_3 + U_{grav,3}$$

$$U_{grav,3} = mgy_3 = (0,145)(9,80)(15,0) = 21,3 \text{ J}$$

$$K_3 = K_2 + U_{grav,2} - U_{grav,3} = 29,0 + 0 - 21,3 = 7,7 \text{ J}$$

Executar - exemplo 7.2

$$m = 0,145 \text{ kg} \quad v_1 = 0 \quad v_2 = 20 \text{ m/s}$$
$$y_1 = -0,50 \text{ m} \quad y_2 = 0 \quad y_3 = 15,0 \text{ m}$$

(a) Supondo a força \vec{F} de baixo para cima constante:

$$W_{outra} = F(y_2 - y_1) \quad F = \frac{W_{outra}}{y_2 - y_1} = \frac{29,7}{0,50} = 59,0 \text{ N}$$

(b) Velocidade escalar no ponto 3.

A energia mecânica é conservada:

$$K_2 + U_{grav,2} = K_3 + U_{grav,3}$$

$$U_{grav,3} = mgy_3 = (0,145)(9,80)(15,0) = 21,3 \text{ J}$$

$$K_3 = K_2 + U_{grav,2} - U_{grav,3} = 29,0 + 0 - 21,3 = 7,7 \text{ J}$$

$$K_3 = \frac{1}{2}mv_3^2 \quad \rightarrow$$

Executar - exemplo 7.2

$$m = 0,145 \text{ kg} \quad v_1 = 0 \quad v_2 = 20 \text{ m/s}$$
$$y_1 = -0,50 \text{ m} \quad y_2 = 0 \quad y_3 = 15,0 \text{ m}$$

(a) Supondo a força \vec{F} de baixo para cima constante:

$$W_{outra} = F(y_2 - y_1) \quad F = \frac{W_{outra}}{y_2 - y_1} = \frac{29,7}{0,50} = 59,0 \text{ N}$$

(b) Velocidade escalar no ponto 3.

A energia mecânica é conservada:

$$K_2 + U_{grav,2} = K_3 + U_{grav,3}$$

$$U_{grav,3} = mgy_3 = (0,145)(9,80)(15,0) = 21,3 \text{ J}$$

$$K_3 = K_2 + U_{grav,2} - U_{grav,3} = 29,0 + 0 - 21,3 = 7,7 \text{ J}$$

$$K_3 = \frac{1}{2}mv_3^2 \quad \rightarrow \quad v_3 = \pm \sqrt{\frac{2K_3}{m}} = \pm \sqrt{\frac{2(7,7)}{0,145}} =$$

Executar - exemplo 7.2

$$m = 0,145 \text{ kg} \quad v_1 = 0 \quad v_2 = 20 \text{ m/s} \\ y_1 = -0,50 \text{ m} \quad y_2 = 0 \quad y_3 = 15,0 \text{ m}$$

(a) Supondo a força \vec{F} de baixo para cima constante:

$$W_{outra} = F(y_2 - y_1) \quad F = \frac{W_{outra}}{y_2 - y_1} = \frac{29,7}{0,50} = \mathbf{59,0 \text{ N}}$$

(b) Velocidade escalar no ponto 3.

A energia mecânica é conservada:

$$K_2 + U_{grav,2} = K_3 + U_{grav,3}$$

$$U_{grav,3} = mgy_3 = (0,145)(9,80)(15,0) = \mathbf{21,3 \text{ J}}$$

$$K_3 = K_2 + U_{grav,2} - U_{grav,3} = 29,0 + 0 - 21,3 = \mathbf{7,7 \text{ J}}$$

$$K_3 = \frac{1}{2}mv_3^2 \quad \rightarrow \quad v_3 = \pm \sqrt{\frac{2K_3}{m}} = \pm \sqrt{\frac{2(7,7)}{0,145}} = \pm \mathbf{10,0 \text{ m/s}}$$

Avaliar - exemplo 7.2

1. A velocidade v_{3y} é positiva (+10 m/s) quando a bola está subindo e negativa (-10 m/s) quando ela está descendo.

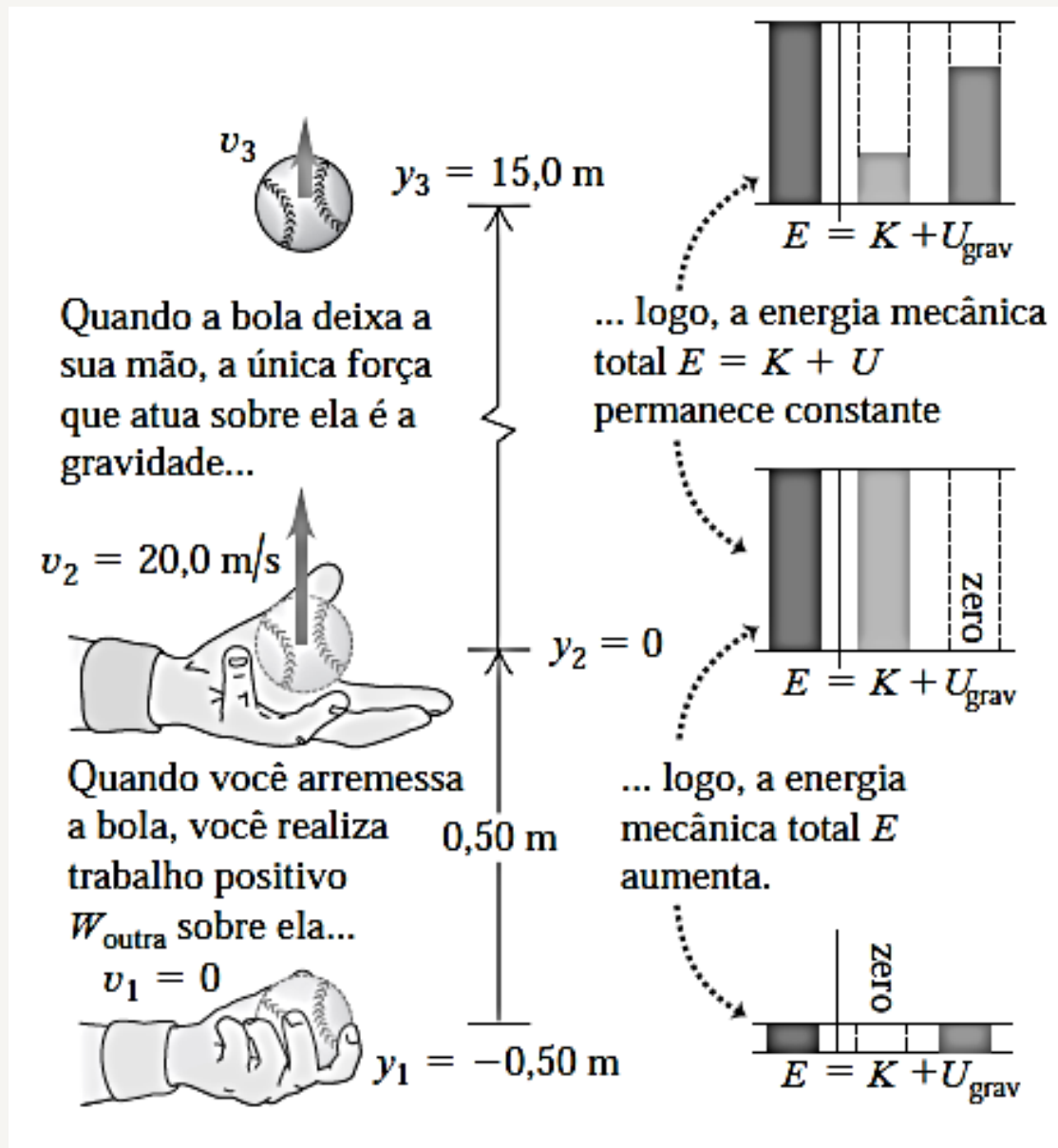
Avaliar - exemplo 7.2

1. A velocidade v_{3y} é positiva (+10 m/s) quando a bola está subindo e negativa (-10 m/s) quando ela está descendo.
2. A velocidade escalar v_{3y} , ou seja, o módulo da velocidade, igual a 10 m/s, é o mesmo nos dois casos.

Avaliar - exemplo 7.2

1. A velocidade v_{3y} é positiva (+10 m/s) quando a bola está subindo e negativa (-10 m/s) quando ela está descendo.
2. A velocidade escalar v_{3y} , ou seja, o módulo da velocidade, igual a 10 m/s, é o mesmo nos dois casos.
3. Em $y = 15,0$ m, a bola está a cerca de três quartos da sua altura máxima ($h_{\max} = 20,4$ m), portanto cerca de três quartos da sua energia mecânica deve estar na forma de energia potencial. Indicado nos gráficos de barras da energia, na Figura 7.6a

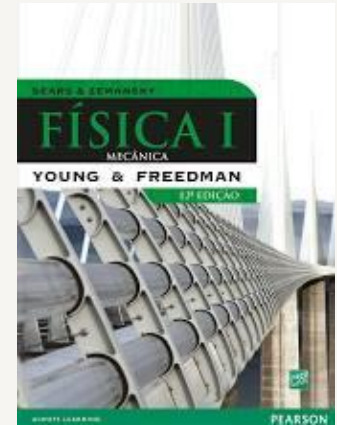
Gráficos da energia - exemplo 7.2



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