Física 2 – Ciências Moleculares

Caetano R. Miranda

AULA 13 – 11/04/2024

crmiranda@usp.br

Movimento harmônico simples

- Quando a força restauradora é diretamente proporcional ao deslocamento da posição de equilíbrio, a oscilação denomina-se movimento harmônico simples, abreviado por MHS.
- A aceleração $a_x = d^2x/dt^2 = F_x/m$ de um corpo que executa um MHS é dada por:

Componente x da aceleração

Constante de força da força restauradora

Equação para o movimento harmônico simples

$$a_x = \frac{d^2x}{dt^2} = -\frac{k}{m}x$$

Deslocamento

Segunda derivada do deslocamento

Massa do objeto

Aplicações do movimento harmônico simples

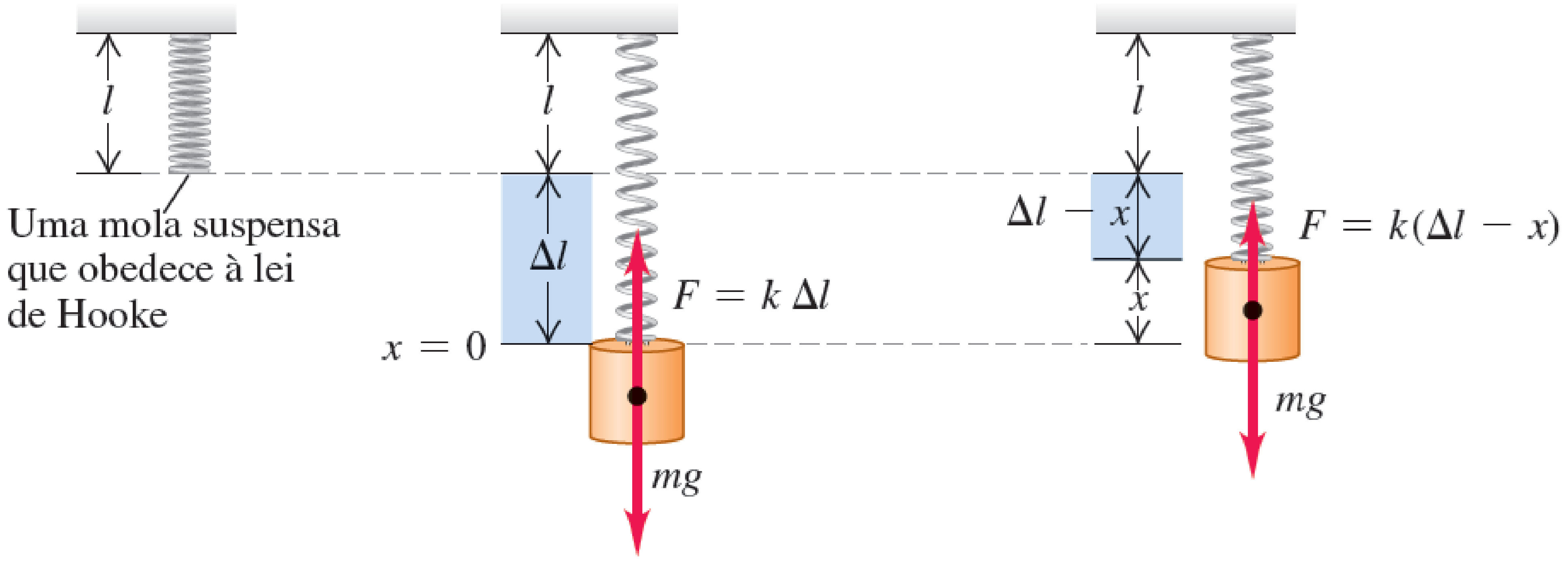
MHS na direção vertical

- Um corpo preso na extremidade de uma mola suspensa:

(a)

(b) Um corpo suspenso na extremidade da mola está em equilíbrio quando a força da mola de baixo para cima possui módulo igual ao do peso do corpo.

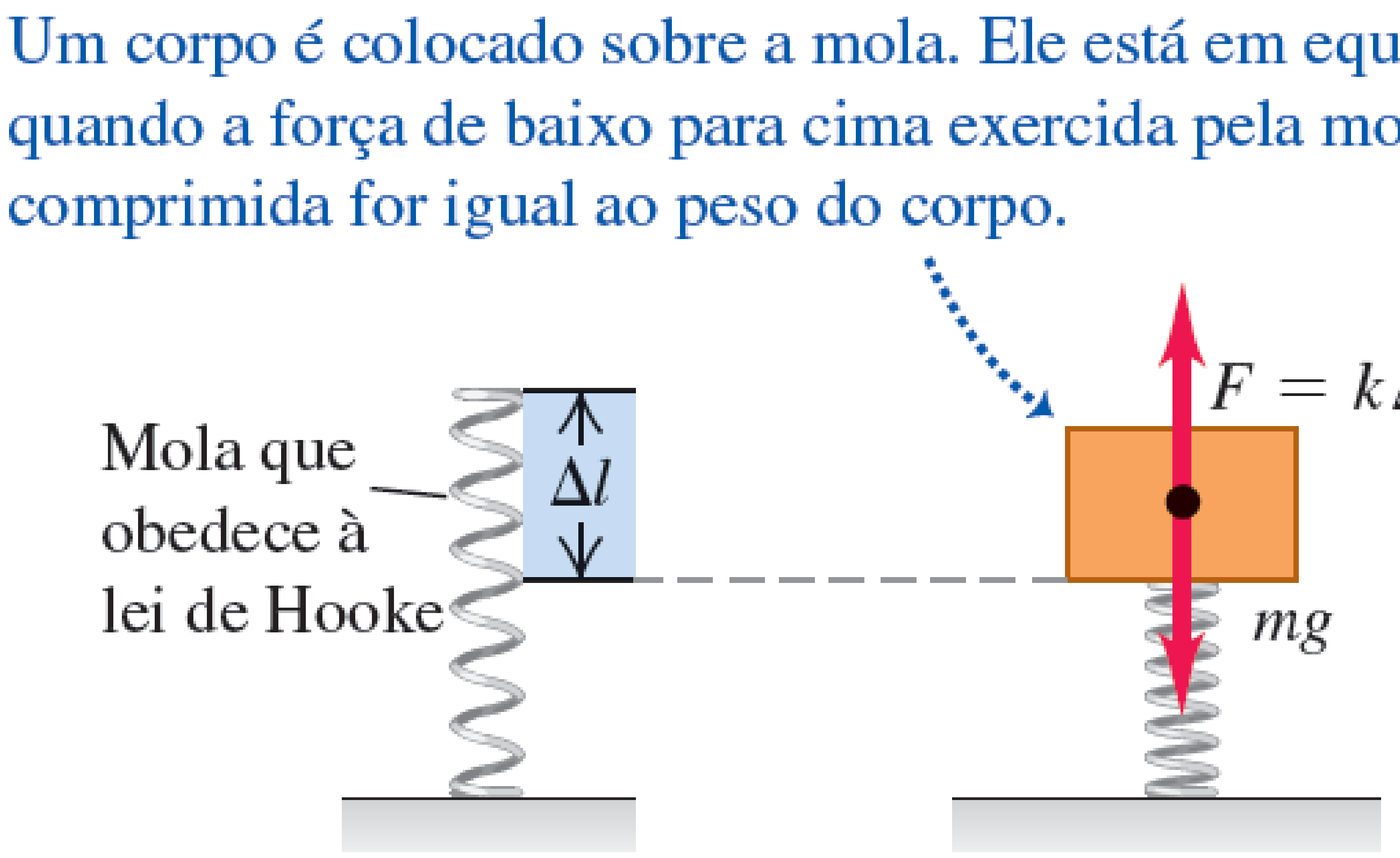
(c) Se o corpo sofre um deslocamento a partir da posição de equilíbrio, a força restauradora do corpo é proporcional a esse deslocamento. As oscilações constituem um MHS.



Aplicações do movimento harmônico simples

MHS na direção vertical

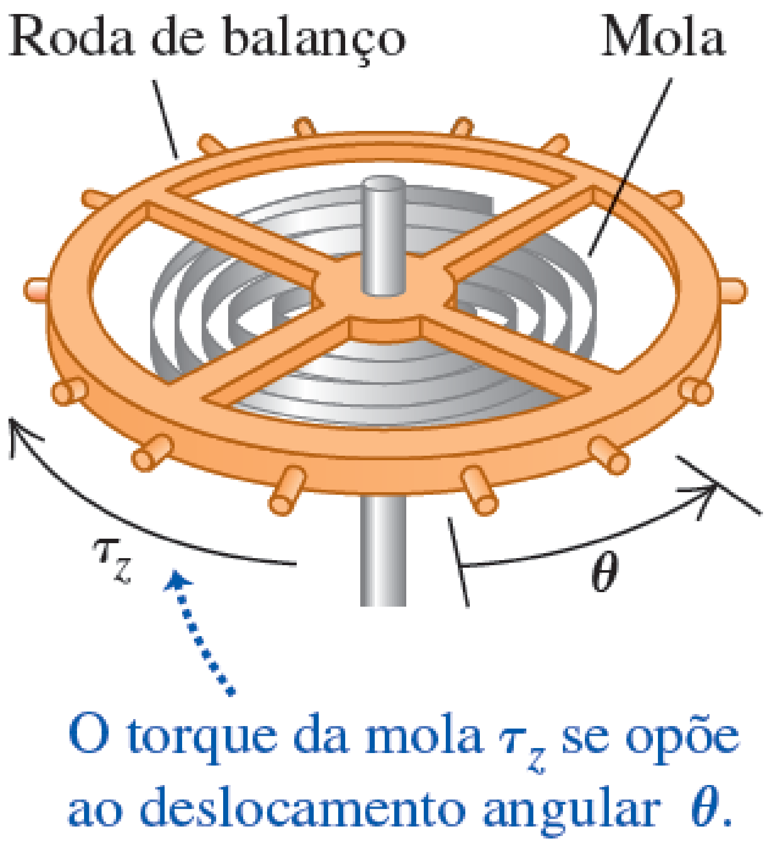
- Quando um corpo com peso mg é colocado verticalmente sobre uma mola:



Aplicações do movimento harmônico simples

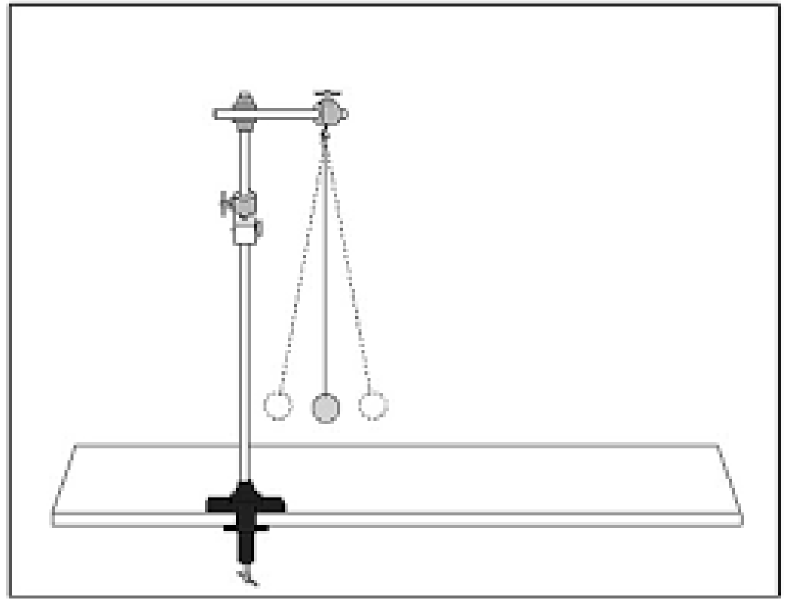
MHS angular

- A roda de balanço de um relógio mecânico. A mola helicoidal exerce um torque restaurador proporcional ao deslocamento angular θ. Logo, o movimento é um MHS:

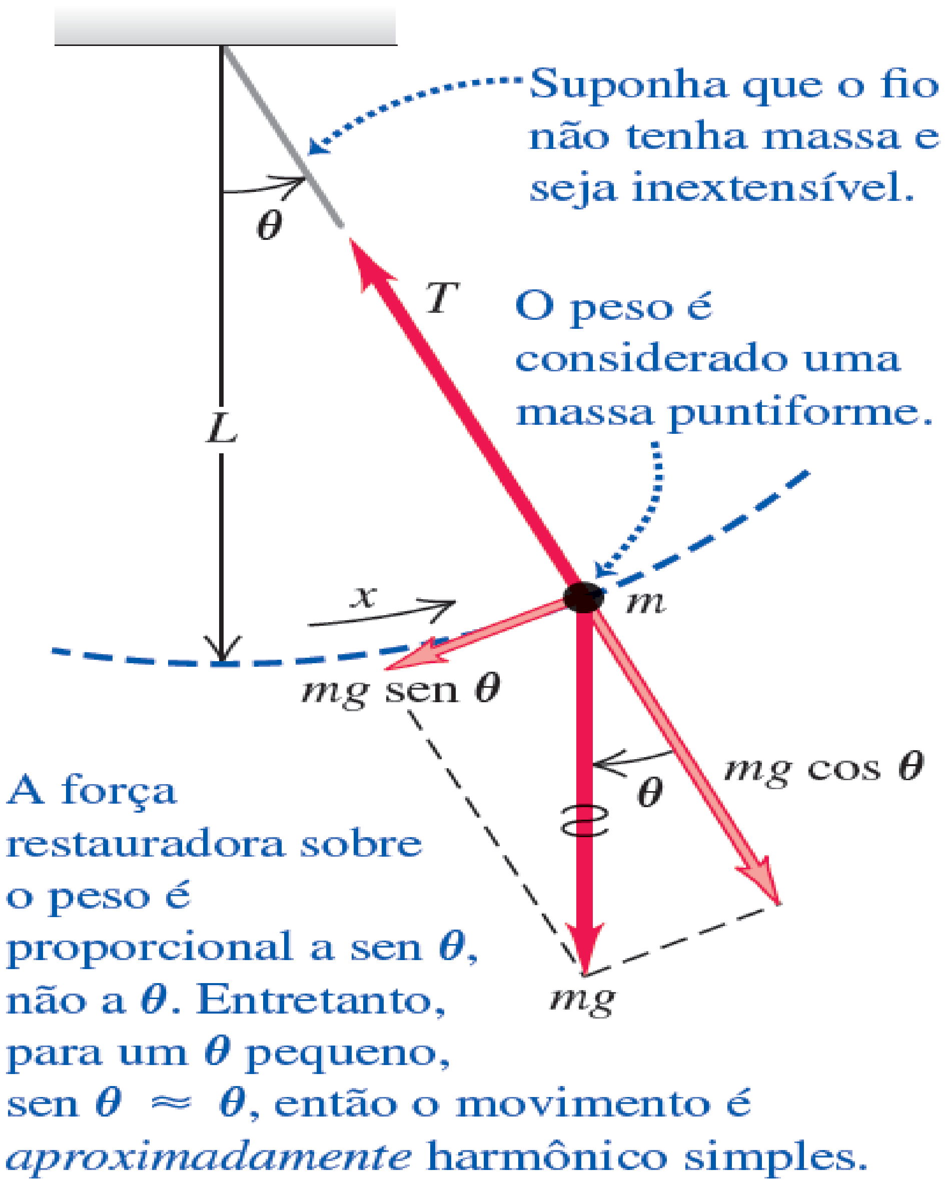


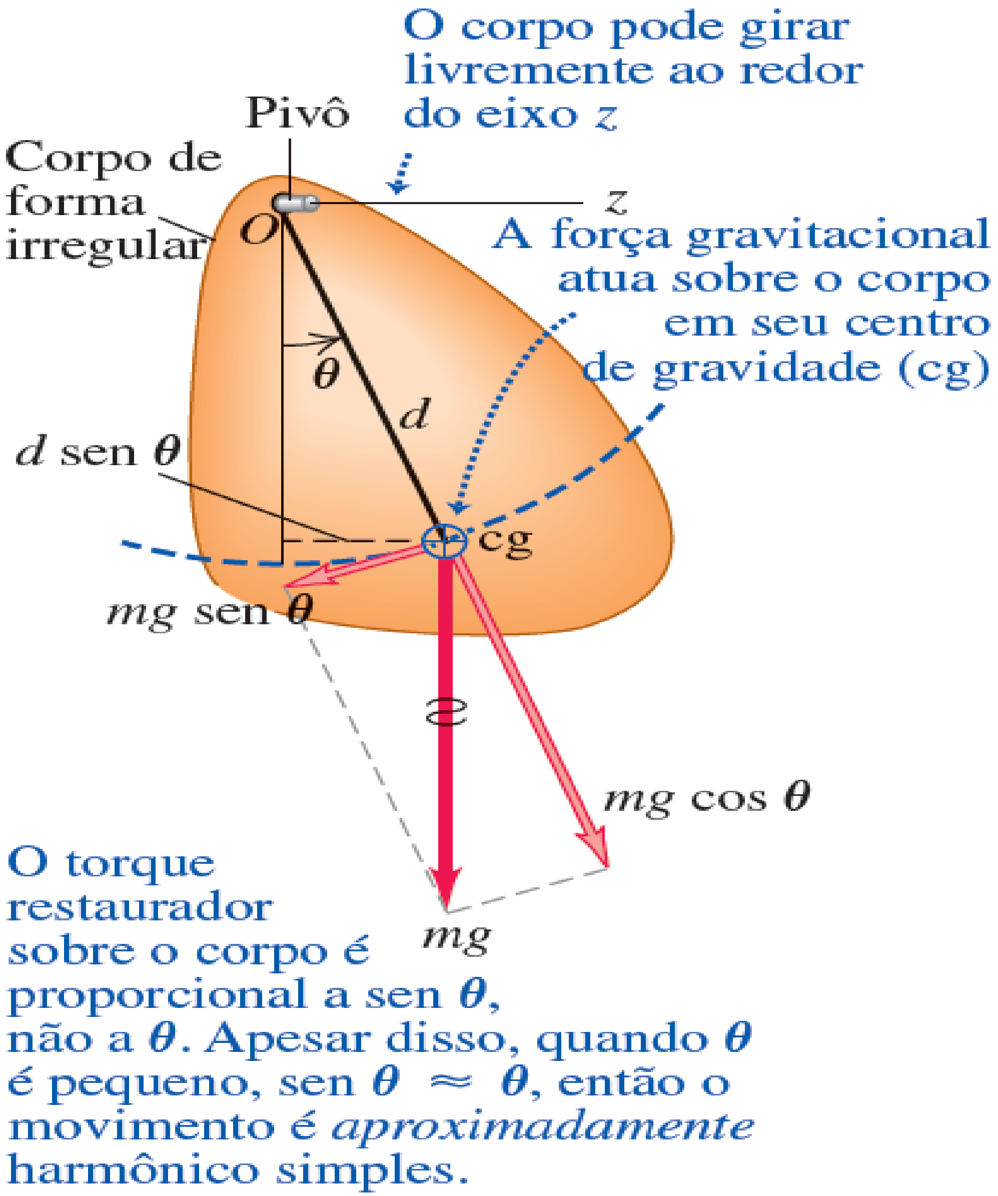
O pêndulo simples

- Um **pêndulo simples** é um modelo idealizado constituído por um corpo puntiforme suspenso por um fio inextensível de massa desprezível.
- Quando esse corpo é puxado lateralmente a partir de sua posição de equilíbrio e a seguir liberado, ele oscila em torno da posição de equilíbrio.


Pêndulo ideal simples





Pêndulo de Wilberforce

- Como a energia é transferida da oscilação vertical para a angular ?

- Como evitar a transferência de energia ?

- Qual a relação entre o pêndulo de Wilberforce e a sua máquina de lavar ?

- Como encontrar as duas frequências naturais ?

e-Aulas da USP :: Oscilações e Ondas - Tema 4 - Osciladores...

Aplicações

1. Um bloco de massa M, capaz de deslizar com atrito desprezível sobre um trilho de ar horizontal, está preso a uma extremidade do trilho por uma mola de massa desprezível e constante elástica k, inicialmente relaxada. Uma bolinha de chiclete de massa m, lançada em direção ao bloco com velocidade horizontal v, atinge-o no instante $t = 0$ e fica grudada nele (Fig. P.1). Ache a expressão do deslocamento x do sistema para $t > 0$.

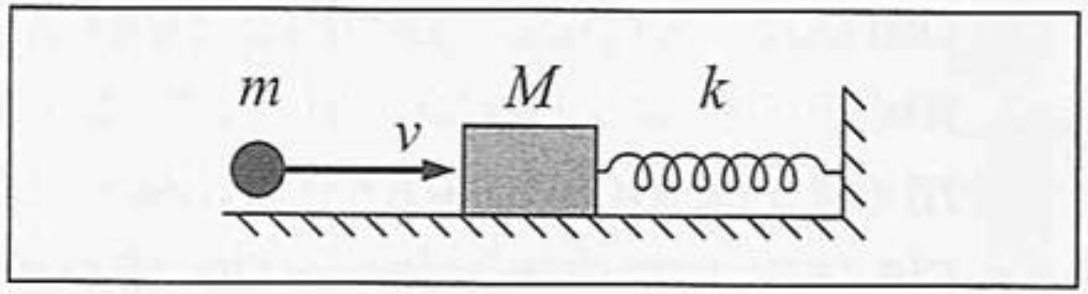


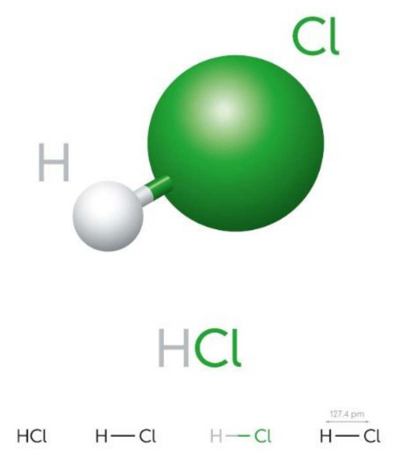
Figura P.1

Aplicações

2. Uma partícula de massa m está suspensa do teto por uma mola de constante elástica k e comprimento relaxado l_0, cuja massa é desprezível. A partícula é solta em repouso, com a mola relaxada. Tomando o eixo Oz orientado verticalmente para baixo, com origem no teto, calcule a posição z da partícula em função do tempo.

Aplicações

21. A molécula de HCl é uma molécula iônica, que podemos considerar como resultante da interação entre os íons H^+ e Cl^-, com energia potencial de interação dada por $U(r) = -K(e^2/r) + B/r^{10}$, onde r é a distância entre os centros. O primeiro termo é a atração coulombiana $(k = 9 \times 10^9\ \mathrm{N.m^2/C^2},\ e = 1{,}6 \times 10^{-19}\ \mathrm{C})$, e o segundo representa uma interação repulsiva a curta distância $(B > 0)$. A distância entre os centros na molécula é de 1,28 Å; uma unidade de massa atômica vale $1{,}66 \times 10^{-27}$ kg. (a) Calcule a "constante de mola efetiva" k da ligação. (b) Calcule a freqüência de vibração ν da molécula (clássica).



Aplicações

3. Duas partículas 1 e 2 de mesma massa m estão presas por molas de constante elástica k, comprimento relaxado l_0 e massa desprezível, a paredes verticais opostas, separadas de $2l_0$; as massas podem deslizar sem atrito sobre uma superfície horizontal (Fig. P.2). Tem-se $m = 10$ g e $k = 100$ N/m. No instante $t = 0$, a partícula 1 é deslocada de 1 cm para a esquerda e 2 de 1 cm para a direita, comunicando-se a elas velocidades de magnitude $\sqrt{3}$ m/s, para a esquerda (partícula 1) e para a direita (partícula 2). (a) Escreva as expressões dos deslocamentos x_1 e x_2 das duas partículas para $t > 0$. (b) As partículas irão colidir uma com a outra? Em que instante? (c) Qual a energia total do sistema?

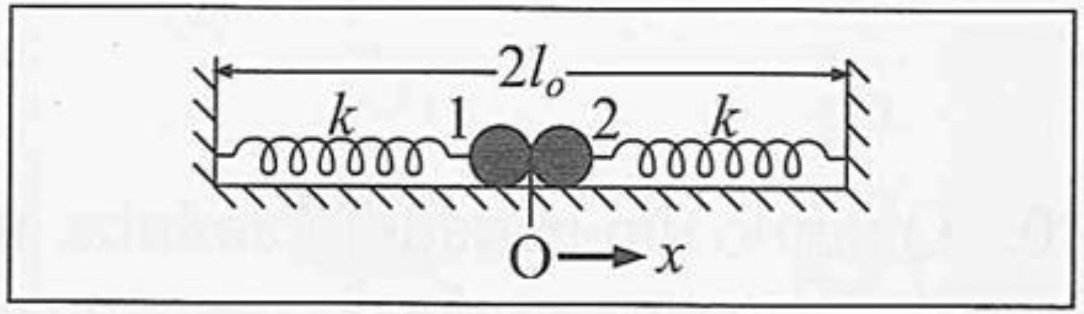


Figura P.2

Aplicações

4. Uma conta de massa m enfiada num aro vertical fixo de raio r, no qual desliza sem atrito, desloca-se em torno do ponto mais baixo, de tal forma que o ângulo θ (Fig. P.3) permanece pequeno. Mostre que o movimento é harmônico simples e calcule o período.

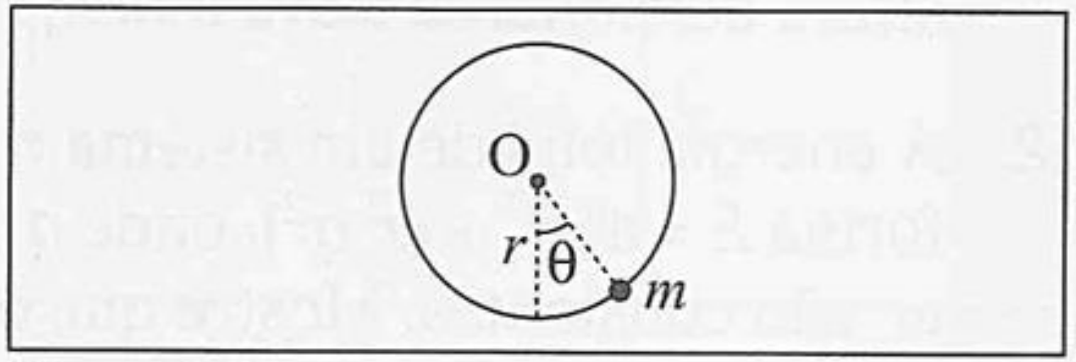
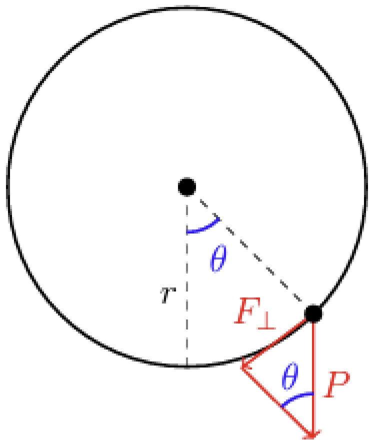


Figura P.3



Aplicações

13. Uma bolinha homogênea de massa m e raio r rola sem deslizar sobre uma calha cilíndrica de raio $R \gg r$, na vizinhança do fundo, ou seja, com $\theta \ll 1$ (Fig. P.7). Mostre que o movimento é harmônico simples e calcule a freqüência angular ω.

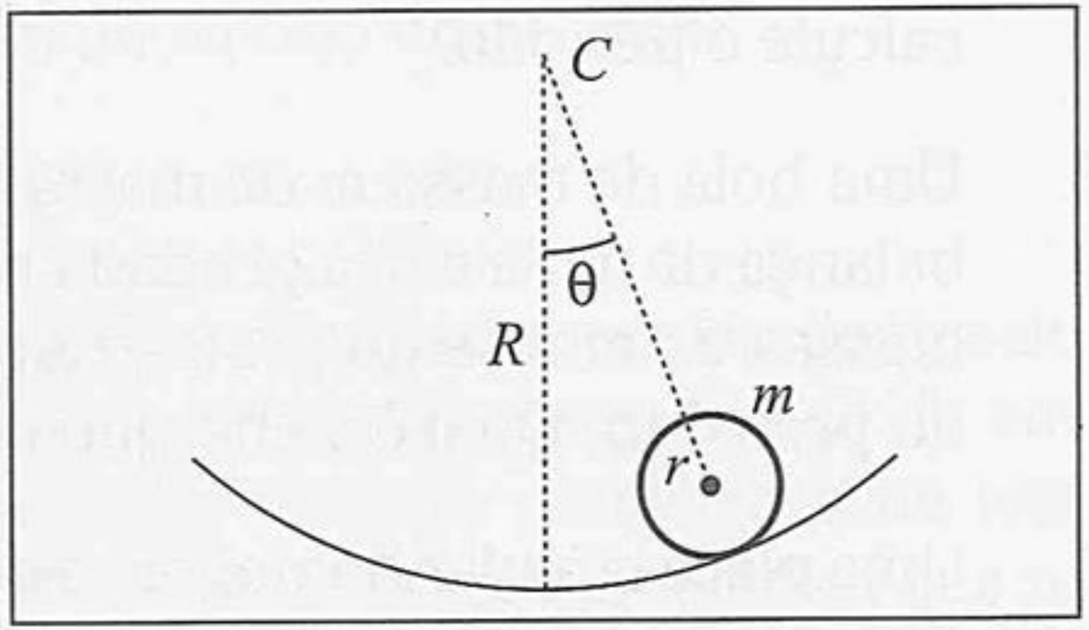


Figura P.7

Sumário – 11/04/2024

- Aplicações Oscilador Harmônico Simples

Devolutiva:

- Como foi a aula hoje ? (Moodle)

https://forms.gle/8CJCkQkS8f3c9gJB9