## Analisando se um corpo consegue ou não atingir determinada posição em um movimento contido no plano vertical

Setor A: Aulas 28 e 29 / Pg. 529 / Alfa 4

- SL 02 Teoria / Revisão
- SL 04 Exercícios

Apresentação e demais documentos: fisicasp.com.br



Professor Caio – Física / Setor A

## Sistema conservativo

- Sujeitos apenas ao trabalho das forças conservativas
- Força peso

- O trabalho das forças não conservativas é nulo ou não existe.
- Em um sistemas conservativo ocorre a conservação da energia mecânica

$$E_m = E_p + E_c = cte$$

• Energia cinética - •  $E_c = \frac{1}{2} \text{ m. v}^2$ 

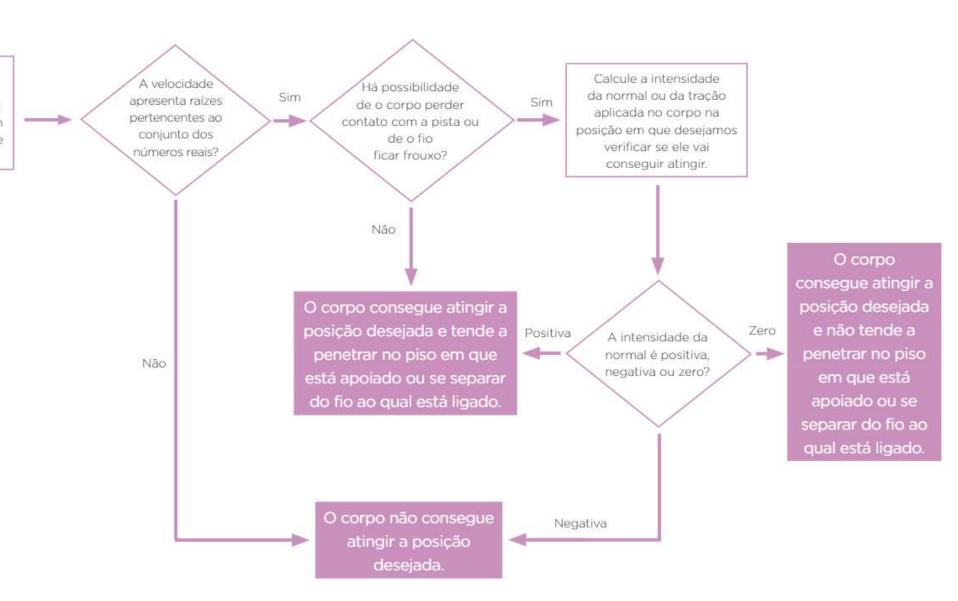
• 
$$E_{p grav} = m \cdot g \cdot h$$

• 
$$E_{p\;grav} = m \cdot g \cdot h$$
  
• Energia potencial •  $E_{p\;el\acute{a}stica} = \frac{1}{2} \, \mathbf{k} \cdot \mathbf{x}^2$   
•  $E_{p\;el\acute{e}trica} = \frac{k \cdot Q \cdot q}{r}$ 

• 
$$E_{p \ el\acute{e}trica} = \frac{k \cdot Q \cdot Q}{r}$$

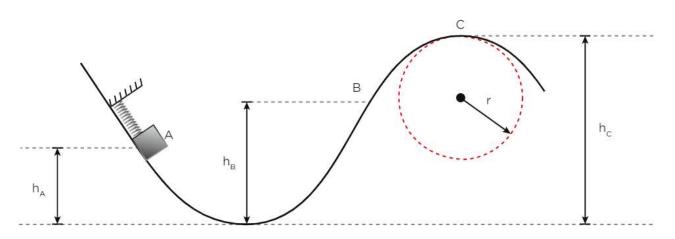


Aplique o teorema dos sistemas conservativos entre a posição em que o corpo está e a posição em que desejamos verificar se ele vai conseguir atingir.



## **Exercícios**

1. Uma experiência pode ser esquematizada da seguinte maneira:



Um corpo de 0,2 kg é comprimido contra uma mola, deformando-a. Essa mola possui constante elástica de 200 N/m. Uma vez solta a mola, ela empurra o corpo, acelerando-o. Quando o corpo abandona a mola (o corpo é abandonado), ele se encontra na altura  $h_A$  = 0,5 m. Dependendo da deformação da mola, o corpo percorre a pista, podendo ou não atingir os pontos B e C. A altura dos pontos B e C são, respectivamente,  $h_B$  = 0,7 m e  $h_C$  = 1,0 m. O raio r da curva é 40 cm.

I. Avalie se o corpo consegue atingir o ponto B no caso da deformação x da mola ser:

a) 
$$x = 5 cm$$

b) 
$$x = \sqrt{40} \text{ cm}$$

c) 
$$x = 10 cm$$

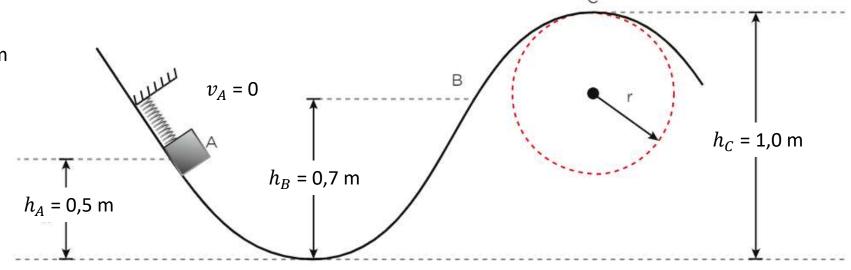
II. Avalie se o corpo consegue atingir o ponto C no caso da deformação x da mola ser:

b) 
$$x = 10 cm$$

c) 
$$x = \sqrt{140} \text{ cm}$$

d) 
$$x = 20 \text{ cm}$$

- m = 0.2 kg
- k = 200 N/m



I. Avalie se o corpo consegue atingir o ponto B no caso da deformação x da mola ser:

a) 
$$x = 5 cm$$

b) 
$$x = \sqrt{40} \text{ cm}$$

c) 
$$x = 10 cm$$

$$E_{m(B)} = E_{m(A)}$$

$$E_{C(B)} + E_{pg(B)} = E_{pg(A)} + E_{pel(A)}$$

$$\frac{1}{2}$$
. m.  $v_B^2$  + mg $h_B$  = mg $h_A$  +  $\frac{1}{2}$ . k.  $x^2$ 

$$\frac{1}{2}$$
. 0,2.  $v_B^2$  + 0,2.10.0,7 = 0,2.10.0,5 +  $\frac{1}{2}$ . 200 .  $x^2$ 

$$0.1. v_B^2 + 1.4 = 1 + 100. x^2$$

$$0.1. v_B^2 = 100. x^2 + 1 - 1.4$$

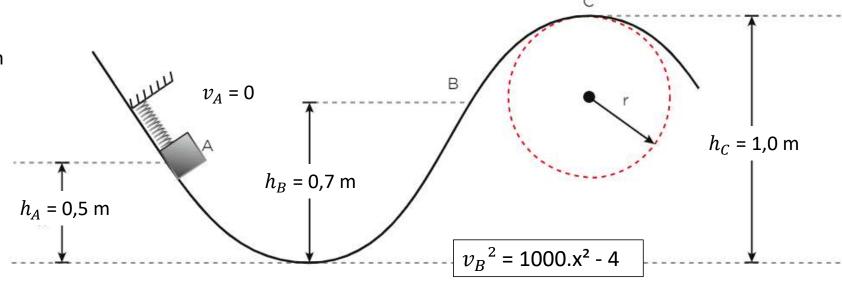
$$0.1. v_B^2 = 100. x^2 - 0.4$$

$$v_B^2 = \frac{100 \cdot x^2 - 0.4}{0.1}$$

$$v_B^2 = 1000.x^2 - 4$$

• m = 0.2 kg





I. Avalie se o corpo consegue atingir o ponto B no caso da deformação x da mola ser:

a) 
$$x = 5 cm$$

b) 
$$x = \sqrt{40} \text{ cm}$$

c) 
$$x = 10 cm$$

a) 
$$x = 5 cm = 0.05 m$$

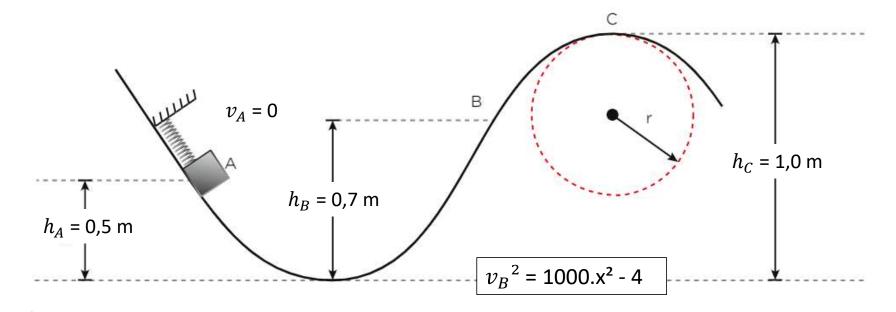
$$v_B^2$$
 = 1000. 0,05<sup>2</sup> - 4

$$v_B^2$$
 = 1000. 0,0025 - 4

$$v_B^2 = 2.5 - 4 = -1.5$$

Não há raiz real ∴ o corpo não atinge o ponto B

- m = 0.2 kg
- k = 200 N/m



I. Avalie se o corpo consegue atingir o ponto B no caso da deformação x da mola ser:

a) 
$$x = 5 cm$$

b) 
$$x = \sqrt{40} \text{ cm}$$

c) 
$$x = 10 cm$$

b) 
$$x = \sqrt{40} \ cm = \sqrt{40} \ . \ 10^{-2} \ m$$

$$v_B^2 = 1000. (\sqrt{40} \cdot 10^{-2})^2 - 4$$

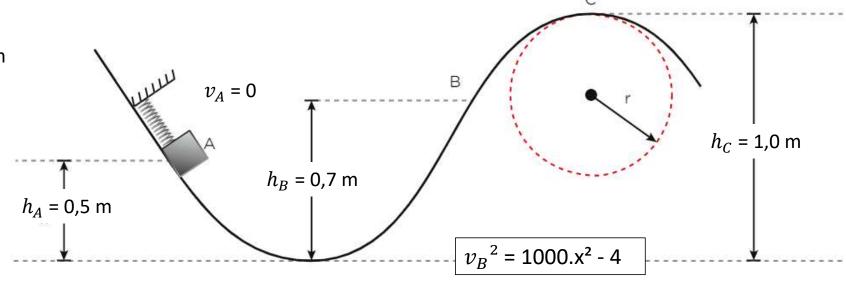
$$v_B^2$$
 = 1000. 40.  $10^{-4}$  - 4

$$v_B^2 = 4 - 4 = 0 \rightarrow v_B = 0$$

Há possibilidade do corpo perder contato com a pista? NÃO

o corpo atinge o ponto B com  $v_B = 0$ 

- m = 0.2 kg
- k = 200 N/m



I. Avalie se o corpo consegue atingir o ponto B no caso da deformação x da mola ser:

a) 
$$x = 5 cm$$

b) 
$$x = \sqrt{40} \text{ cm}$$

c) 
$$x = 10 cm$$

c) 
$$x = 10 cm = 0.1 m$$

$$v_B^2$$
 = 1000. 0,1<sup>2</sup> - 4

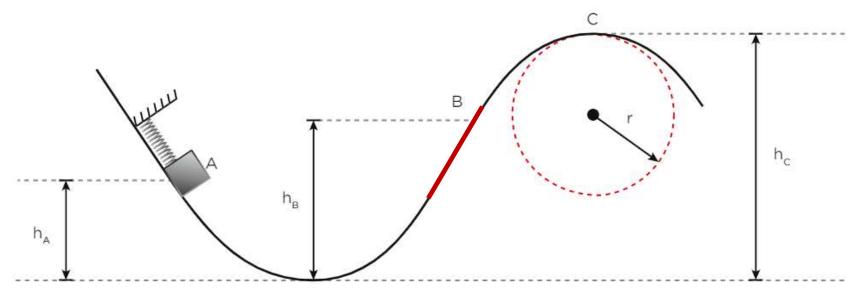
$$v_B^2$$
 = 1000. 0,01 - 4

$$v_B^2 = 10 - 4 = 6$$

$$|v_B| = \sqrt{6} \text{ m/s}$$

Há possibilidade do corpo perder contato com a pista? NÃO

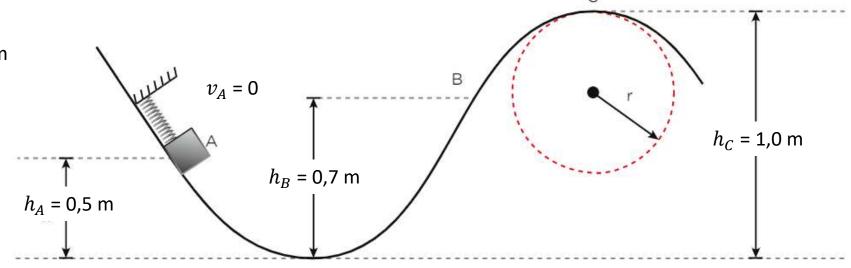
o corpo atinge o ponto B com  $|v_B| = \sqrt{6}$  m/s







- m = 0.2 kg
- k = 200 N/m



II. Avalie se o corpo consegue atingir o ponto C no caso da deformação x da mola ser:

b) 
$$x = 10 \text{ cm}$$

c) 
$$x = \sqrt{140}$$
 cm

d) 
$$x = 20 \text{ cm}$$

$$E_{m(C)} = E_{m(A)}$$

$$E_{C(C)} + E_{pg(C)} = E_{pg(A)} + E_{pel(A)}$$

$$\frac{1}{2}$$
. m.  $v_C^2$  + mg $h_C$  = mg $h_A$  +  $\frac{1}{2}$ . k.  $x^2$ 

$$\frac{1}{2}$$
. 0,2.  $v_C^2$  + 0,2.10.1 = 0,2.10.0,5 +  $\frac{1}{2}$ . 200.  $x^2$ 

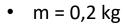
$$0.1. v_C^2 + 2 = 1 + 100. x^2$$

$$0.1. v_C^2 = 100. x^2 + 1 - 2$$

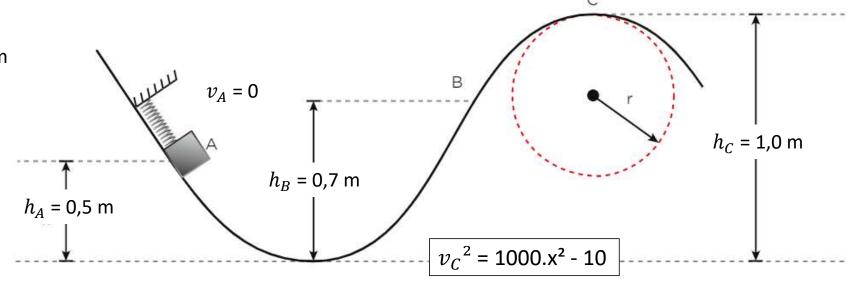
$$0.1. v_C^2 = 100. x^2 - 1$$

$$v_C^2 = \frac{100 \cdot x^2 - 1}{0.1}$$

$$v_C^2 = 1000.x^2 - 10$$



• k = 200 N/m



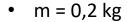
II. Avalie se o corpo consegue atingir o ponto C no caso da deformação x da mola ser:

$$v_C^2$$
 = 1000. 0,08<sup>2</sup> - 10

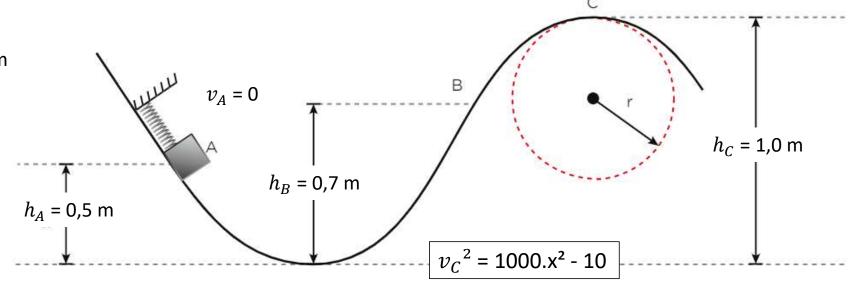
$$v_C^2$$
 = 1000. 0,0064 - 10

$$v_C^2 = 6.4 - 10 = -3.6$$

Não há raiz real ∴ o corpo não atinge o ponto C



• k = 200 N/m



II. Avalie se o corpo consegue atingir o ponto C no caso da deformação x da mola ser:

b) 
$$x = 10 \text{ cm} (0.1 \text{ m})$$

$$v_C^2$$
 = 1000. (0,1)<sup>2</sup> - 10

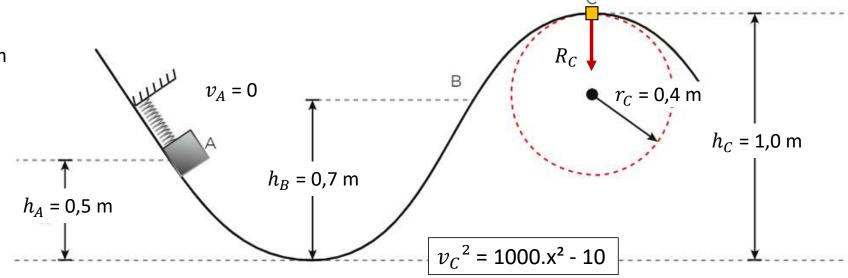
$$v_C^2$$
 = 1000. 0,01 - 10

$$v_C^2 = 10 - 10 = 0 \rightarrow v_C = 0$$

Há possibilidade do corpo perder contato com a pista? NÃO

o corpo atinge o ponto C com  $v_B = 0$ 

- m = 0.2 kg
- k = 200 N/m



II. Avalie se o corpo consegue atingir o ponto C no caso da deformação x da mola ser:

c) 
$$x = \sqrt{140} \text{ cm}$$

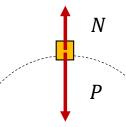
$$(\sqrt{140} \cdot 10^{-2} \text{ m})$$

$$v_C^2 = 1000. (\sqrt{140} \cdot 10^{-2})^2 - 10$$

$$v_C^2$$
 = 1000. 140 . 10<sup>-4</sup> - 10

$$v_C^2 = 14 - 10 = 4 \rightarrow |v_C| = 2 \text{ m/s}$$

Há possibilidade do corpo perder contato com a pista? SIM



$$R_C = m \cdot a_C$$

$$P - N = m \cdot a_c$$

$$m.g - N = m.\frac{v^2}{r}$$

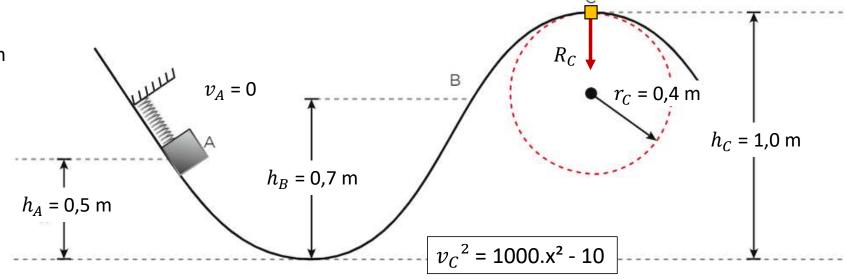
$$0.2.10 - N = 0.2.\frac{2^2}{0.4}$$

$$2 - N = 0,2.10$$

$$2 - N = 2 \rightarrow N = 0$$

O corpo atinge o ponto C com  $|v_C|$  = 2 m/s na iminência de perder contato com a pista

- m = 0.2 kg
- k = 200 N/m



II. Avalie se o corpo consegue atingir o ponto C no caso da deformação x da mola ser:

d) 
$$x = 20 \text{ cm } (0.2\text{m})$$

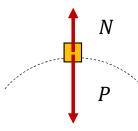
$$v_C^2$$
 = 1000. (0,2)<sup>2</sup> - 10

$$v_C^2$$
 = 1000. 0,04 - 10

$$v_C^2 = 40 - 10 = 30$$

$$|v_C| = \sqrt{30} \text{m/s}$$

Há possibilidade do corpo perder contato com a pista? SIM



$$R_C = m \cdot a_C$$

$$P - N = m \cdot a_c$$

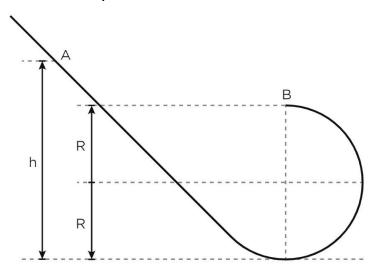
$$m. g - N = m. \frac{v^2}{r}$$

$$0.2.10 - N = 0.2.\frac{30}{0.4}$$
  
 $2 - N = 15$ 

$$2 - 15 = N \rightarrow N = -13N$$

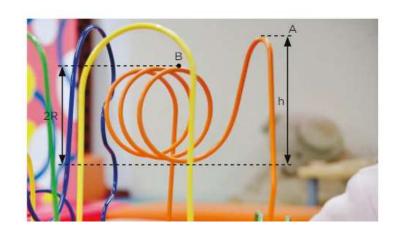
O corpo não atinge o ponto C, pois perderá contato com a pista. 2. Em uma experiência em um laboratório, um corpo é abandonado (v = 0) em um ponto A de uma pista com forma de looping como indicado na imagem a seguir. Os atritos e a resistência do ar são admitidos desprezíveis:

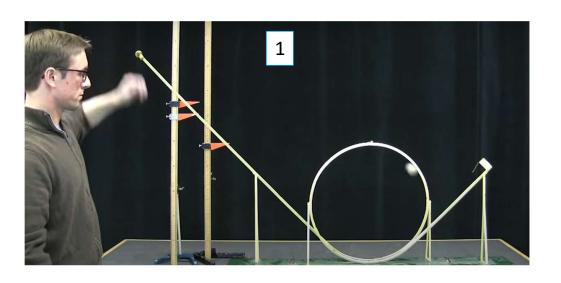
- a) Caso h = 4R, o corpo consegue atingir o ponto B?
- b) Caso h = 2,2R, o corpo consegue atingir o ponto B?
- c) Determine o menor valor de h para que o corpo consiga chegar no ponto B.

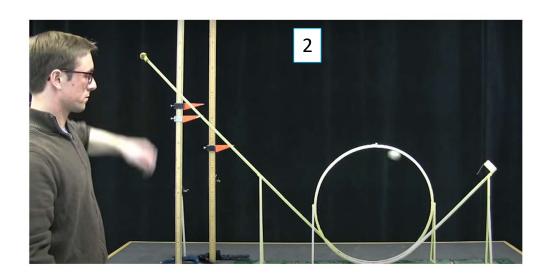


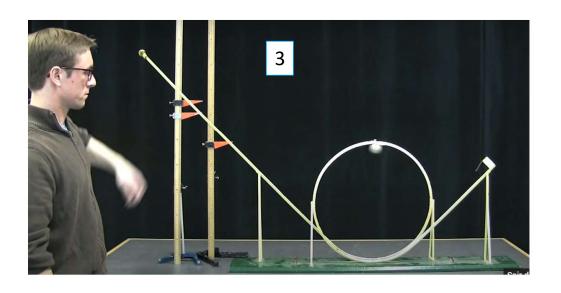
d) Um arame que não se deforma apresenta mesmo formato da pista do item a. Esse arame passa no meio de corpos como os indicados na imagem a seguir:

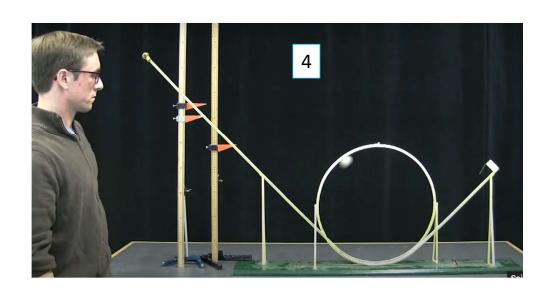
Determine, nesse novo contexto, o menor de h para que o corpo consiga chegar no ponto B.

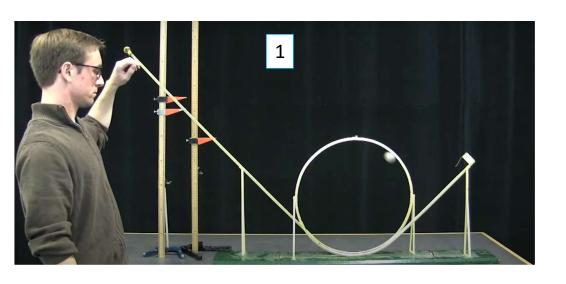


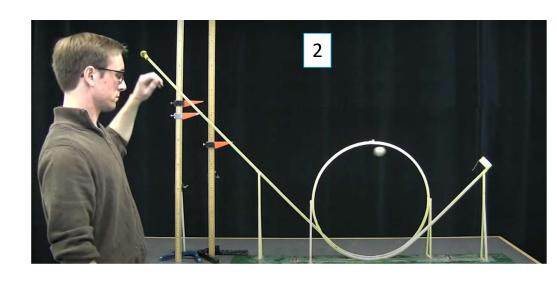


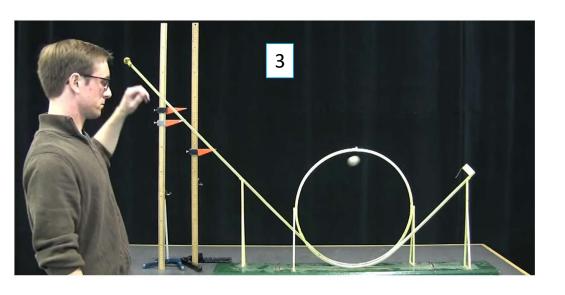


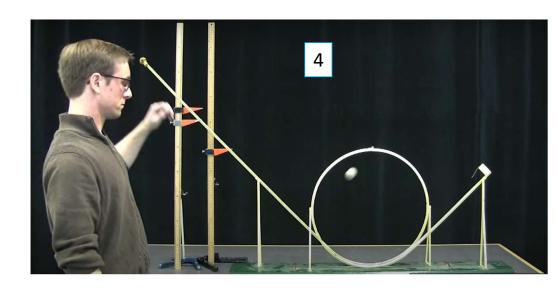


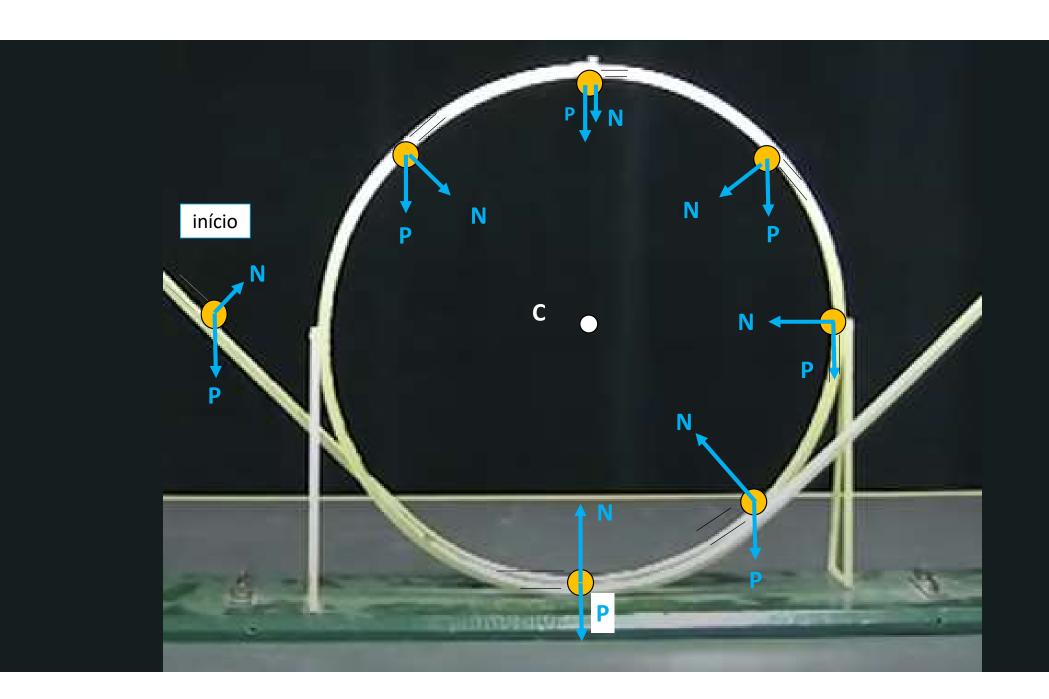




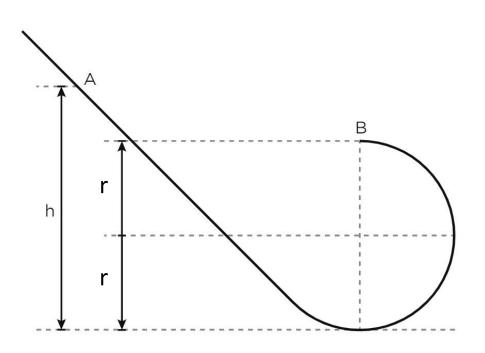








2. Em uma experiência em um laboratório, um corpo é abandonado (v = 0) em um ponto A de uma pista com forma de looping como indicado na imagem a seguir. Os atritos e a resistência do ar são admitidos desprezíveis:



$$E_{m(B)} = E_{m(A)}$$

$$E_{C(B)} + E_{pg(B)} = E_{pg(A)}$$

$$\frac{1}{2} \cdot \mathbf{m} \cdot v_B^2 + \mathbf{mg} h_B = \mathbf{mg} h_A$$

$$\frac{1}{2} \cdot m \cdot v_B^2 + mg2r = mgh$$

$$\frac{1}{2} \cdot v_B^2 + 2 \text{gr} = \text{g}h$$

$$\frac{1}{2} \cdot v_B^2 = gh - 2gr$$

$$\frac{1}{2} \cdot v_B^2 = g(h - 2r)$$

$$v_B^2 = 2g(h - 2r)$$

- 2. Em uma experiência em um laboratório, um corpo é abandonado (v = 0) em um ponto A de uma pista com forma de looping como indicado na imagem a seguir. Os atritos e a resistência do ar são admitidos desprezíveis:
- a) Caso h = 4r, o corpo consegue atingir o ponto B?

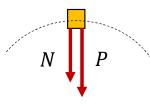
$$v_B^2 = 2g(h - 2r)$$

$$v_B^2 = 2g(4r - 2r)$$

$$v_B^2 = 4rg$$

$$|v_B| = 2\sqrt{rg}$$

Há possibilidade do corpo perder contato com a pista? SIM



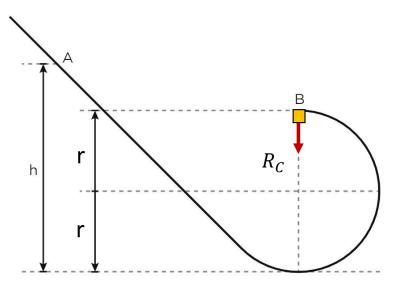
$$R_C = m \cdot a_C$$

$$P + N = m \cdot a_c$$

$$m.g + N = m.\frac{v^2}{r}$$

$$m.g + N = m.\frac{4 \chi g}{\chi}$$

$$m.g + N = m.4g$$



$$N = 4mg - mg$$

$$N = 3mg$$

o corpo atinge o ponto B com  $|v_B| = 2\sqrt{rg}$ 

- 2. Em uma experiência em um laboratório, um corpo é abandonado (v = 0) em um ponto A de uma pista com forma de looping como indicado na imagem a seguir. Os atritos e a resistência do ar são admitidos desprezíveis:
- b) Caso h = 2,2r, o corpo consegue atingir o ponto B?

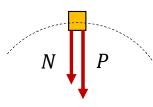
$$v_B^2 = 2g(h - 2r)$$

$$v_B^2 = 2g(2,2r - 2r)$$

$$v_B^2 = 0.4 \text{rg}$$

$$|v_B| = \sqrt{0.4rg}$$

Há possibilidade do corpo perder contato com a pista? SIM



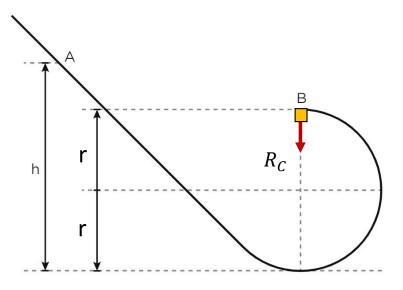
$$R_C = m \cdot a_C$$

$$P + N = m \cdot a_c$$

$$m.g + N = m.\frac{v^2}{r}$$

$$m. g + N = m. \frac{0.4 kg}{k}$$

$$m.g + N = m.0,4g$$

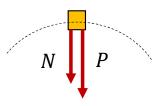


$$N = 0.4mg - mg$$

$$N = -0.6$$
mg

o corpo não atinge o ponto B, pois perde contato com a pista

- 2. Em uma experiência em um laboratório, um corpo é abandonado (v = 0) em um ponto A de uma pista com forma de looping como indicado na imagem a seguir. Os atritos e a resistência do ar são admitidos desprezíveis:
- c) Determine o menor valor de h para que o corpo consiga chegar no ponto B



$$R_C = m \cdot a_C$$

$$P + N = m \cdot a_c$$

$$m.g + N = m.\frac{v^2}{r}$$

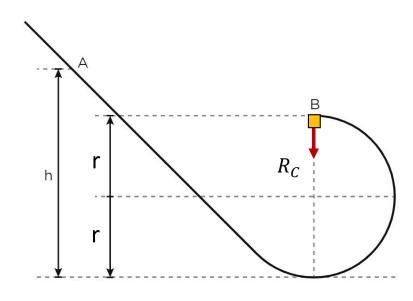
Na iminência de descolar da pista no ponto  $B \rightarrow N = 0$ 

$$m.g + N = m.\frac{v^2}{r}$$

$$m, g = m, \frac{v^2}{r}$$

$$v^2$$
 = rg

$$v = \sqrt{rg}$$



Já sabemos que

$$v_B^2 = 2g(h - 2r)$$
  $r = 2g(h - 2r)$   $r + 4r = 2h$   $h_{min} = \frac{5}{2}r$   $(\sqrt{rg})^2 = 2g(h - 2r)$   $r = 2h - 4r$   $5r = 2h$ 

d) Um arame que não se deforma apresenta mesmo formato da pista do item a. Esse arame passa no meio de corpos como os indicados na imagem a seguir:

Determine, nesse novo contexto, o menor de h para que o corpo consiga chegar no ponto B.

Na situação descrita, como o arame passa pelo meio do corpo, não há possibilidade de o corpo perder contato com ele. Assim, é necessário apenas calcular a velocidade.

$$\begin{split} E_{M}^{A} &= E_{M}^{B} \\ E_{P}^{A} + E_{C}^{A} &= E_{P}^{B} + E_{C}^{B} \\ m \cdot g \cdot (h - 2R) + 0 &= 0 + \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^{2} \\ h &= \frac{1}{2q} v^{2} + 2 \cdot R \end{split}$$

Sendo R e **g** valores constantes, o menor valor de **h** será quando **v** for zero, logo:

$$h_{minimo} = 2R$$

