



## Oscilações

### Movimento Harmônico Simples

Uma partícula material executa um MHS quando oscila periodicamente em torno de uma posição de equilíbrio, sobre uma trajetória reta.

### Dinâmica do MCU

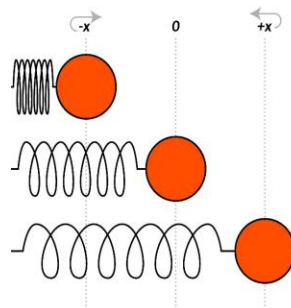
As oscilações estão presentes em todo mundo à nossa volta: em um ronco de motor, em uma buzina que toca, no zunido de uma abelha, em um tremor do solo, em uma nota musical e até na luz que chega em nossos olhos.

Na análise das oscilações mecânicas, são necessários dois fatores:

- uma **força restauradora**, que age sempre para levar o corpo de volta à posição de equilíbrio.
- a **inércia**, que é a tendência de os corpos em movimento se manterem em movimento.

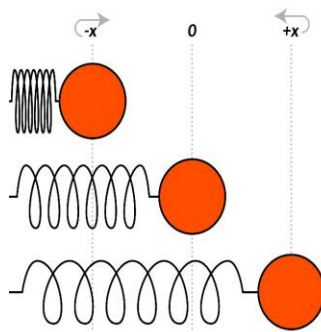
### Sistema Massa-Mola

Sistema formado por um corpo de massa  $m$ , preso à extremidade de uma mola previamente fixada num suporte, que obedece à lei de Hooke, conforme a figura abaixo (*oscilador harmônico*).



Retirando-se o corpo de sua posição de equilíbrio  $O$  e soltando-o de uma posição  $+X$ , a deformação da mola causará um movimento de vaivém do corpo entre as posições extremas  $+X$  e  $-X$ , que é um MHS.

Cada ida e volta é um ciclo. O intervalo de tempo para o corpo descrever um ciclo (ida e volta) é o **período (T)** do MHS.



## Equações:

- **extremidade esquerda (-X)** → neste ponto, a velocidade do corpo é nula, a elongação é máxima, a aceleração é máxima e, portanto, o módulo da força restauradora é máximo.

- **posição central (O)** → neste ponto, a velocidade é máxima, a elongação é nula, a aceleração é nula e a força restauradora também é nula. Esta é a chamada posição de equilíbrio.

- **extremidade direita (+X)** → este ponto apresenta as mesmas características da extremidade esquerda, ou seja, velocidade nula, elongação máxima, aceleração e força restauradora máximas, (em módulo).

$$F = - K \cdot x$$

## Período do sistema massa-mola:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$$

- depende da massa da partícula oscilante.
- não depende da amplitude.
- não depende da aceleração gravitacional local.

**OBSERVAÇÃO:** Um sistema massa-mola oscilando verticalmente obedece as mesmas condições de um sistema massa mola oscilando horizontalmente.

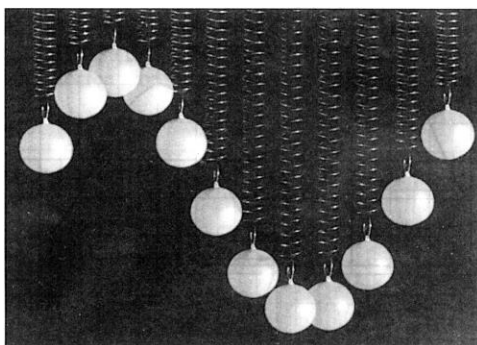
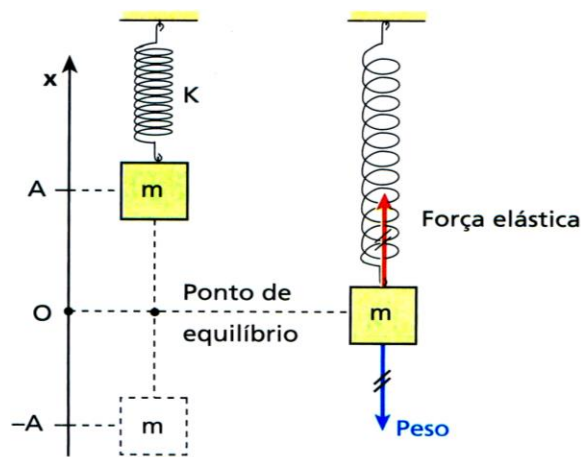
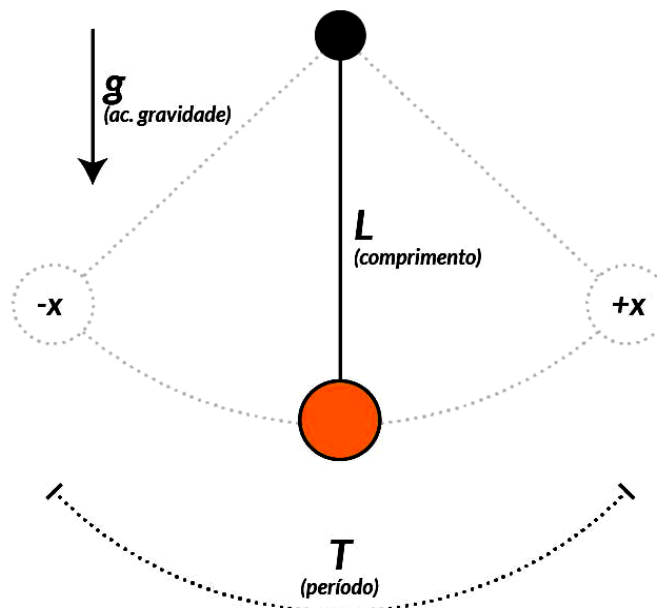


Foto estroboscópica de uma bola de metal oscilando verticalmente em uma mola, executando um MHS.

## Pêndulo Simples

Sistema constituído por uma partícula de massa  $m$ , suspensa por um fio ideal de comprimento  $L$ , que oscila em torno de sua posição de equilíbrio  $O$ , desprezando-se as resistências. É um movimento periódico.



*Período de oscilação:*

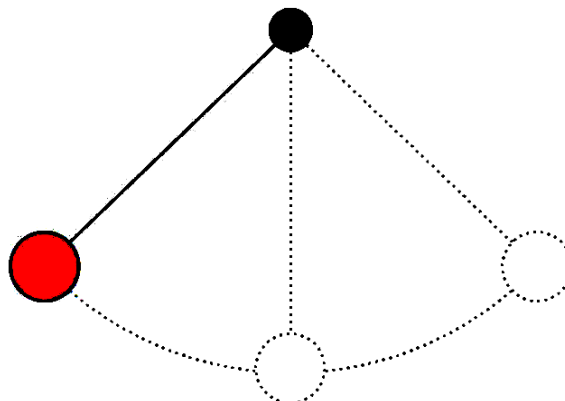
$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$$

- para pequenas oscilações, a esfera pendular realiza um MHS.
- o período do pêndulo simples **independe** da *massa* da esfera pendular ou da *amplitude*.

*Relógios de pêndulo:*

T: aumenta → relógio atrasa

T: diminui → relógio adianta



## TREINANDO PARA O ENEM

1. Um corpo de massa  $m$  é preso a um fio de comprimento  $L$ , constituindo um pêndulo que passa a oscilar em movimento harmônico simples com amplitude  $A$ . Em um meio período, o corpo percorre uma distância de, aproximadamente,

- a)  $A$
- b)  $\sqrt{2} A$
- c)  $2A$
- d)  $3A$
- e)  $4A$

2. Uma partícula executa um movimento harmônico simples quando:

- a) sua velocidade é constante.
- b) sua velocidade varia linearmente com o tempo.
- c) sua aceleração é constante.
- d) sua aceleração varia linearmente no tempo.
- e) sua aceleração é proporcional à elongação, porém de sentido oposto.

3. A velocidade de uma partícula que executa um movimento harmônico simples é nula num determinado instante. Neste mesmo instante, a força sobre a partícula e a energia potencial elástica são, respectivamente,

- a) máxima e máxima
- b) nula e máxima
- c) nula e mínima
- d) máxima e nula
- e) nula e nula.

4. Uma partícula, ao executar movimento harmônico simples, está sujeita a uma força:

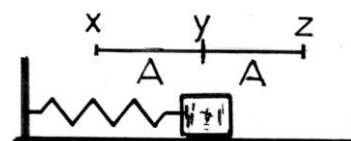
- a) nula.
- b) constante.
- c) proporcional à velocidade da partícula.
- d) proporcional ao deslocamento da partícula e de mesmo sentido.
- e) proporcional ao deslocamento da partícula e de sentido contrário.

5. Num móvel em MHS:

- a) a velocidade é função da amplitude do movimento.
- b) a velocidade é máxima quando a elongação é igual a amplitude.
- c) a aceleração é máxima quando a elongação é nula.
- d) a trajetória da partícula é uma senóide.
- e) a força responsável pelo movimento é proporcional à elongação.

6. Um objeto preso à extremidade de uma mola oscilante sobre um plano horizontal, com atrito desprezível, num movimento harmônico simples de amplitude  $A$ , como mostra a figura. A energia cinética é máxima na(s) posição(ões):

- a)  $x$  e  $y$
- b)  $x$  e  $z$
- c)  $x$
- d)  $y$
- e)  $z$



7. Um pêndulo de mola (oscilador harmônico simples com um corpo suspenso) executa MHS na Terra. Esse sistema é levado à Lua onde a aceleração da gravidade é aproximadamente 6 vezes menor que na Terra.

Podemos dizer que o período de oscilação:

- a) não se altera.
- b) triplica.
- c) duplica.
- d) cai pela metade.
- e) é seis vezes o da terra.

8. Uma partícula oscila com amplitude de 10cm. No instante  $t = 0$ , sua posição era de 5 cm. A fase inicial da partícula é de:

- a)  $0,5^\circ$
- b)  $2^\circ$
- c)  $30^\circ$
- d)  $60^\circ$
- e)  $90^\circ$

9. Um pêndulo simples, de comprimento  $L$ , tem um período de oscilação  $T$ , num determinado local. Para que o período de oscilação passe a valer  $2T$ , no mesmo local, o comprimento do pêndulo deve ser aumentado em

- a)  $1 L$
- b)  $2 L$
- c)  $3 L$
- d)  $5 L$
- e)  $7 L$

10. Um pêndulo simples tem comprimento  $L$  e massa  $m$ . Quando este pêndulo oscila num local onde o módulo da aceleração da gravidade é  $g$ , o período do movimento é  $T$ . Se quadruplicarmos seu comprimento e reduzirmos sua massa a  $1/4$  da inicial, o novo período do movimento será:

- a)  $4T$
- b)  $2T$
- c)  $T$
- d)  $T/2$
- e)  $T/4$

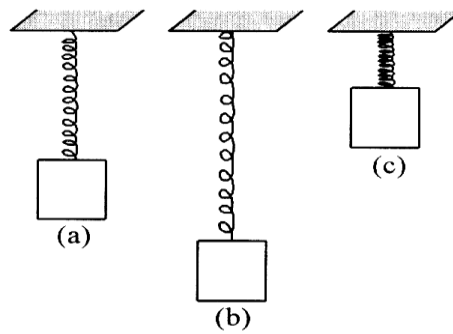
11. O período de oscilação de um pêndulo simples é  $T$ . Se o comprimento do fio do pêndulo for aumentado 4 vezes, podemos dizer que o período do pêndulo passará a ser:

- a)  $T$
- b)  $2T$
- c)  $4T$
- d)  $T/2$
- e)  $T/4$

12. Um pêndulo simples na Terra possui período  $T$ . Esse pêndulo é levado para um planeta no qual a aceleração da gravidade é 16 vezes menor que na Terra. Em relação ao pêndulo na Terra, o período do pêndulo nesse planeta será:

- a) duas vezes maior
- b) duas vezes menor
- c) quatro vezes maior
- d) quatro vezes menor
- e) dezesseis vezes menor

13. Um bloco de 2kg está suspenso numa mola como mostra a figura (a). Quando deslocado verticalmente, o bloco move-se para cima e para baixo, em movimento harmônico simples (MHS), como indicam as figuras (b) e (c).



- Se a frequência desse MHS for de 4 ciclos por segundo, pode-se afirmar que
- o período desse movimento é de 4 segundos.
  - a força da mola sobre o bloco no ponto médio do MHS é nula.
  - a aceleração do bloco é nula no ponto mais baixo do MHS.
  - o período desse MHS independe da massa do bloco e só depende das características da mola.
  - o período desse movimento é de 0,25 segundos.

14. Um pêndulo simples, de grande comprimento, oscila com uma pequena amplitude **A**, e período **T**; se a amplitude de oscilação do pêndulo for reduzida à metade, o período do pêndulo será de:

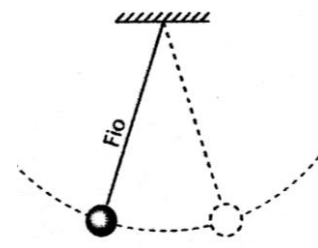
- $T/3$
- $T/2$
- $T$
- $2T$
- $3T$

15. No dia-a-dia, precisamos reservar um tempo para lazer, para o convívio com a família. Numa pracinha de brinquedos, uma mãe brinca com o filho cuja massa é a metade da sua. Quando os dois embalam-se vagarosamente, em balanços idênticos, executando movimentos de pequena amplitude, os balanços podem ser descritos como pêndulos simples. O período e a frequência do balanço onde está a mãe, em relação àquele em que está o filho, são, respectivamente:

- maior – maior
- maior – menor
- menor – maior
- menor – menor
- igual – igual

16. O sistema da figura é conhecido por pêndulo simples. O fio de comprimento  $L$  é ideal,  $m$  é a massa suspensa e  $T$  é o período do pêndulo nessas condições. Ao dobrarmos a massa suspensa, o período será:

- $4T$
- $2T$
- $T$
- $T/2$
- $T/4$



17. (ENEM-2014) Christiaan Huygens, em 1656, criou o relógio de pêndulo. Nesse dispositivo, a pontualidade baseia-se na regularidade das pequenas oscilações do pêndulo. Para manter a precisão desse relógio, diversos problemas foram contornados. Por exemplo, a haste passou por ajustes até que, no início do século XX, houve uma inovação, que foi sua fabricação usando uma liga metálica que se comporta regularmente em um largo intervalo de temperaturas.

YODER, J. G. *Unrolling Time: Christiaan Huygens and the mathematization of nature*. Cambridge: Cambridge University Press, 2004 (adaptado).

Desprezando a presença de forças dissipativas e considerando a aceleração da gravidade constante, para que esse tipo de relógio realize corretamente a contagem do tempo, é necessário que o(a)

- a) comprimento da haste seja mantido constante.
- b) massa do corpo suspenso pela haste seja pequena.
- c) material da haste possua alta condutividade térmica.
- d) amplitude da oscilação seja constante a qualquer temperatura.
- e) energia potencial gravitacional do corpo suspenso se mantenha constante.

| Gabarito |     |                |     |     |     |     |    |    |     |
|----------|-----|----------------|-----|-----|-----|-----|----|----|-----|
| 1C       | 2E  | 3 <sup>a</sup> | 4E  | 5E  | 6D  | 7A  | 8D | 9C | 10B |
| 11B      | 12C | 13E            | 14C | 15E | 16C | 17A |    |    |     |