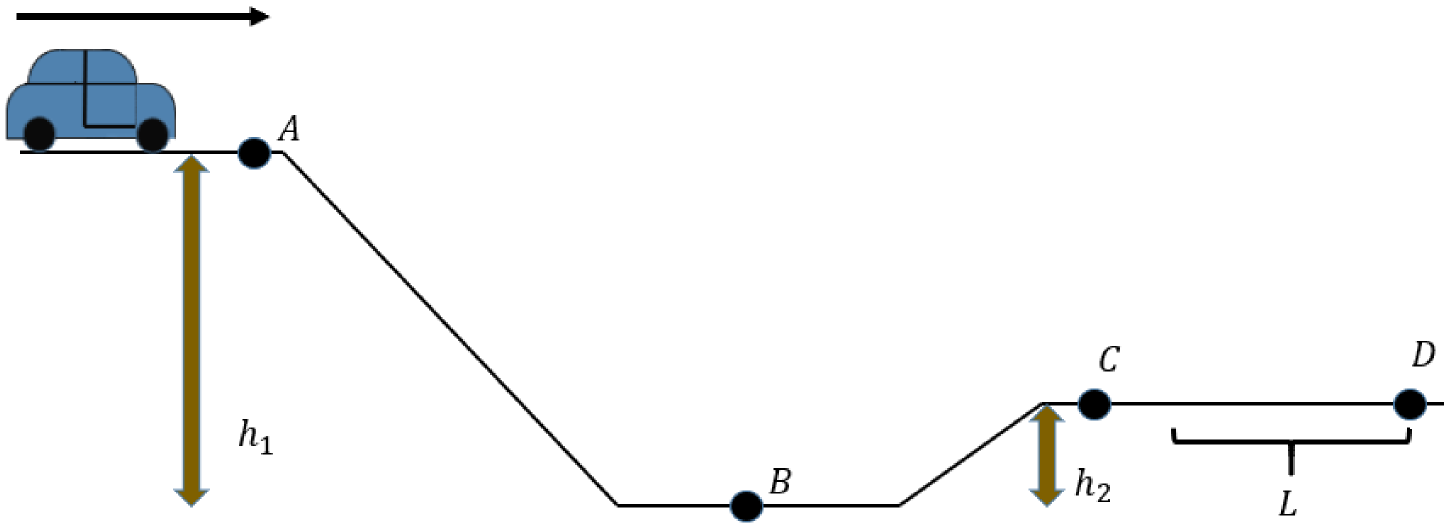
www.estudar.com.vc

P1 2017 v2 UFABC Adaptada

Exercício 3b Trabalho da Força de Atrito

Explicação

3. A figura ilustra um carrinho de brinquedo que percorre um circuito. Inicialmente, o carrinho de massa m é empurrado e solto a uma velocidade $v_0 = 7\ m/s$. O percurso do carrinho é feito sem atrito até chegar no trecho de comprimento $L = 12\ m$, onde o coeficiente de atrito cinético é $\mu = 0,7$. Considere que não há rotação das rodas do carrinho no percurso com atrito. Sabe-se também que as alturas indicadas são $h_1 = 6\ m$ e $h_2 = 2\ m$, determine:



b. O carrinho atinge o ponto D? Caso a resposta seja afirmativa, determine a velocidade do carrinho nesse ponto. Caso a reposta seja negativa, calcule a distância que o carrinho percorre na parte com atrito.

A partir do ponto C, o carrinho percorre um caminho plano, isto é, não sobe nem desce. Assim, **não** haverá mais **conversão** de energia **potencial em cinética** e vice-versa.

Para descobrirmos se o carrinho atinge o ponto D, precisamos descobrir se o **trabalho** exercido pela **força de atrito** é **maior ou igual** à **energia cinética** do carrinho no **ponto C**, pois o atrito aqui age de modo a dissipar energia cinética de C até D.

Primeiro podemos **supor** que o carrinho percorreu todo o trajeto do ponto C até o ponto D e calcular o trabalho que o atrito faria nesse percurso. Se o trabalho for **maior** que a **energia cinética** que o carrinho tinha disponível no ponto C, isso significa que toda a energia cinética foi "retirada" e o carrinho deveria ter **parado** antes de D.

Da mesma forma, se a **energia cinética** for **maior** que o **trabalho**, o carrinho continuaria se movendo, **passando** pelo ponto $\boldsymbol{D}$ (ainda "sobraria" energia cinética para o carrinho passar de D). Se a energia cinética for **igual** ao trabalho, significa que o carrinho **parará exatamente** no ponto D.

Feita essa análise, vamos calcular o trabalho do atrito no percurso:

$$W = F_{at} \cdot d \cdot cos\theta$$

No caso do exercício, a força de atrito forma um ângulo $\theta = 180°$ com o deslocamento (a força de atrito é **oposta** ao deslocamento).

$$cos\theta = cos180° = -1 \ \Rightarrow$$

$$\Rightarrow W = F_{at} \cdot d \cdot cos\theta = -F_{at} \cdot d$$

Lembrando do cálculo da força de atrito cinético:

$$F_{at} = N \cdot \mu$$

A força normal "anula" a força peso (tem **mesmo módulo**, mesma direção e sentido oposto), logo:

$$N = P = mg$$

Substituindo o valor de N no cálculo da força de atrito:

$$F_{at} = N \cdot \mu \Longrightarrow F_{at} = mg\mu$$

Agora vamos substituir F_{at} na equação do trabalho:

$$W = -F_{at} \cdot d = -mg\mu d$$

Vamos substituir $g = 10\ m/s^2$, $\mu = 0{,}7$ e $d = 12\ m$:

$$W = -m \cdot 10 \cdot 0{,}7 \cdot 12 \Longrightarrow \boldsymbol{W = -84m}$$

O trabalho está calculado, agora é hora de calcular a **energia cinética** do carrinho no ponto C. Vamos usar o que descobrimos no item **a.** ($v_C = \sqrt{129}\ m/s$) e aplicar a fórmula da energia cinética:

$$T_C = \frac{m{v_C}^2}{2} = \frac{129m}{2} = \boldsymbol{64{,}5m}$$

Percebemos que o módulo do **trabalho** é **maior** que a **energia cinética** em módulo ($84m > 64{,}5m$). Assim, concluímos que o carrinho **não chega ao ponto $\boldsymbol{D}$**, pois a energia cinética do carrinho diminui até chegar a 0 ao longo do percurso.

O exercício também pede o quanto o carrinho se movimenta no percurso com atrito antes de parar.

Sabemos que a força responsável por "frear" o carrinho é a força de atrito, então, podemos calcular a **aceleração** gerada pela força de atrito e aplicar

Torricelli para descobrir o quanto o carrinho se movimenta no percurso com atrito antes de parar completamente.

Primeiro, vamos calcular a aceleração gerada pela força de atrito:

$$F_{at} = N \cdot \mu$$

$$F_{at} = mg\mu$$

$$mg\mu = ma \Longrightarrow a = g\mu$$

Substituindo os valores de g e de μ (vamos mudar o sinal de a, pois essa aceleração será horizontal para a esquerda, e, portanto, deve ser **negativa**):

$$a = -7\ m/s^2$$

Aplicaremos Torricelli, usando $v = 0$ (no fim, o carrinho estará parado) e $v_0 = \sqrt{129}$ (velocidade com que o carrinho entra no ponto C):

$$v^2 = v_0^2 + 2a\Delta S$$

$$0 = 129 + 2(-7)\Delta S$$

$$\Delta S = \frac{129}{14} \approx 9{,}2\ m$$

Resposta esperada: O carrinho não atinge o ponto D. A distância percorrida pelo carrinho ao longo do trajeto com atrito é de aproximadamente $9,2\ m$.