

A photograph of a roller coaster track against a clear blue sky. The track features a large loop and a steep drop. A roller coaster car is visible on the track, positioned on the downward slope. The background shows a light-colored building with a large circular opening. The text is overlaid on the right side of the image.

Energia Mecânica e sua Conservação

UC Análise de fenômenos
físicos da natureza

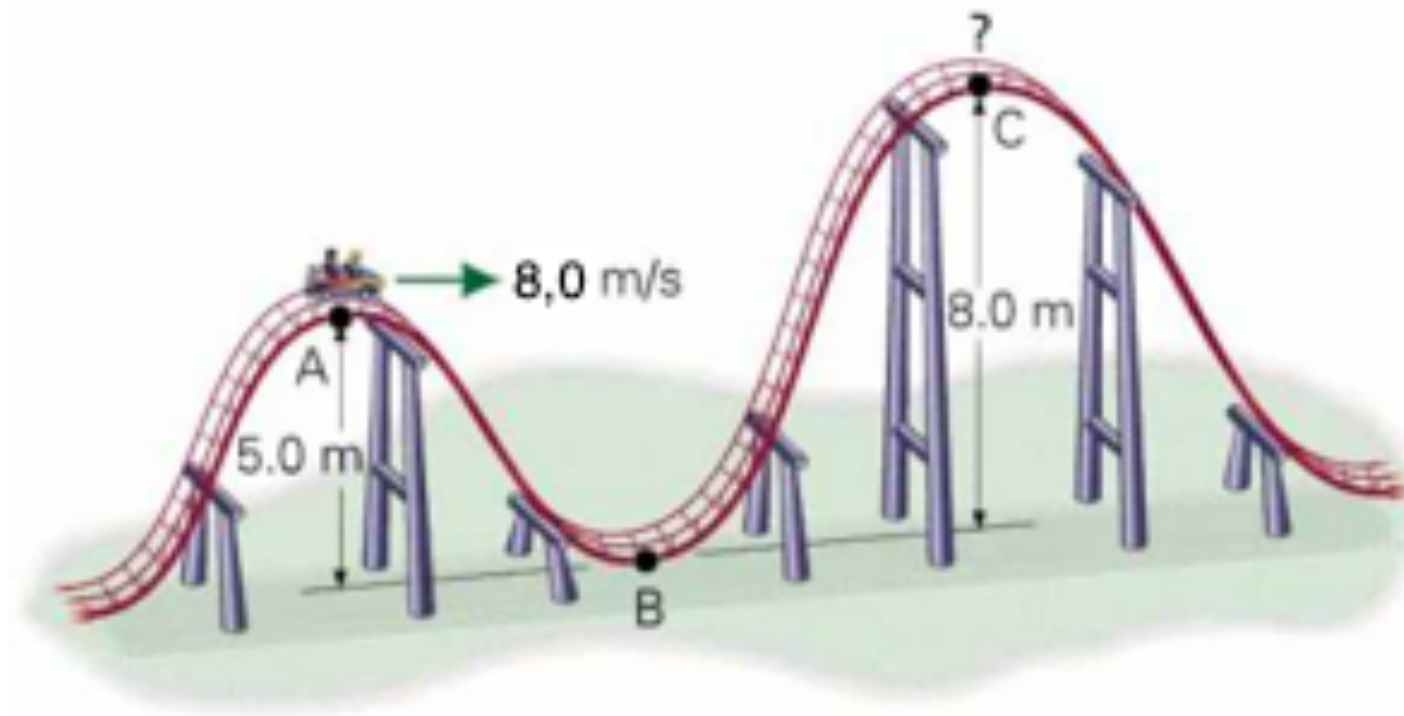
Prof. Simões

Objetivos dessa aula

- Ao concluir essa aula, você deverá poder:
 - Definir o que é energia
 - Identificar os três tipos de energia mecânica
 - Cinética
 - Potencial gravitacional
 - Potencial elástica
 - Calcular suas quantidades
 - Compreender o princípio da conservação de energia
 - Usar esse princípio para cálculos de movimentos

Problema típico

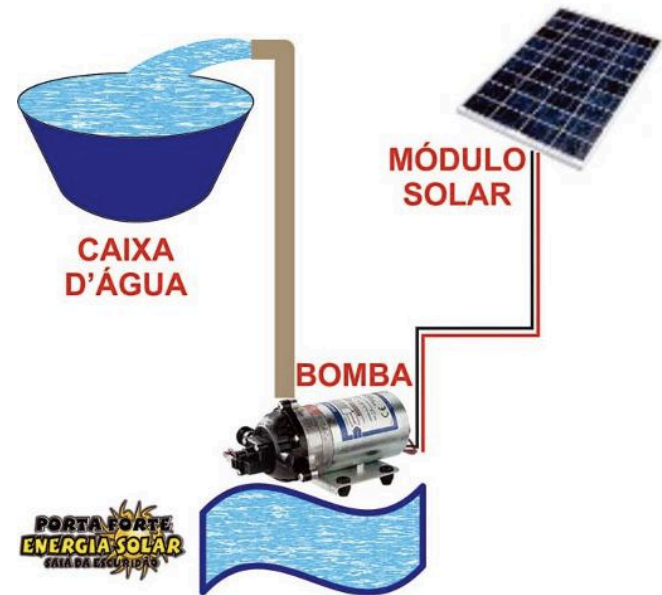
Supondo que o carrinho da figura tenha uma massa total de 220 kg, qual será sua velocidade nos pontos B e C da pista abaixo? Se, no final do trilho, houver uma mola de segurança para freá-lo com deformação de 1,0 metro, qual deve ser a constante elástica dessa mola?



Trabalho e energia

- Vimos que, para a realização de **trabalho**, precisamos **energia**.
- Podemos dizer também que, para aumentar o nível de energia de um sistema, realizamos um trabalho sobre ele.
- Por outro lado, quando um sistema diminui seu nível de energia, ele pode produzir trabalho com a energia 'perdida'.
- Em resumo:

$$\tau = \Delta E$$



Energia mecânica

- Podemos agrupar os tipos de energia mecânica em:



Cinética
O elemento **velocidade** estará presente.

Potencial elástica:
O elemento elasticidade (**mola**) estará presente.



Potencial gravitacional
O elemento **altura** estará presente.

Energia cinética

- A energia cinética está associada ao estado de **movimento** de um corpo.
- É possível intuir que quanto maior for a **velocidade** e a **massa** de um corpo, maior será sua energia cinética.



Energia cinética

- Matematicamente, podemos demonstrar essa afirmação, lembrando que na cinemática, de Torricelli, temos:

$$v^2 = v_0^2 + 2a\Delta x \Rightarrow a = \frac{v^2 - v_0^2}{2\Delta x}$$

- Usando a segunda lei de Newton:

$$F = m \cdot a \Rightarrow F = m \cdot \frac{v^2 - v_0^2}{2\Delta x} \Rightarrow F \cdot \Delta x = \frac{mv^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2}$$

- Vimos que $\tau = F \cdot \Delta x$. Assim:

$$\tau = \frac{mv^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2}$$

Energia cinética

- Vimos que :

$$\tau = \Delta E \Rightarrow \tau = E_{cf} - E_{ci}$$

- Assim, na equação:

$$\tau = \frac{mv^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2}$$

- Cada parcela $\frac{mv^2}{2}$ representa um nível de energia cinética.

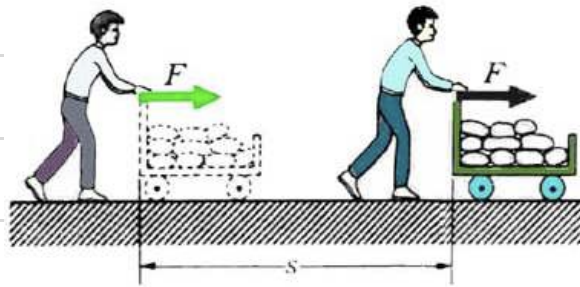
Assim:

$$E_c = \frac{mv^2}{2}$$

A unidade da energia cinética, portanto, também é Joule (como o trabalho)

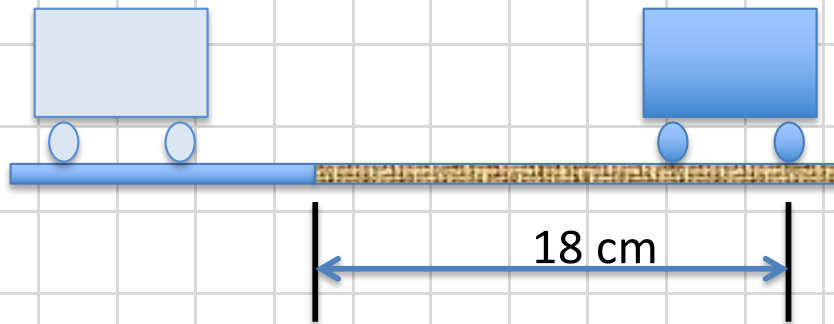
Exemplo

Um corpo de 5,0 kg está a uma velocidade constante de 10 m/s. Aplica-se uma força que eleva essa velocidade para 15 m/s. Calcular a energia cinética do móvel no estado inicial e final, e o trabalho aplicado.

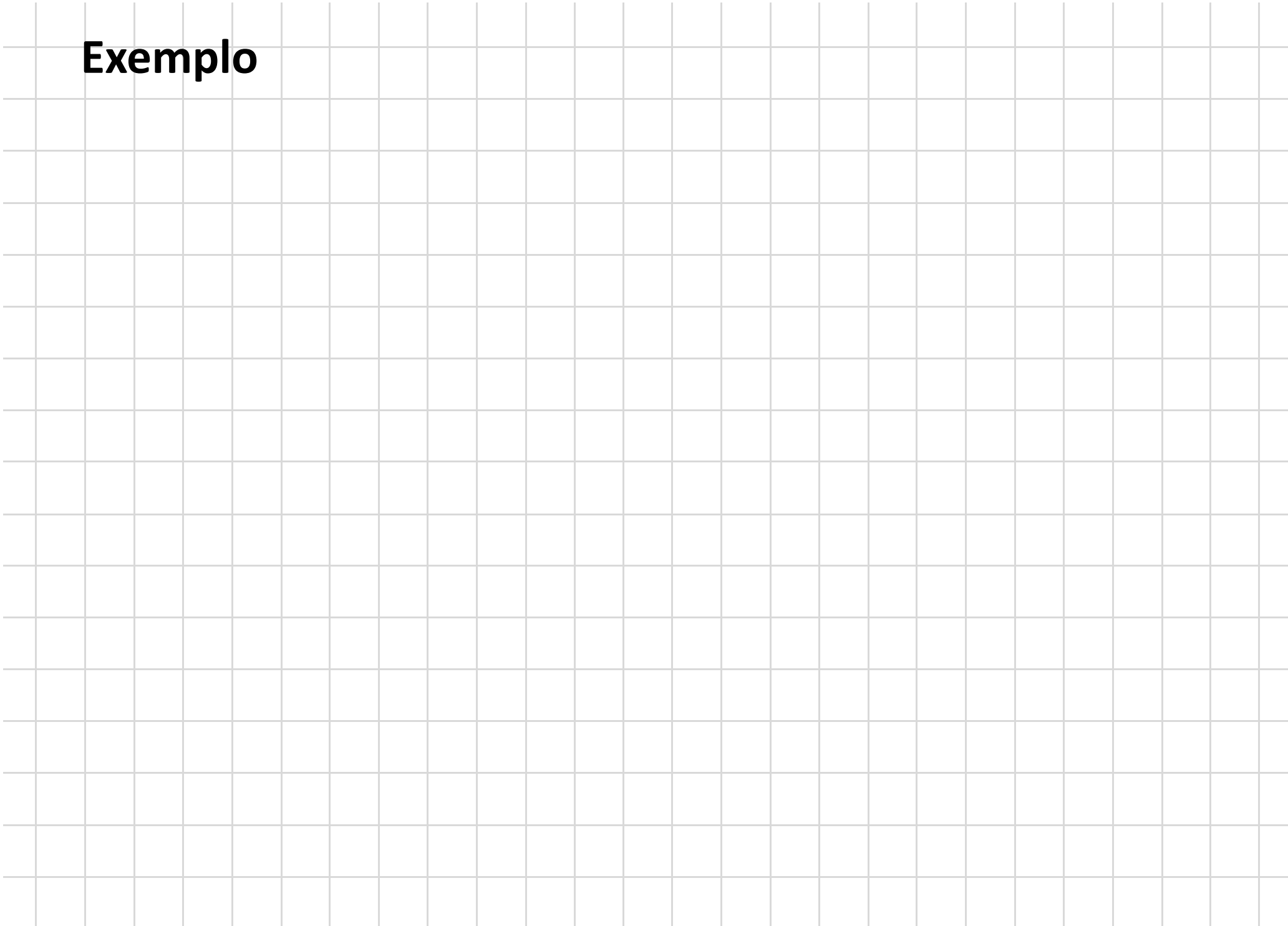


Exemplo

Um carrinho de 2,0 kg desliza a uma velocidade constante de 3,0 m/s sobre uma superfície lisa de atrito desprezível, e entra numa superfície rugosa, parando em 18 cm. Qual o valor do coeficiente de atrito que atuou para fazer o carrinho parar? Resolver usando Torricelli/Newton e pelo conceito de energia.

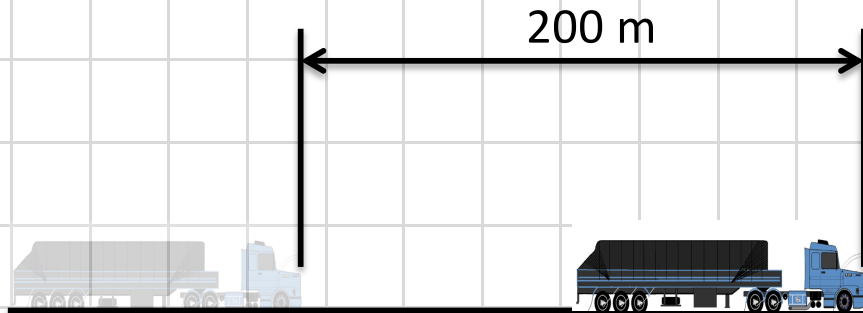


Exemplo

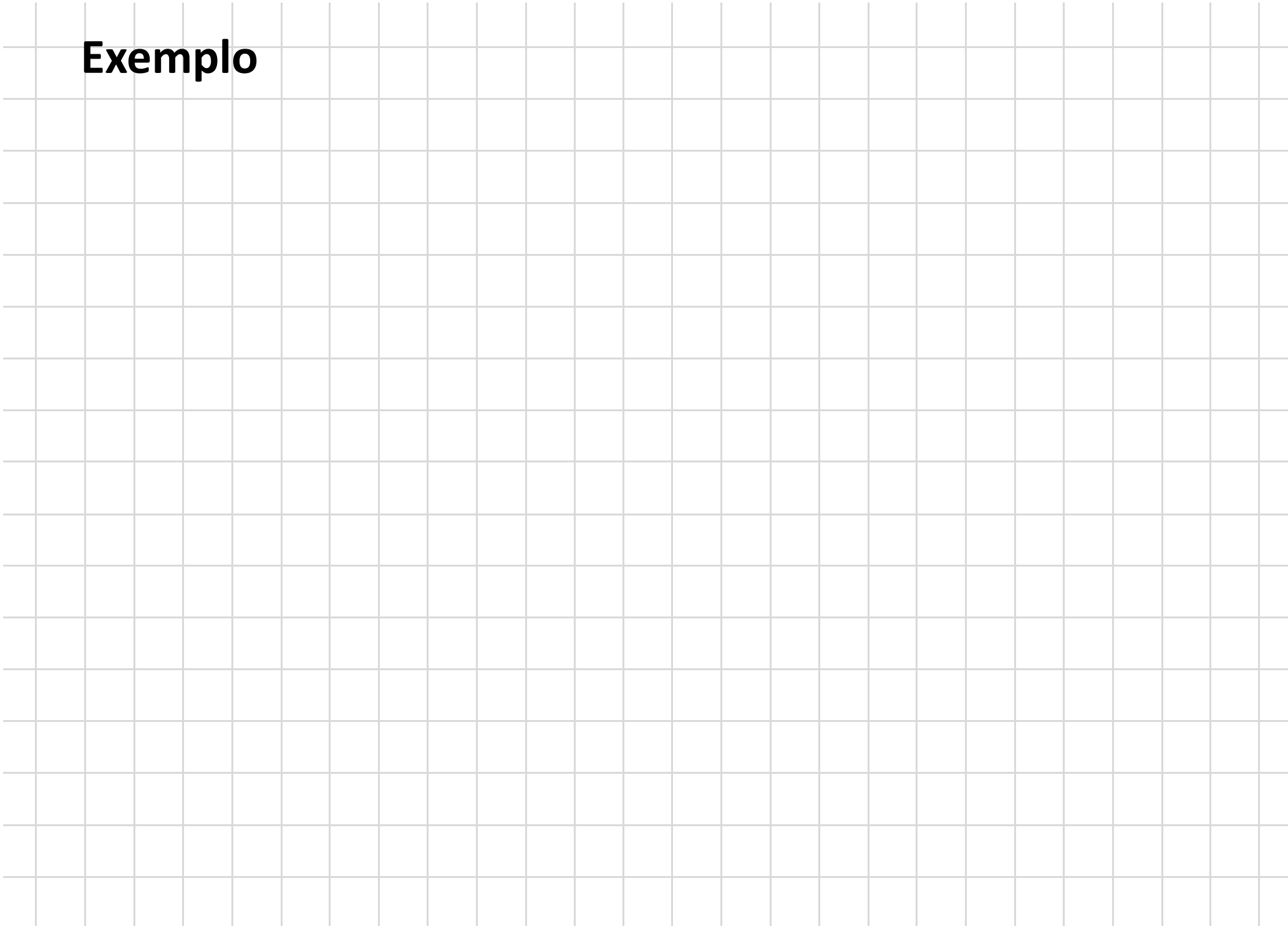


Exemplo

Qual a força necessária para parar uma carreta de 50 T que está a 50 km/h numa distância de frenagem de 200 m? Qual a potência desenvolvida pelo freio nessa frenagem?



Exemplo



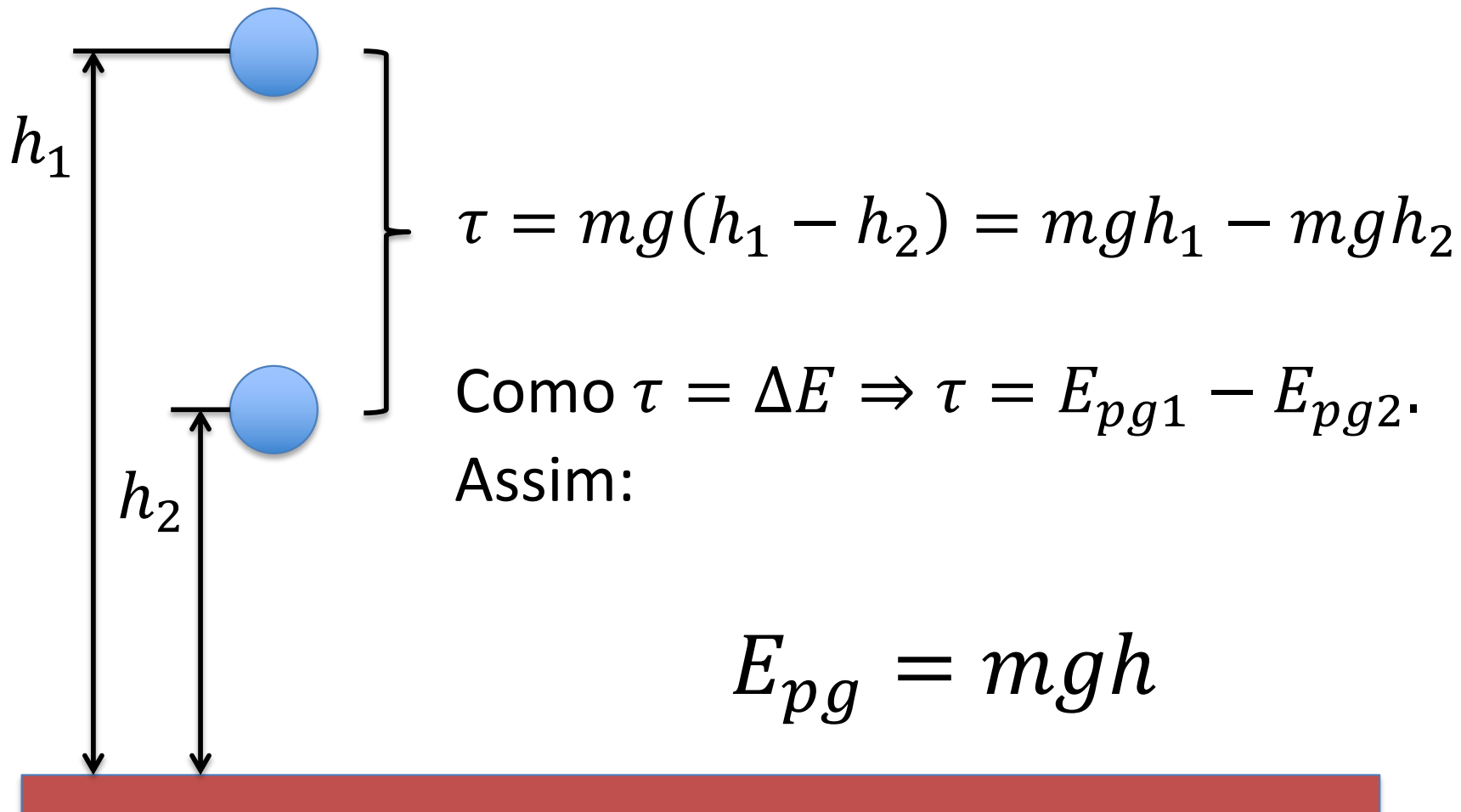
Energia potencial gravitacional

- Quando um corpo está a certa **altura**, também podemos associar a ele um estado energético.
- Essa energia será tanto maior quanto maior for a **altura** desse corpo e sua **massa**.



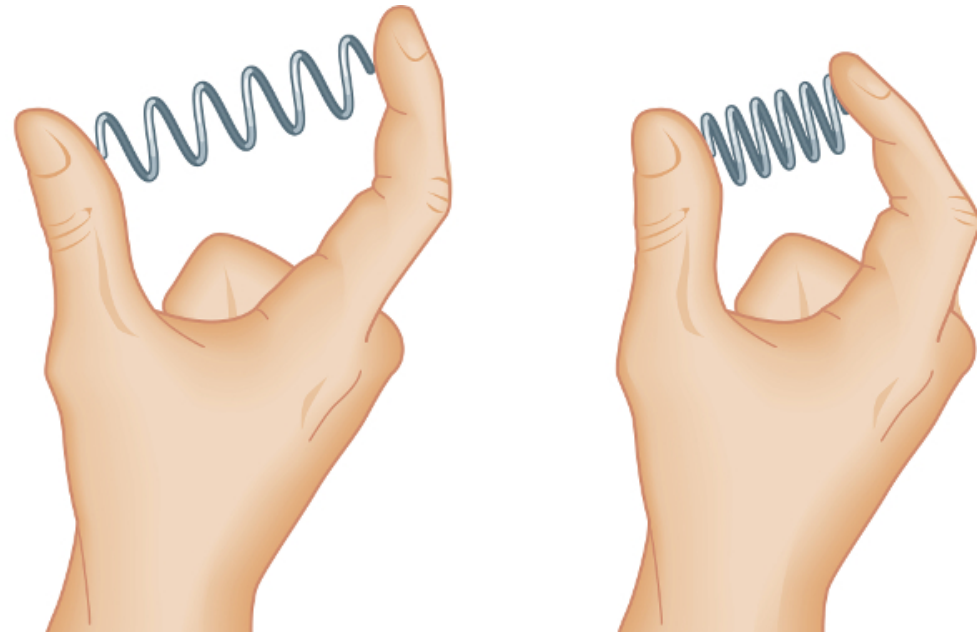
Energia potencial gravitacional

- Vimos que o trabalho produzido pela força peso é dado por:



Energia potencial elástica

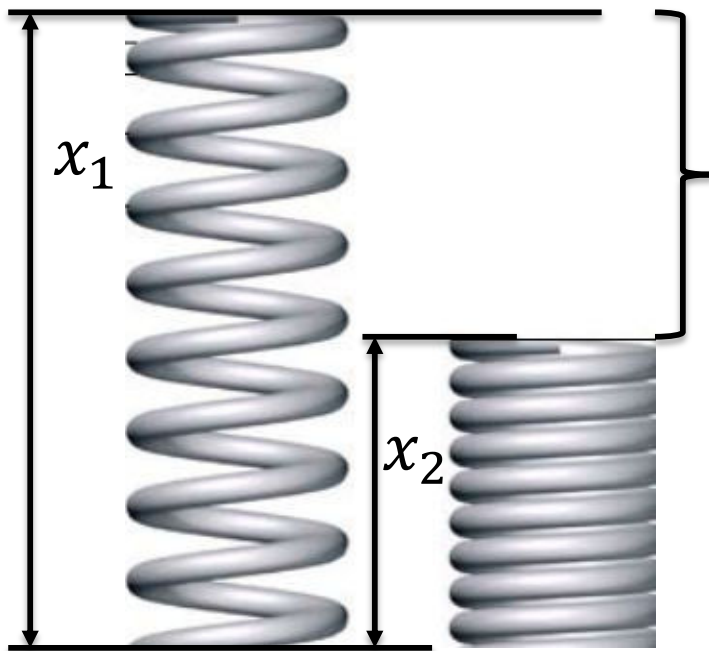
- A energia acumulada em uma mola está associada à sua **constante elástica** e à **deformação**:



Quanto maior a constante elástica e a deformação, maior a energia elástica.

Energia potencial elástica

- Vimos que o trabalho produzido pela força elástica é dado por:



$$\tau = \frac{k(x_1 - x_2)^2}{2} = \frac{kx_1^2}{2} - \frac{kx_2^2}{2}$$

Como $\tau = \Delta E \Rightarrow \tau = E_{pe1} - E_{pe2}$.

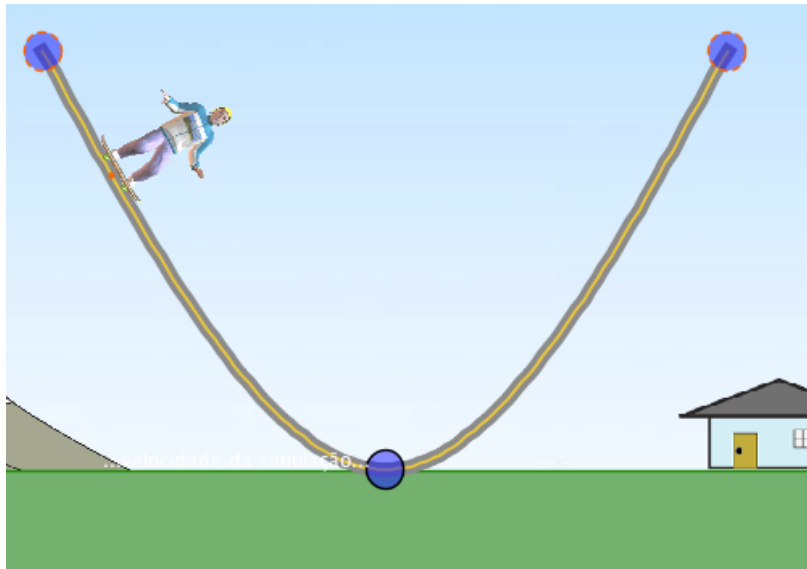
Assim:

$$E_{pe} = \frac{kx^2}{2}$$

Energia mecânica total

- Um sistema mecânico pode apresentar uma ou mais formas de energia ao mesmo tempo.
- A energia mecânica total de um sistema será dada pela soma de cada uma das energias presentes:

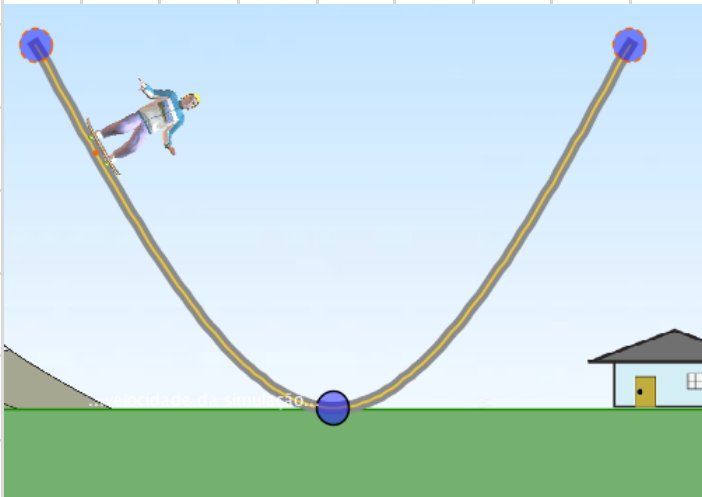
$$E = E_c + E_g + E_{el}$$



Por exemplo, como o skatista tem massa, velocidade e altura, sua energia total é dada pela soma da energia cinética e a potencial a cada instante.

Exemplo

Supondo a velocidade do skatista em $5,0 \text{ m/s}$ na altura de 10 m , e sua massa 60 kg , calcule sua energia mecânica total.



Conservação de energia

- Um dos princípios mais importantes da Física:

A quantidade total de energia de um sistema fechado permanece constante.

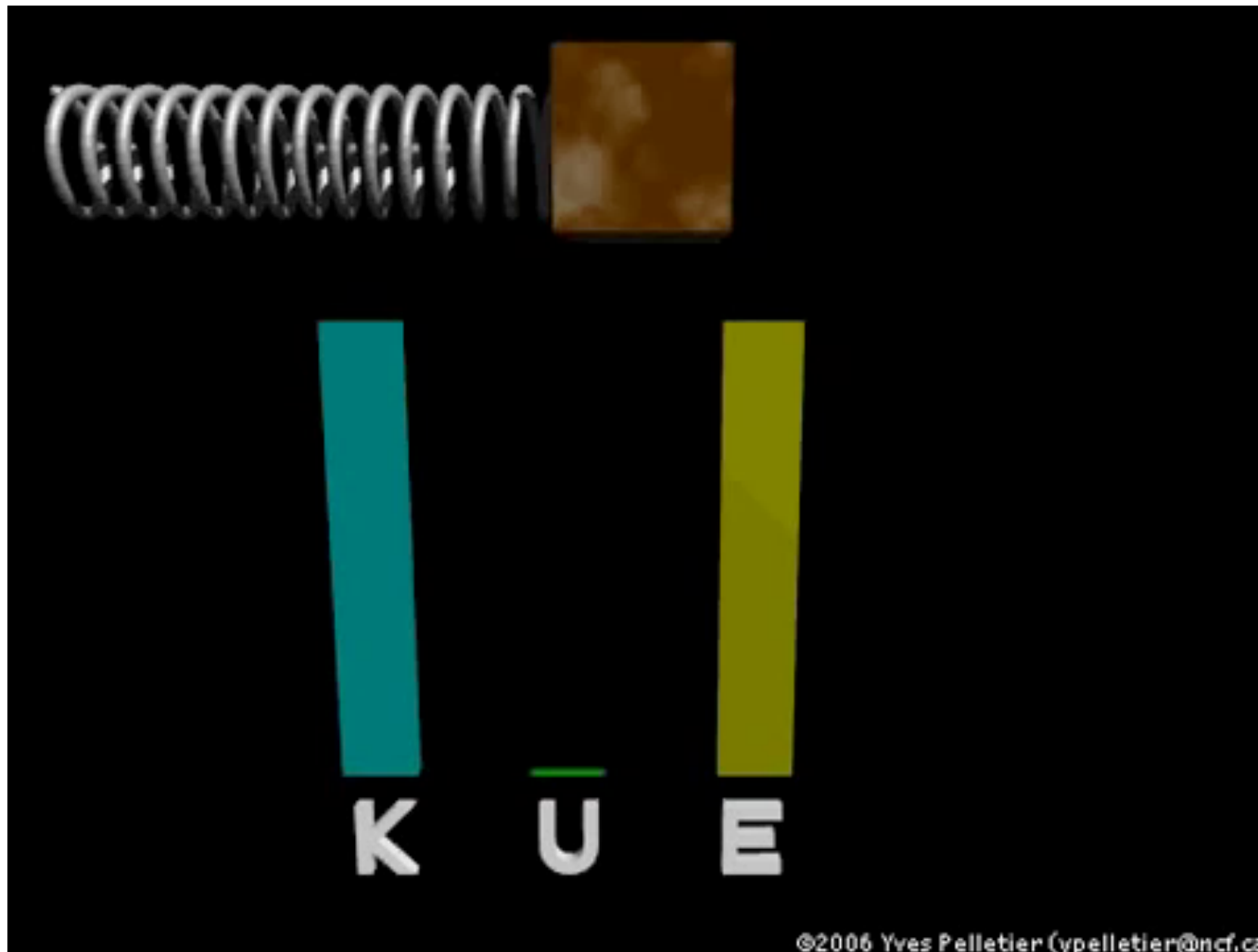
$$E_{inicial} = E_{final}$$



Em qualquer ponto da trajetória, o skatista terá o mesmo nível de energia.

Conservação da energia

- As energias podem mudar de natureza, mas o total permanecerá constante:



Exemplo

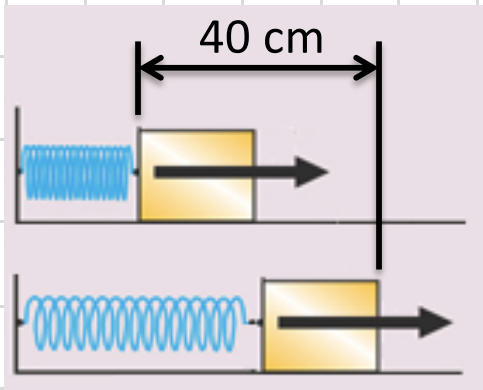
Uma maçã desprende-se de um galho a 3,0 metros de altura.
Com que velocidade chegará ao solo?



by Frits Ahlefeldt

Exemplo

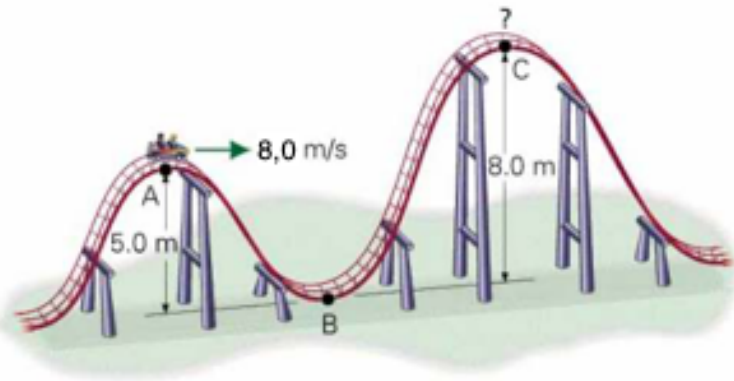
Um corpo com massa $5,0 \text{ kg}$ está apoiado numa superfície e comprime uma mola de constante elástica $k=500 \text{ N/m}$. A deformação da mola é de 40 cm . Determine a velocidade que ele alcança ao ser liberado e perder o contato com a mola.



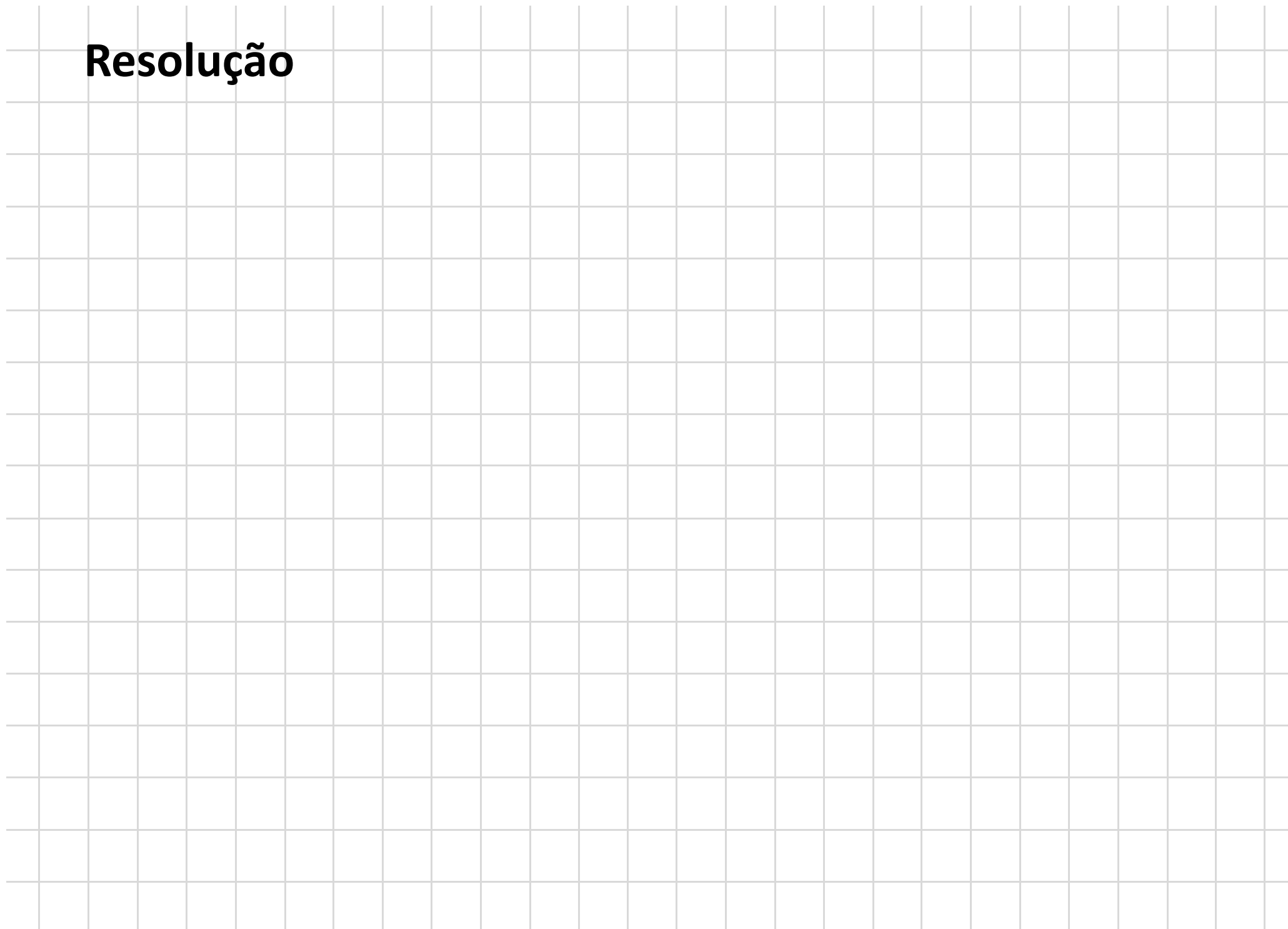
Exemplo

Supondo que o carrinho da figura tenha uma massa total de 220 kg, qual será sua velocidade nos pontos B e C da pista abaixo?

Se, no final do trilho, houver uma mola de segurança para freá-lo com deformação de 1,0 metro, qual deve ser a constante elástica dessa mola?

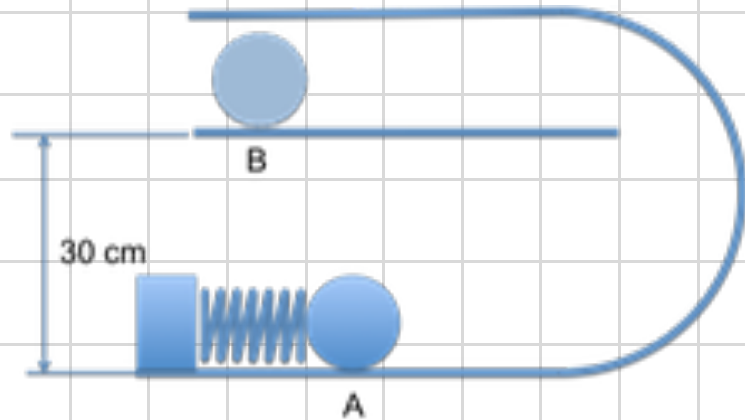


Resolução



Exemplo

Uma mola com constante elástica de 150 N/m , comprimida de 25 cm , é liberada e empurra uma esfera de 500 g no ponto A pela trajetória representada. Calcule (a) a velocidade da esfera assim que é liberada pela mola, (b) com que velocidade ela passará pelo ponto B, que fica 30 cm acima de A e (c) qual seria a maior altura em que a rampa B poderia ser colocada (na qual a velocidade da esfera seria nula).

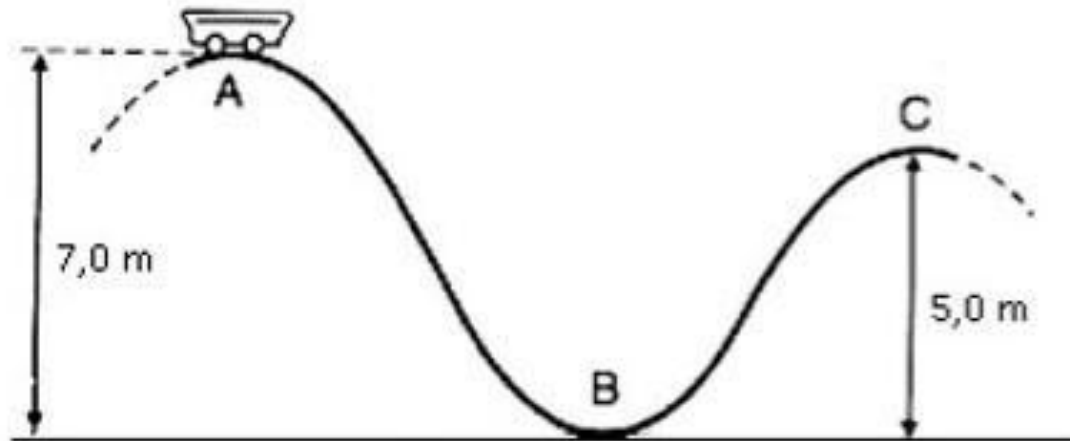


Resolução



Exercício proposto

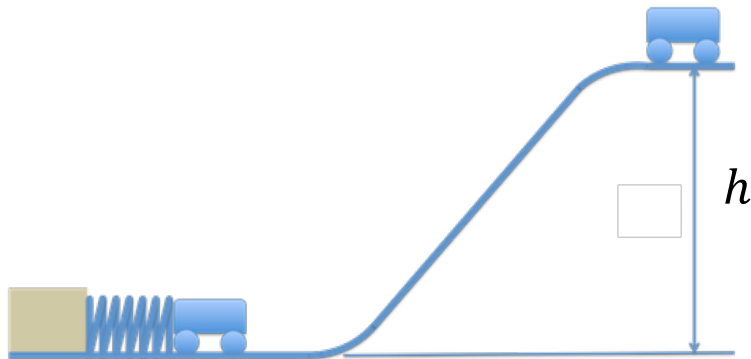
Um carrinho de carga parte do repouso de uma altura de 7,0 m, no ponto A. Qual será sua velocidade nos pontos B e C, supondo ausência de atrito?



Resposta: 6,3 m/s

Exercício proposto

Um carrinho de 3,0 kg de massa comprime uma mola de constante elástica 1200 N/m, com uma deformação de 50 cm. Ao liberar a mola, ele ganha impulso e alcança uma rampa onde desenvolve uma velocidade de 2,0 m/s. Qual a altura da rampa?



Resposta: 4,9 m

Conclusão

- Ao concluir essa aula, você deve poder:
 - Definir o que é energia
 - Identificar os três tipos de energia mecânica
 - Cinética
 - Potencial gravitacional
 - Potencial elástica
 - Calcular suas quantidades
 - Compreender o princípio da conservação de energia
 - Usar esse princípio para cálculos de movimentos