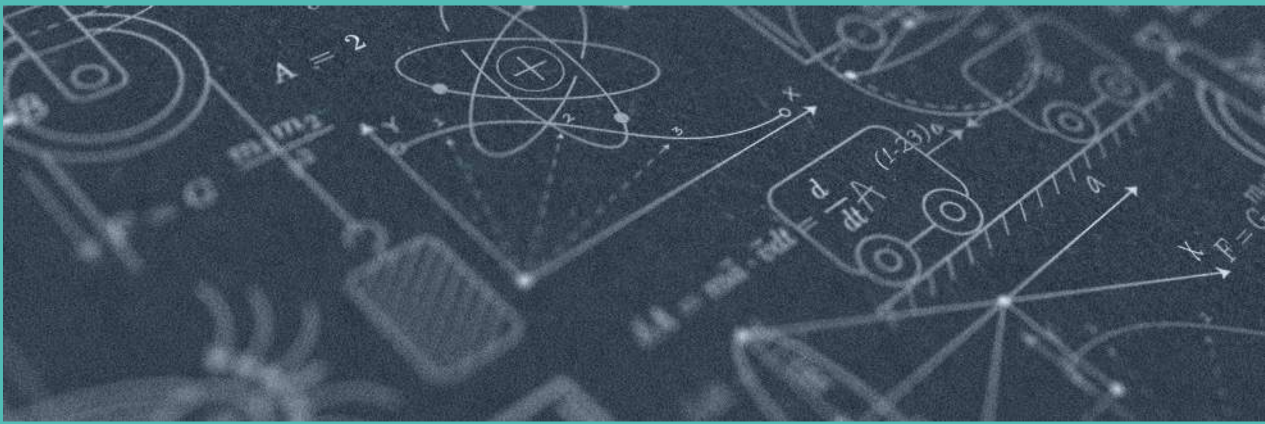
FÍSICA

com Rogério Andrade

Movimento Harmônico Simples (MHS)

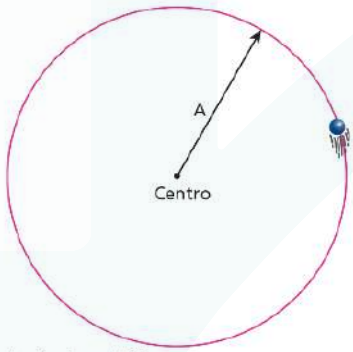


MOVIMENTO HARMÔNICO SIMPLES (MHS)

Alguns movimentos oscilatórios e periódicos podem ser descritos por funções seno e cosseno e são chamados de Movimentos Harmônicos Simples (MHS). Esse tipo de movimento ocorre em diversos fenômenos físicos, como o vai e vem de um pêndulo ou as vibrações de uma mola.

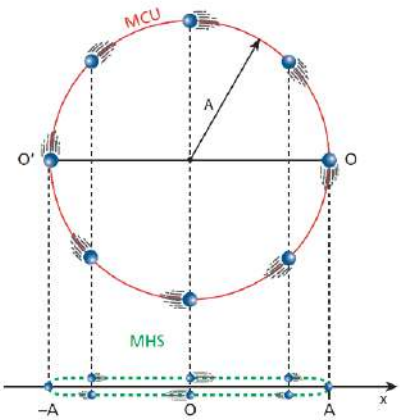
Para entender melhor o MHS, podemos analisá-lo a partir de um Movimento Circular Uniforme (MCU). Quando projetamos a posição de uma partícula que se move com MCU sobre um eixo, percebemos que sua variação ao longo do tempo segue um comportamento harmônico.

A figura a seguir representa uma partícula em MCU ao longo de uma circunferência de raio A. Acompanhar esse movimento nos ajuda a compreender como a oscilação ocorre e como as funções harmônicas descrevem sua posição ao longo do tempo.



Partícula em MCU

Agora, vamos fazer a projeção desse MCU sobre um eixo Ox, paralelo ao diâmetro OO’ da circunferência e contido no plano dela:



CÁLCULOS E NOTAS

Ao observar o Movimento Circular Uniforme (MCU), podemos notar que a projeção de uma partícula em movimento sobre um eixo segue um padrão oscilatório.

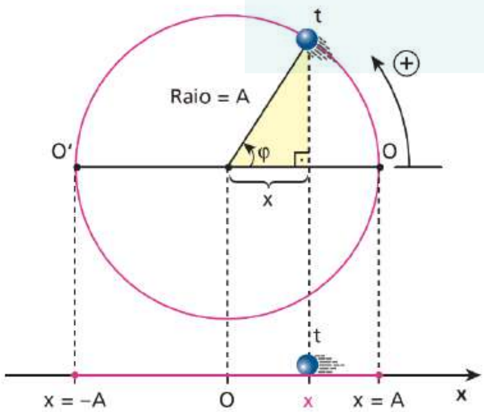
Quando a partícula se move de O até O’ na circunferência, sua projeção no eixo Ox desloca-se de x = A até x = -A. Da mesma forma, ao percorrer o trecho de O’ até O, a projeção retorna de x = -A para x = A.

Esse deslocamento da projeção sobre o eixo Ox forma um movimento periódico e oscilatório, e seu período é exatamente o mesmo do movimento circular original. Assim, o movimento da projeção no eixo Ox é o que chamamos de Movimento Harmônico Simples (MHS), pois sua variação ao longo do tempo pode ser descrita por funções seno e cosseno.

FUNÇÃO HORÁRIA DA ELONGAÇÃO NO MHS

Na figura a seguir, destacamos a posição de uma partícula em MCU em um determinado instante t, movimentando-se ao longo de uma circunferência de raio A. Também observamos sua projeção sobre o eixo Ox, que é paralelo ao diâmetro OO’ e está contido no plano da circunferência.

Essa projeção descreve um movimento oscilatório, característico do MHS, e sua posição ao longo do tempo pode ser determinada por uma função horária baseada em funções trigonométricas, como seno e cosseno.

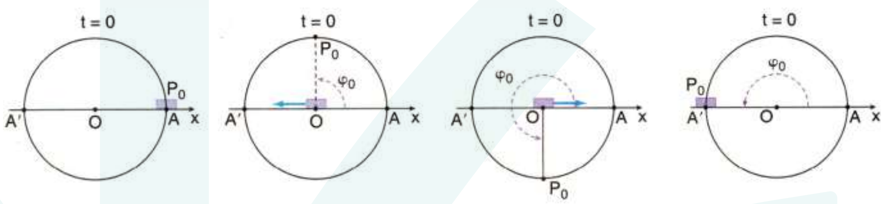


$$X = A \cos(\omega t + \varphi_0)$$

Sobre essa expressão, que é a função horária da elongação no MHS, é importante observar que:

- **A** (raio da circunferência em que ocorre o MCU) é a amplitude do MHS;
- **ω**(velocidade angular da partícula em MCU) é denominada pulsação ou frequência angular do MHS;
- $\boldsymbol{\varphi_0}$ é a constante de fase ou fase inicial, isto é, o valor da fase **φ** no instante t = 0. Para valores fixados de A e **ω**, a fase inicial φ_0 determina as características do MHS em t = 0.

Determinação da fase inicial φ_0



a) Corpo parte de A: $\varphi_0 = 0$

b) Corpo parte de 0 em movimento retrógrado $\varphi_0 = \frac{\pi}{2}$ rad

c) Corpo parte de 0 em movimento progressivo $\varphi_0 = \frac{3\pi}{2}$ rad

d) Corpo parte de A’: $\varphi_0 = \pi$ rad

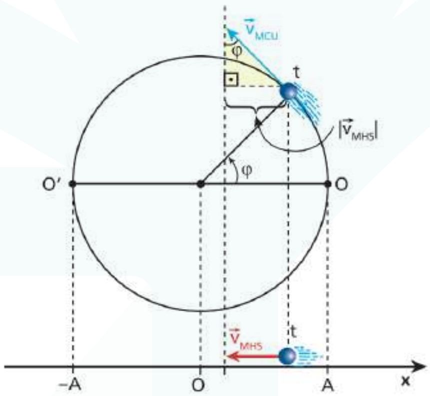
CÁLCULOS E NOTAS

FUNÇÃO HORÁRIA DA VELOCIDADE ESCALAR INSTANTÂNEA NO MHS

No Movimento Harmônico Simples (MHS), a velocidade escalar instantânea pode ser determinada a partir da projeção da velocidade no Movimento Circular Uniforme (MCU).

A figura a seguir ilustra essa relação, mostrando como a velocidade da partícula em MCU se projeta sobre a trajetória retilínea do MHS. Assim como no caso da posição, a velocidade também oscila periodicamente, sendo máxima no centro da trajetória e nula nos extremos.

Essa variação ao longo do tempo pode ser descrita por uma função horária baseada em seno e cosseno, assim como ocorre com a elongação no MHS.



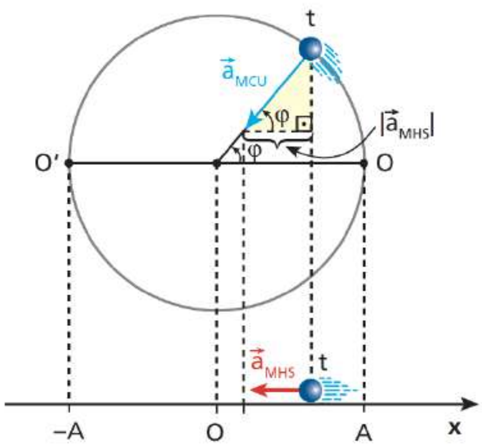
$$v = -\omega A \text{ sen } (\omega t + \varphi_0)$$

FUNÇÃO HORÁRIA DA ACELERAÇÃO ESCALAR INSTANTÂNEA NO MHS

No Movimento Harmônico Simples (MHS), a aceleração escalar instantânea pode ser determinada a partir da projeção da aceleração centrípeta do Movimento Circular Uniforme (MCU) sobre a trajetória retilínea do MHS.

A figura a seguir ilustra essa relação, mostrando como a aceleração da partícula em MCU se projeta no eixo ao longo do qual ocorre o MHS. Diferente da velocidade, que é máxima no centro e nula nos extremos, a aceleração no MHS atinge seu máximo nos extremos da trajetória e é nula no centro.

Assim como na posição e na velocidade, a aceleração no MHS também segue uma variação periódica e pode ser descrita por uma função horária baseada em seno e cosseno, relacionando diretamente a aceleração da partícula com seu deslocamento ao longo do tempo.



$$v = -\omega A \text{ sen } (\omega t + \varphi_0)$$

CÁLCULOSENOTAS

CÁLCULOSENOTAS

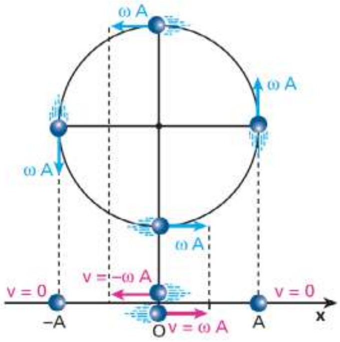
OBS.:

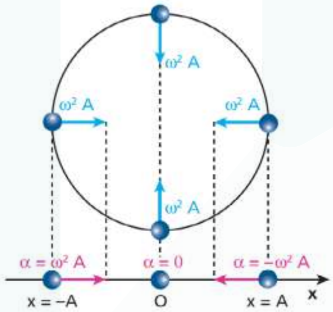
A **velocidade escalar máxima** no MHS é dada pelo produto da pulsação pela amplitude, ocorrendo no ponto central da trajetória:

$$V_{máx} = \omega A$$

A **aceleração escalar máxima** no MHS é dada pelo produto do quadrado da pulsação pela amplitude, ocorrendo no ponto de inversão em que a elongação é x = -A:

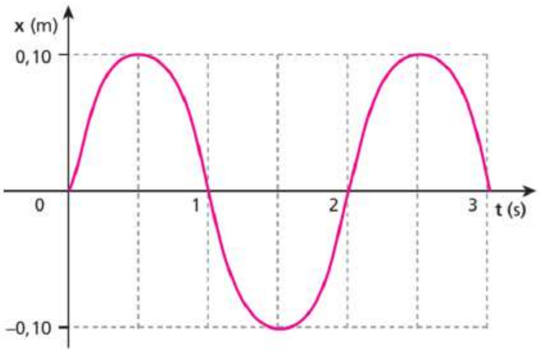
$$\alpha_{máx} = \omega^2 A$$





EXEMPLO 1

A partir do gráfico a seguir, que representa as posições ocupadas por um móvel em função do tempo quando oscila em movimento harmônico simples, determine a frequência e a amplitude do movimento



EXEMPLO 2

Uma partícula descreve um movimento harmônico simples segundo a equação x=0,3. cos ($\frac{\pi}{3}$+2.t), no SI. O módulo da máxima velocidade atingida por esta partícula é:

a) π/3 m/s

b) 0,2 π m/s

c) 0,6 m/s

d) 0,1 π m/s

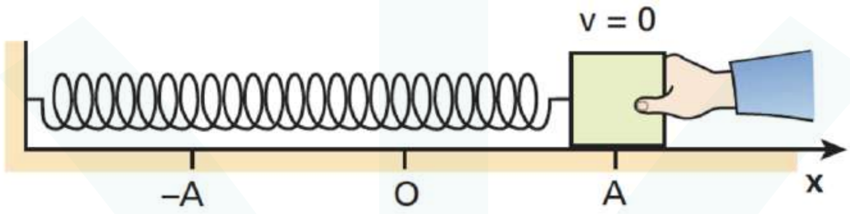
e) 0,3 m/s

PERÍODO DO MHS

No Movimento Harmônico Simples (MHS), o período (T) representa o tempo necessário para que o movimento se repita completamente. Em outras palavras, é o intervalo de tempo que a partícula leva para retornar à mesma posição e estado de movimento.

O período está diretamente relacionado à frequência do movimento e pode ser determinado a partir das características do sistema oscilante, como sua massa, a força restauradora e a constante elástica (no caso de um oscilador massa-mola, por exemplo).

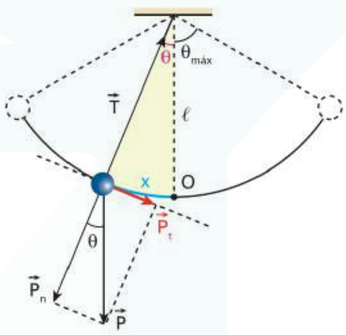
Esse conceito é essencial para a compreensão de fenômenos ondulatórios, vibrações e oscilações na natureza.



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

PÊNDULO SIMPLES

O pêndulo simples é um exemplo clássico de Movimentos Oscilatórios quando suas oscilações ocorrem com pequenos ângulos. O período (T) desse movimento corresponde ao tempo necessário para que o pêndulo complete uma oscilação completa, ou seja, ir e voltar à mesma fase do movimento.



A fórmula que determina o período do pêndulo simples é:

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

onde:

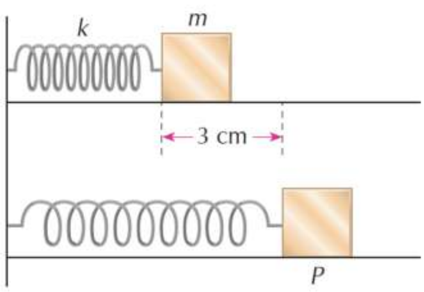
- ***T*** é o período (segundos);
- ***L*** é o comprimento do fio ou haste do pêndulo (metros);
- ***g*** é a aceleração da gravidade (m/s²);
- ***π*** é a constante matemática aproximadamente igual a 3,14.

Essa equação mostra que o período não depende da massa do pêndulo, apenas do seu comprimento e da aceleração da gravidade. Isso explica por que pêndulos de tamanhos diferentes oscilam em ritmos distintos.

Esse conceito é fundamental para aplicações como relógios de pêndulo, instrumentos científicos e até a medição da gravidade em diferentes locais do planeta.

EXEMPLO 1

O ponto material da figura tem massa m = 0,2 kg e está preso à mola de constante elástica k = 0,8 π^2 N/m. Por meio de uma ação externa, distende-se a mola de 3 cm, abandonando-se o conjunto, que começa a oscilar, efetuando um MHS na ausência de forças dissipativas. Determine o período do movimento.



CÁLCULOS E NOTAS

EXEMPLO 2

Um náufrago em uma ilha resolve fazer um cronômetro utilizando um pêndulo simples oscilando com baixas amplitudes. Considere o módulo da aceleração da gravidade g = 10 m/s2. Para que esse pêndulo execute uma oscilação completa a cada segundo, o náufrago deve construir um pêndulo com um comprimento de aproximadamente:

a) 10,0 m.
b) 1,00 m.
c) 0,25 m.
d) 0,50 m.
e) 0,75 m.

ANOTAÇÕES

CÁLCULOS E NOTAS

Estamos juntos nessa!

CURSO FERNANDA PESSOA ONLINE