

ONDULATÓRIA

Renan Schetino de Souza

Movimentos periódicos

Um fenômeno é periódico quando se repete identicamente em intervalos de tempo iguais.

O período T é o menor intervalo de tempo para que ocorra a repetição de um fenômeno.

Por exemplo, um ano é o período para que a Terra dê uma volta completa em torno do Sol e um dia é o período para que ela dê uma volta em torno de seu eixo.

Nos fenômenos periódicos, considera-se uma outra grandeza, a frequência f .

Frequência é o número de vezes em que um fenômeno se repete durante um intervalo de tempo.

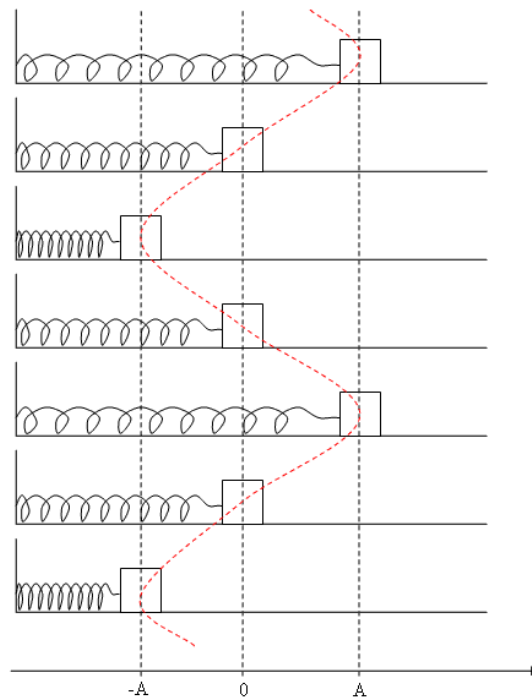
Portanto, o período T e a frequência f relacionam-se por:

$$\boxed{f = \frac{1}{T}} \quad \text{ou} \quad \boxed{T = \frac{1}{f}}$$

A unidade de frequência (ciclos por segundo) no Sistema Internacional é denominada hertz ($\text{Hz} = \text{s}^{-1}$).

Movimento Harmônico Simples (MHS)

Desprezando as forças dissipativas (atrito e resistência do ar), uma massa presa a uma mola, deslocada de sua posição de equilíbrio, executa um movimento periódico, cujo período é o intervalo de tempo para ir e voltar à posição de origem.



A massa e a mola constituem um conjunto denominado *oscilador harmônico*. O termo harmônico é aplicado às expressões matemáticas que contenham as funções trigonométricas seno e cosseno.

O conjunto oscila periodicamente em torno de uma posição O (posição de equilíbrio) sob a ação de uma força restauradora que sempre tende a levar o corpo para a posição O . Neste caso, quem desempenha o papel da força restauradora é a força elástica exercida pela mola:

$$\boxed{F = -kx}$$

onde k é a constante elástica da mola e x a deformação sofrida por ela.

A amplitude (A) do movimento é a distância da posição de equilíbrio até os extremos da oscilação.

O período desse MHS depende da massa m e da constante elástica k , mas não depende da amplitude da oscilação.

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

Energia no MHS

A energia mecânica pode ser dividida em duas partes: a energia cinética E_c , associada à velocidade v do ponto material e dada por:

-FÍSICA-
MHS

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

e a energia potencial E_p , associada à posição x do ponto material:

$$E_p = \frac{1}{2} kx^2$$

A soma dessas energias é a energia total mecânica E :

$$E = E_c + E_p$$

No MHS as energias cinética e potencial variam, pois variam a velocidade e a posição do ponto material. Porém, a energia mecânica permanece constante, já que supomos inexistentes as forças dissipativas.

Nas posições em que: $E = E_p = \frac{1}{2} kx^2$,

onde $x = \pm A$, temos:

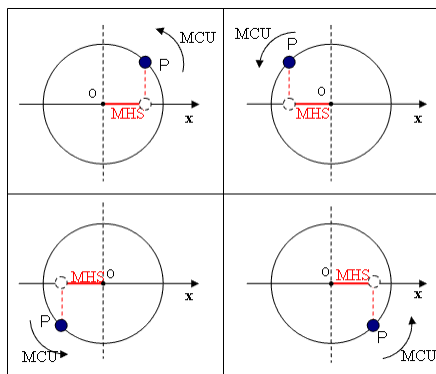
$$E = \frac{1}{2} kA^2$$

A amplitude do MHS depende da energia total mecânica cedida ao sistema.

O MHS e o Movimento Circular Uniforme

O MHS e o movimento circular uniforme (MCU) estão relacionados, de modo que um pode ser estudado através do outro.

Imagine um ponto P que descreve um movimento circular uniforme com uma velocidade angular ω .



A projeção do ponto P sobre o eixo das abscissas executa um MHS em torno da posição O à medida que o ponto P descreve a circunferência.

Obtêm-se as seguintes funções cinemáticas para o MHS:

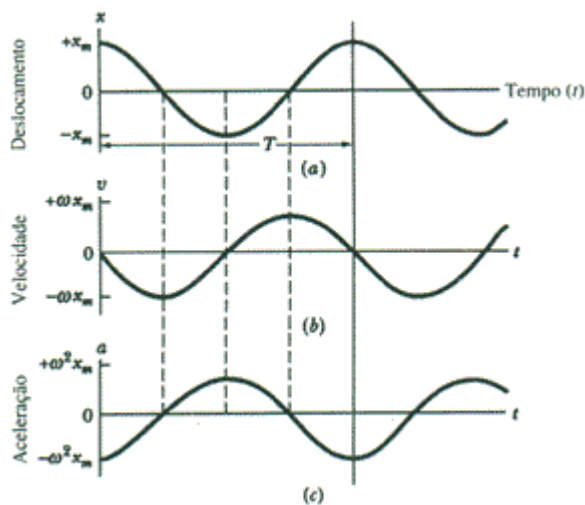
Espaço (elongação)	$x = A \cos(\omega t + \varphi_0)$
Velocidade	$v = -\omega A \sin(\omega t + \varphi_0)$
Aceleração	$a = -\omega^2 A \cos(\omega t + \varphi_0)$
	$a = -\omega^2 x$
Frequência angular (Pulsção)	$\omega = \frac{2\pi}{T}$

O ângulo φ_0 é denominado *fase inicial* e corresponde ao ângulo inicial do movimento.

Através da última equação, concluímos que no sistema massa-mola a frequência angular é dada por:

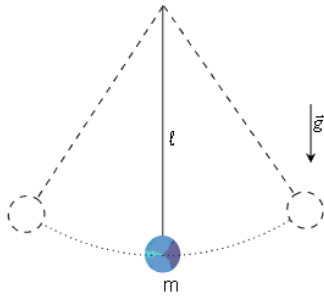
$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

Os gráficos das funções cinemáticas são:



Pêndulo Simples

Pêndulo simples é um sistema constituído por uma partícula de massa m , suspensa por um fio ideal.



Demonstra-se que:

- Para pequenas oscilações, de abertura não superior a 10° , a massa m realiza MHS
- O período é dado por:

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

onde l é comprimento do fio e g a aceleração da gravidade.

Exercícios: Movimento Harmônico Simples (MHS)

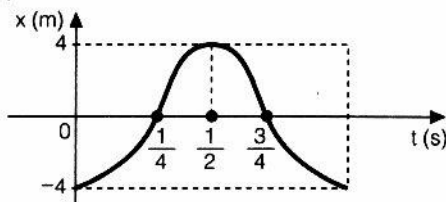
1) Uma partícula material realiza movimento harmônico simples com período 0,10 segundos. A frequência do movimento é:

- a) 100 Hz
- b) 1000 Hz
- c) 10 Hz
- d) 20 Hz
- e) 200 Hz

2) Uma partícula em movimento harmônico simples obedece à equação $x = 0,05 \cos(\pi/2 + \pi \cdot t/4)$ com dados no Sistema Internacional a partir do instante $t = 0$. A velocidade escalar desta partícula no instante $t = 6$ s é:

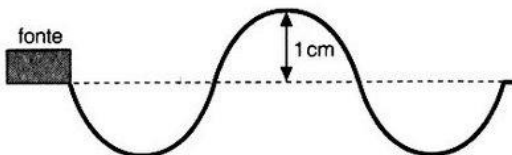
- a) zero
- b) 0,05 m/s
- c) $0,05\pi/4$ m/s
- d) $\pi/4$ m/s
- e) $\pi/2$ m/s

3) Uma partícula realiza um movimento harmônico simples, de acordo com o gráfico abaixo. Qual, em hertz, a frequência do movimento?



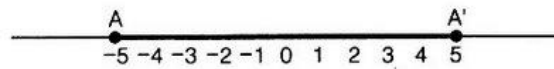
- a) 1
- b) 1/2
- c) 4
- d) π
- e) 2π

4) Em 2 segundos, uma fonte de ondas periódicas determina numa corda tensa o aspecto apresentado na figura abaixo. As ondas se propagam na corda com velocidade de 6 cm/s. Podemos afirmar que:



- a) o período da fonte é 2 s.
- b) a frequência da fonte é 0,5 Hz.
- c) o período das ondas é 0,5 s.
- d) o comprimento de onda das ondas é 6 cm.
- e) a amplitude das ondas é 2 cm.

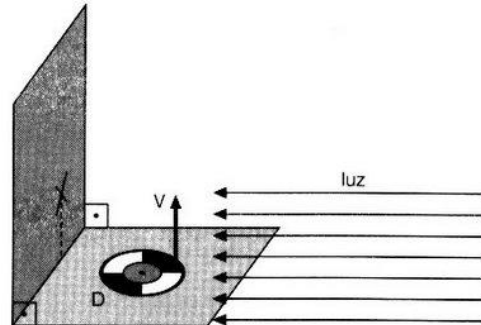
5) Um ponto material de massa 2,0 kg executa um MHS, cuja trajetória é o segmento de extremidades A e A', de abscissas - 5,0 m e 5,0 m.



Sendo π segundos o seu período, a velocidade máxima atingida pelo ponto material é:

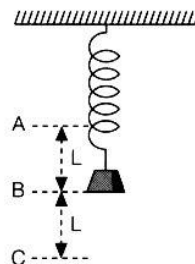
- a) π m/s
- b) 2π m/s
- c) 5,0 m/s
- d) 10 m/s
- e) 1,0 m/s

6) Na figura abaixo, D é um disco de 0,30 m de diâmetro que executa um MCU de 0,55 Hz. V é uma vela de diâmetro desprezível colocada, perpendicularmente, num ponto periférico do disco. A sombra desta vela, projetada na parede, devido à incidência de um feixe de luz paralelo, apresenta uma velocidade:



- a) constante, aproximadamente igual a 0,52 m/s.
- b) constante, aproximadamente igual a 1,03 m/s.
- c) constante, aproximadamente igual a 5,2 m/s.
- d) máxima, aproximadamente igual a 0,52 m/s.
- e) máxima, aproximadamente igual a 1,03 m/s.

7) No esquema abaixo, um corpo de 2,56 kg está preso a uma mola de massa desprezível ($k = 100$ N/m). O referido corpo, em repouso na posição B de equilíbrio do conjunto, é puxado até a posição C e, em seguida, abandonado. O intervalo de tempo necessário para que este corpo passe por B pela primeira vez:

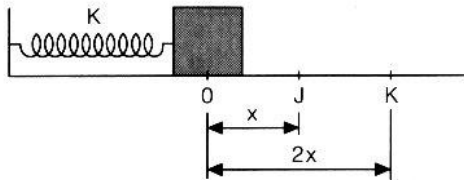


- a) é aproximadamente 0,25 s.
- b) é aproximadamente 0,5 s.
- c) é aproximadamente 1,0 s.

-FÍSICA-
MHS

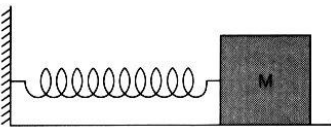
- d) depende do comprimento da mola.
e) depende da medida L.

8) Um bloco de massa m , preso à extremidade de uma mola, está em equilíbrio no ponto O e sobre uma superfície sem atrito. Puxando-se o bloco até o ponto J, o período de oscilação será de 4 segundos. Assim, se puxarmos o bloco até o ponto K, o período de oscilação será, em segundos, igual a:



- a) 16
b) 8
c) 4
d) 2
e) 1

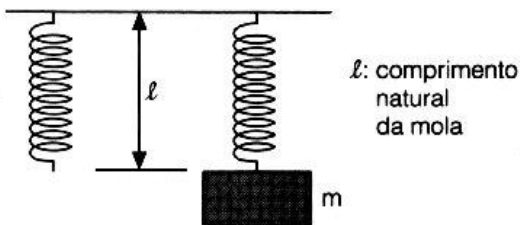
9) Um corpo de 2,0 kg estica de 10 cm uma mola à qual está suspenso na vertical e em repouso. O corpo, então, é colocado numa superfície horizontal sem atrito, ligado à mola, conforme mostra a figura. Nestas circunstâncias, o corpo é deslocado de 5,0 cm e abandonado, em repouso. ($g = 10 \text{ m/s}^2$)



O período de oscilação da mola é de:

- a) 0,31 s
b) 0,50 s
c) 0,63 s
d) 0,93 s
e) n. r. a.

Este enunciado se refere às questões de 10 a 12. Uma mola de massa desprezível e de constante elástica $k = 50 \text{ N/m}$ está suspensa verticalmente. Um corpo de massa $m = 2,0 \text{ kg}$ é conectado à extremidade inferior da mola e depois é abandonado, a partir do repouso.



- 10) De quanto é a dissensão máxima da mola ($g = 10 \text{ m/s}^2$)
16) Um corpo está dotado de MHS, oscilando entre os pontos de abscissas -10 cm e $+10 \text{ cm}$.

- a) 0,4 m
b) 0,8 m
c) 0,2 m
d) 0,1 m
e) 1,0 m

11) Qual é a velocidade máxima do corpo?

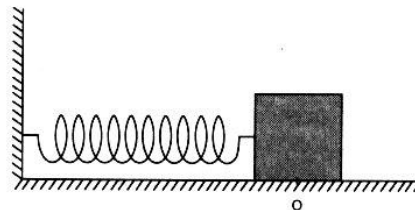
- a) 2 m/s
b) 4 m/s
c) $\sqrt{2} \text{ m/s}$
d) $\sqrt{3} \text{ m/s}$
e) 3 m/s

12) Qual a aceleração do corpo no ponto mais baixo?

- a) 5 m/s^2 para cima
b) 5 m/s^2 para baixo
c) 10 m/s^2 para cima
d) 10 m/s^2 para baixo
e) nula

Este enunciado se refere às questões 13 e 14.

Um ponto material, de massa $m = 0,1 \text{ kg}$, oscila em torno da posição 0, animado de MHS (movimento harmônico simples), na ausência de forças dissipativas. A mola tem constante elástica $k = 40 \text{ N/m}$. A energia mecânica total do sistema é de 0,2 joule.



13) A amplitude de oscilação é:

- a) 0,1 m
b) 0,2 m
c) 0,4 m
d) 0,8 m

14) O valor máximo da velocidade do ponto material, em módulo, é:

- a) 1 m/s
b) 2 m/s
c) 4 m/s
d) 8 m/s

15) A energia cinética de um ponto material que realiza MHS é máxima quando:

- a) a aceleração é máxima.
b) a força é máxima.
c) a elongação é máxima.
d) a força é nula.
e) a energia potencial é máxima.

Tomando como nível zero de energia potencial o ponto de abscissa zero, indique em que pontos é a

-FÍSICA-
MHS

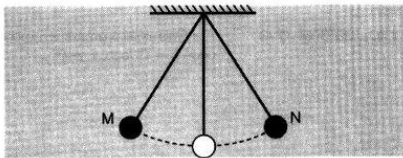
energia do sistema constituída de duas partes iguais, uma cinética e outra potencial.

- a) +10 cm e -10 cm
- b) $+5\sqrt{2}$ cm e $-5\sqrt{2}$ cm
- c) +5 cm e -5 cm
- d) $+5\sqrt{2}/2$ cm e $-5\sqrt{2}/2$ cm
- e) $+5\sqrt{3}$ cm e $-5\sqrt{3}$ cm

17) Se a duração de uma oscilação simples de um pêndulo é de 7π s, em um lugar onde $g = 10 \text{ m/s}^2$, o seu comprimento é de:

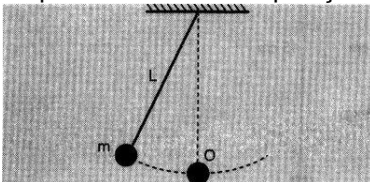
- a) 10π m
- b) 10 m
- c) 20π m
- d) 10 cm
- e) 20 m

18) Um pêndulo simples oscila entre duas posições M e N. Quando o pêndulo estiver no ponto M, é incorreto afirmar que a:



- a) velocidade é nula.
- b) aceleração é diferente de zero.
- c) resultante das forças é igual a zero.
- d) energia cinética é igual a zero.
- e) tensão na corda é diferente de zero,

19) A figura abaixo representa um pêndulo simples, de comprimento L, oscilando com pequena amplitude em torno da posição de equilíbrio O.



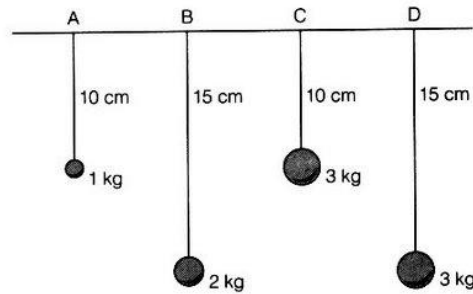
Nessas condições, desprezando-se todas as formas de atrito, pode-se afirmar que a frequência da oscilação:

- a) diminui com o aumento no comprimento L.
- b) não depende do comprimento.
- c) depende da massa m.
- d) é diretamente proporcional à amplitude.
- e) é inversamente proporcional à amplitude.

20) Um pêndulo simples de comprimento L gasta 3,0 segundos para uma oscilação completa. Se este comprimento for reduzido a $L/2$, o tempo para uma oscilação completa será de:

- a) 6,0 s
- b) 4,5 s
- c) 3,0 s
- d) 1,5 s
- e) 0,75 s

21) Observando os quatro pêndulos da figura, podemos afirmar que:



- a) o pêndulo A oscila mais devagar que o pêndulo B.
- b) o pêndulo A oscila mais devagar que o pêndulo C.
- c) o pêndulo B e o pêndulo D possuem mesma frequência de oscilação.
- d) o pêndulo B oscila mais devagar que o pêndulo D.
- e) o pêndulo C e o pêndulo D possuem mesma frequência de oscilação.

22) Um relógio defeituoso, embora mantendo um movimento periódico, tem o ponteiro dos segundos realizando uma volta completa em 1,01 min. Nestas condições, podemos afirmar que tal relógio:

- a) atrasa 14 min e 24 s por dia.
- b) atrasa 8 min e 64 s por dia.
- c) adianta 14 min e 24 s por dia.
- d) adianta 8 min e 64 s por dia.
- e) não apresenta diferença superior a 1,0 min num dia.

Gabarito

1.C	2.A	3.A	4.D	5.D
6.D	7.A	8.C	9.C	10.A
11.A	12.C	13.A	14.B	15.D
16.B	17.B	18.C	19.E	20.D
21.C	22.A			