

# Movimento Harmônico Simples

---

**Prof. Theo Z. Pavan**

5913001 - Física Acústica

# Motivações

- Como podemos descrever as vibrações?
- Características do movimento harmônico simples (MHS).
- Como são produzidas as ondas?
- Movimentos periódicos produzem ondas?

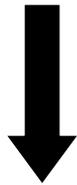
# Movimento periódico

- Movimentos que se repetem em intervalos de tempos regulares.
- Movimento circular:
  - Pedal da bicicleta
- Oscilações - vibrações

# Vibrações e Ondas



“Variações temporais”



- Cordas vocais
- Diapasão
- Instrumentos de cordas



“Variações espaciais”



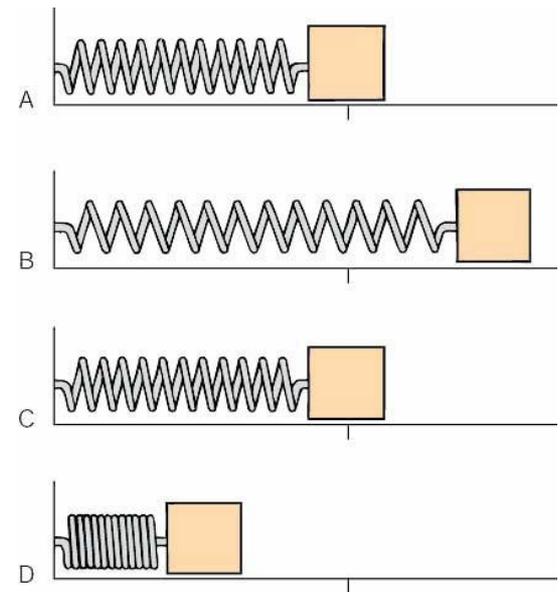
- Ondas na água
- Ondas sonoras
- Ondas em cordas

# Mas como podemos descrever as vibrações?

- Uma massa vibrante é descrita medindo várias variáveis:
  - A distância do deslocamento da posição de equilíbrio.
  - Um ciclo é o movimento de um ponto até outro ponto, retornando novamente ao ponto inicial.
  - O período ( $T$ ) é o tempo necessário para completar um ciclo.
  - A frequência ( $f$ ) é o número de ciclos por unidade de tempo.
  - Quando a unidade de tempo é o segundo,  $f$  é medida em Hertz (Hz)
  - O período é o tempo necessário para completar um ciclo e a frequência é o número de ciclos por segundo:  **$=1/f$  ou,  $f = 1/T$**

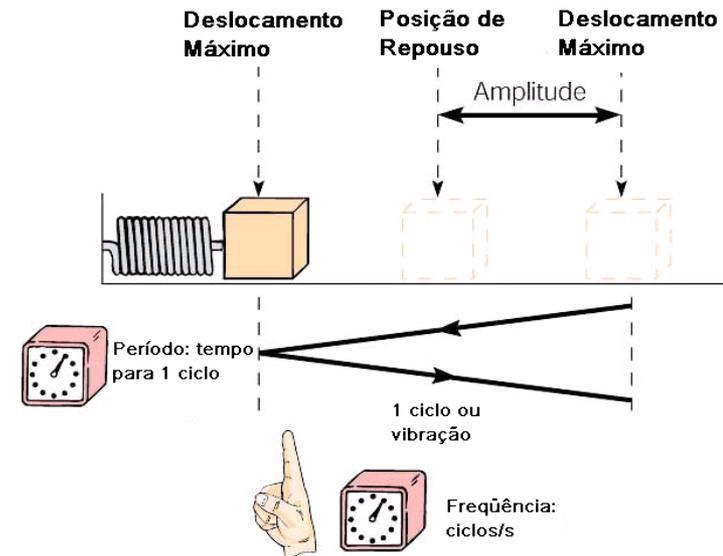
# Movimento Harmônico Simples (MHS)

- Movimento oscilatório que se repete periodicamente.
- ...resulta em ondas senoidais.
- Apenas UMA frequência
- Exemplos:
  - Metrônomo
  - Massa em uma mola
  - Pêndulo (pequenos ângulos)

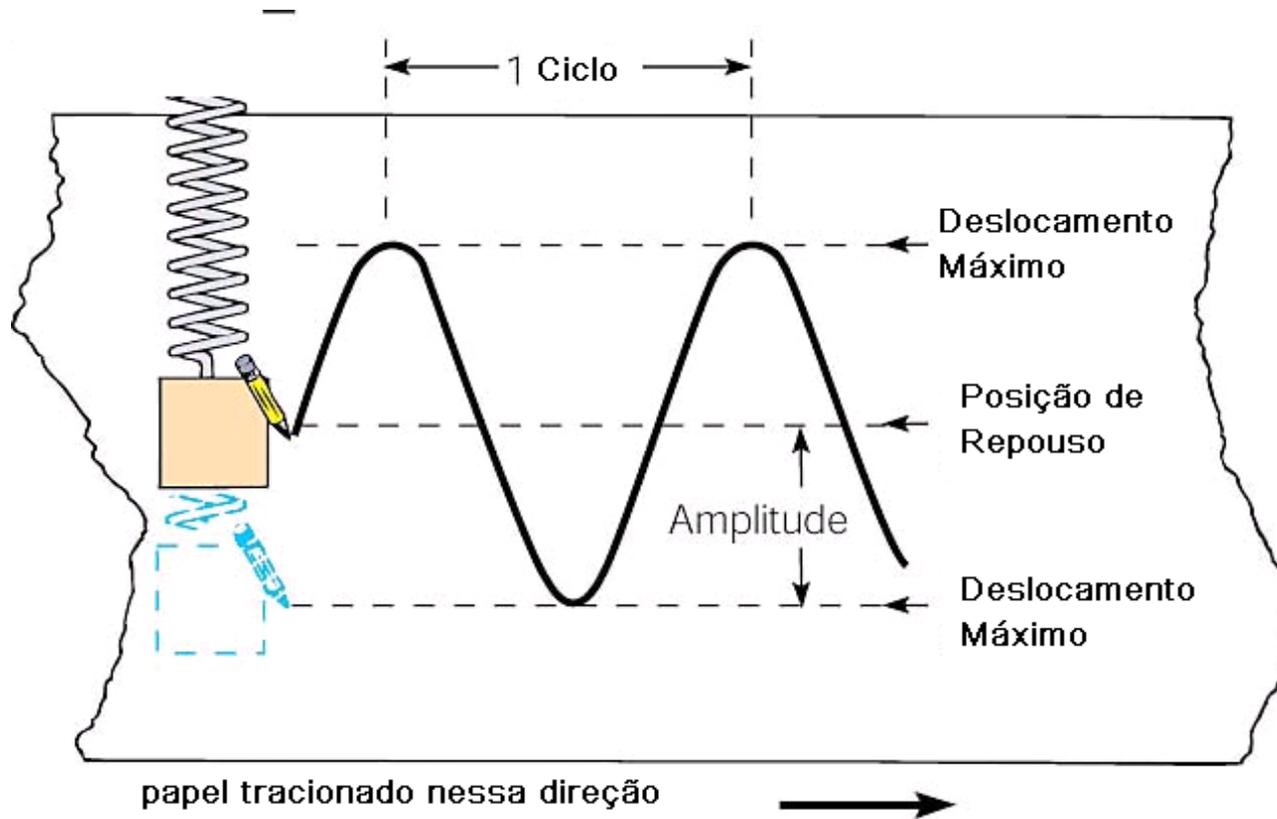


# MHS

- O **deslocamento máximo** é chamado **amplitude** da vibração.
- Um **ciclo** é uma **vibração completa**.
- O **período** é o **tempo** necessário para completar um **ciclo completo**.
- A **frequência (em Hz)** é a conta de quantos **ciclos** o sistema completa **em 1 segundo**.

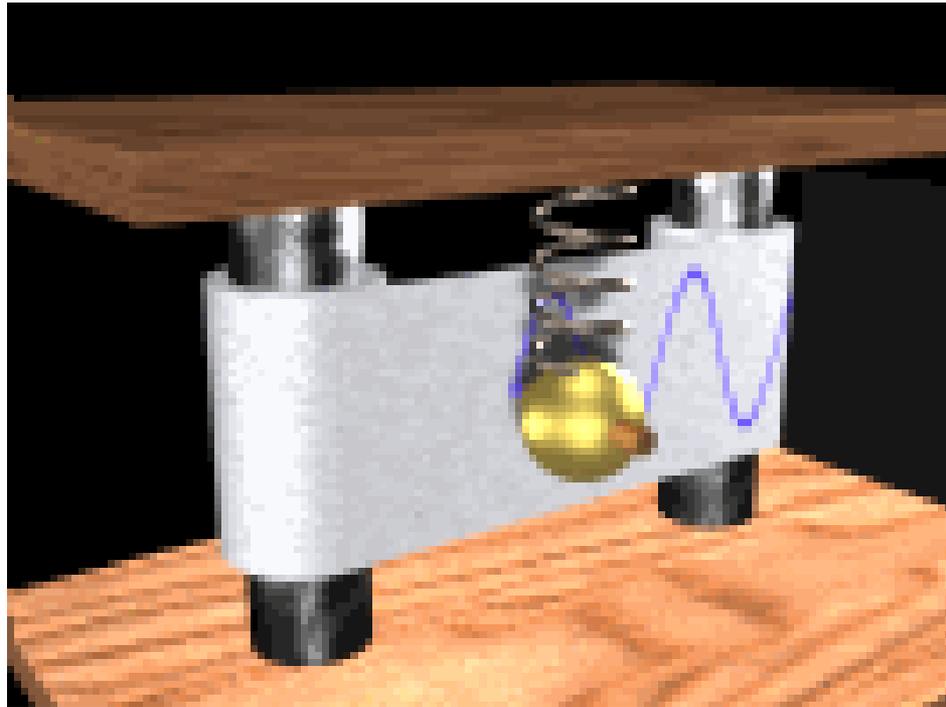


# MHS



O gráfico de um Movimento Harmônico Simples é descrito por uma curva senoidal.

# MHS



# **Movimento Harmônico Simples – Parte 2**

---

**Prof. Theo Z. Pavan**

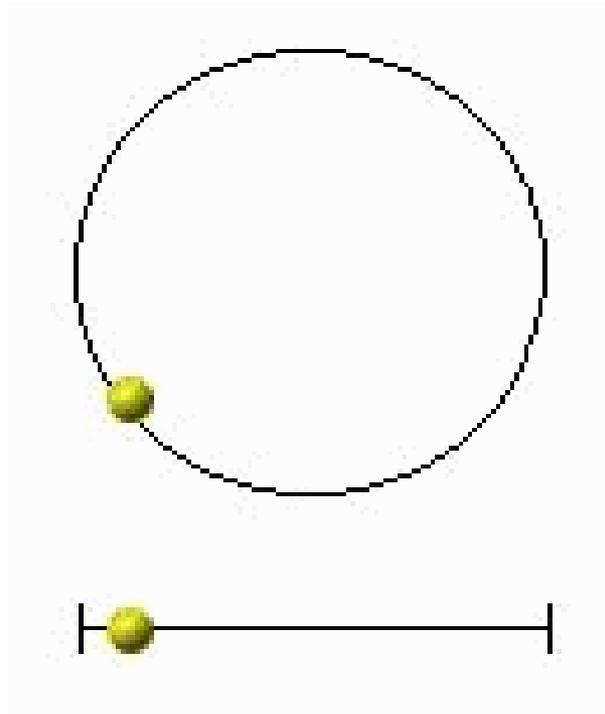
5913001 - Física Acústica

# Objetivos

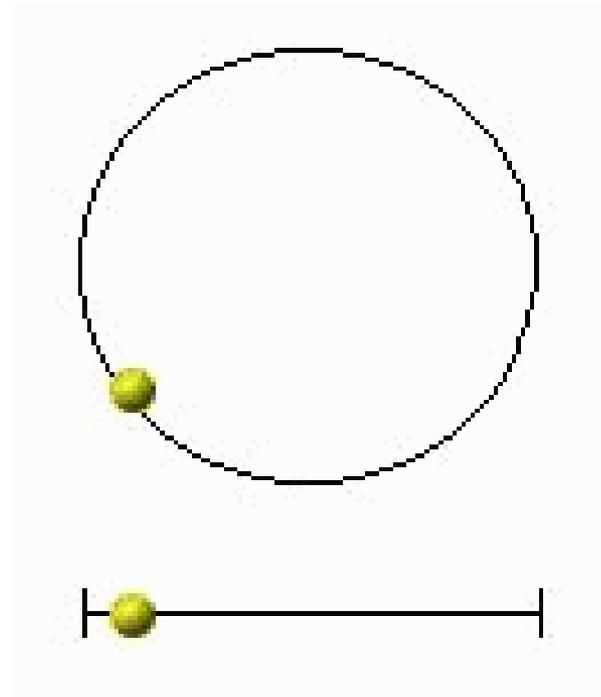
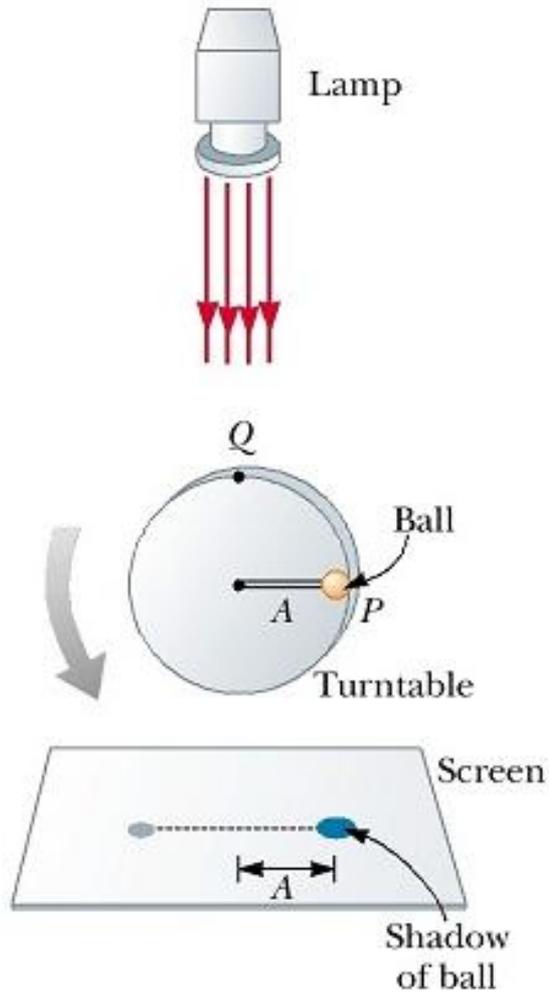
- Relação entre Movimento Harmônico Simples (MHS) e Movimento Circular Uniforme (MCU).
- Determinar a função horária de um MHS.
  - Função senoidal.
- Discutir o conceito de fase.

# MHS e Movimento Circular Uniforme (MCU)

- Movimento Circular Uniforme  $\rightarrow$  Velocidade angular ( $\omega$ ) constante
- Tempo para um ciclo completo  $\rightarrow$  Período  $T$



# MHS e Movimento Circular Uniforme (MCU)



# MHS e MCU

$$\cos \theta = x / A \Rightarrow x = A \cos \theta$$

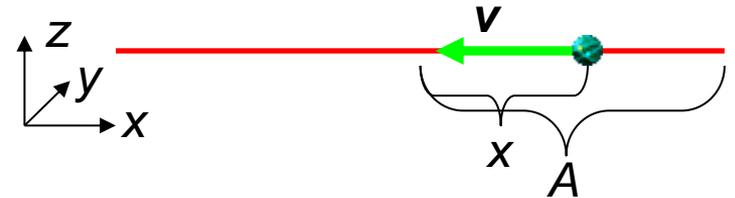
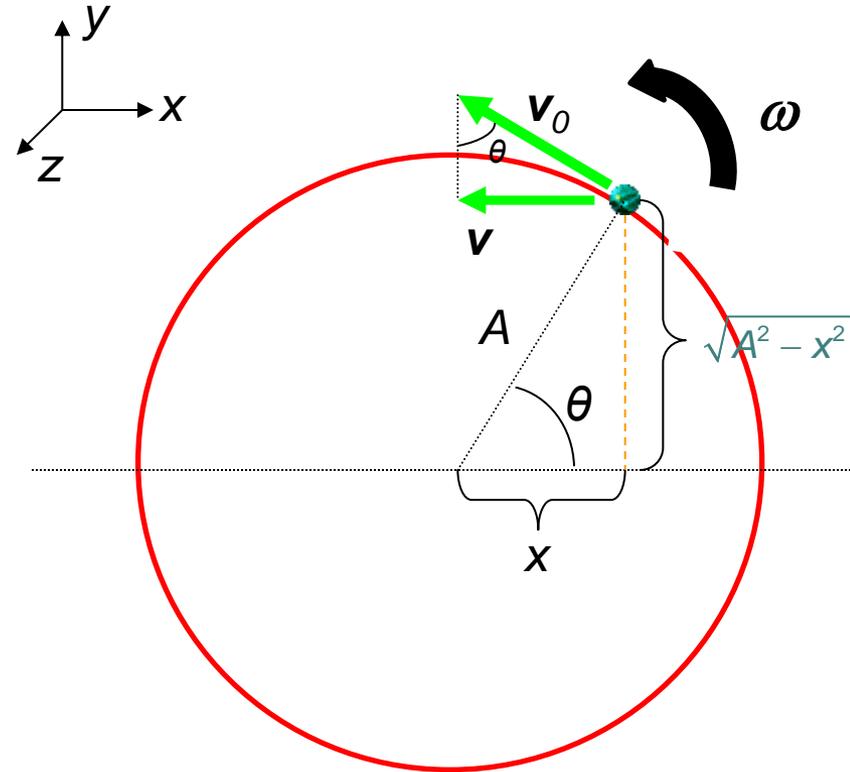
$$\theta = \omega t \quad \omega: \text{velocidade angular no MCU}$$

$$x = A \cos \omega t \quad \omega = 2\pi f$$

$$x = A \cos 2\pi f t \quad \text{ou} \quad x = A \cos \frac{2\pi t}{T}$$

## No MHS

- $\omega$ : frequência angular
- $f$ : frequência
- $T$ : período

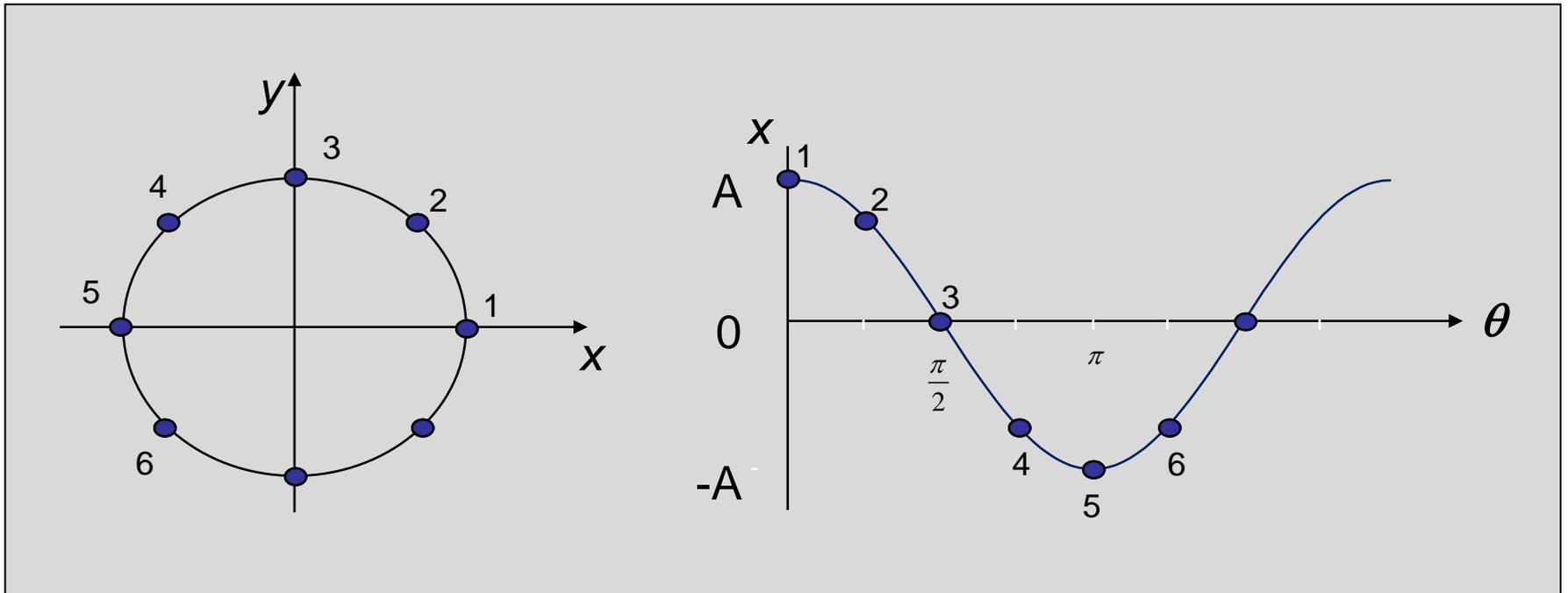


# Dinâmica do MHS

Como relacionar o MHS com o MCU?

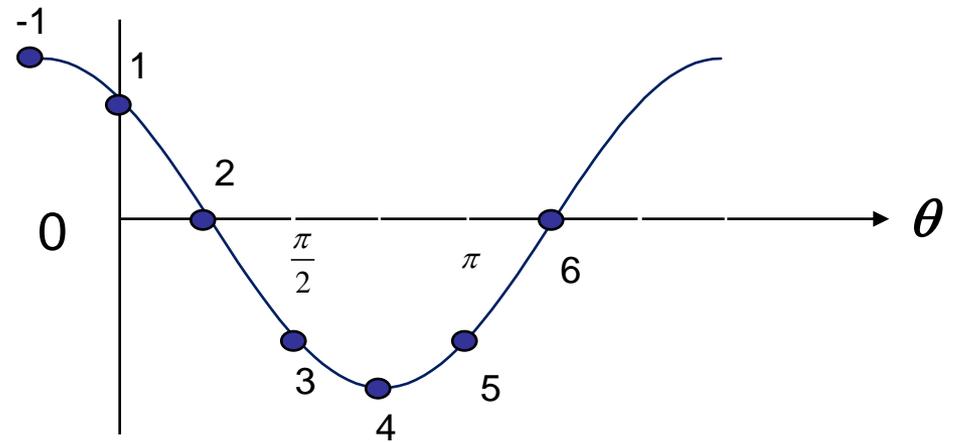
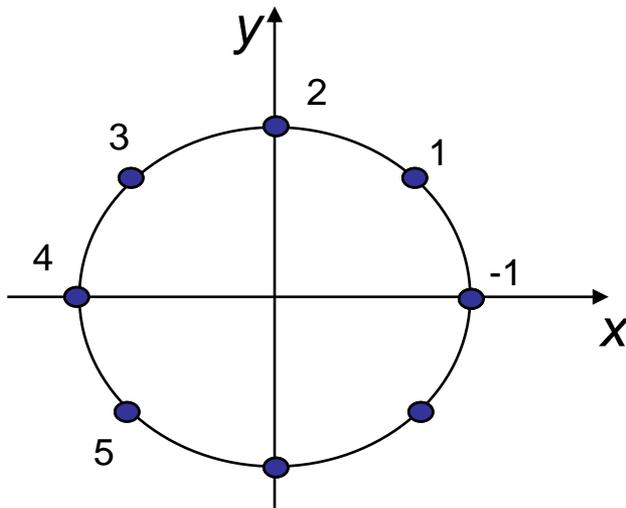
$$x = A \cos \theta = A \cos (\omega t)$$

Para  $t = 0 \rightarrow x = A$



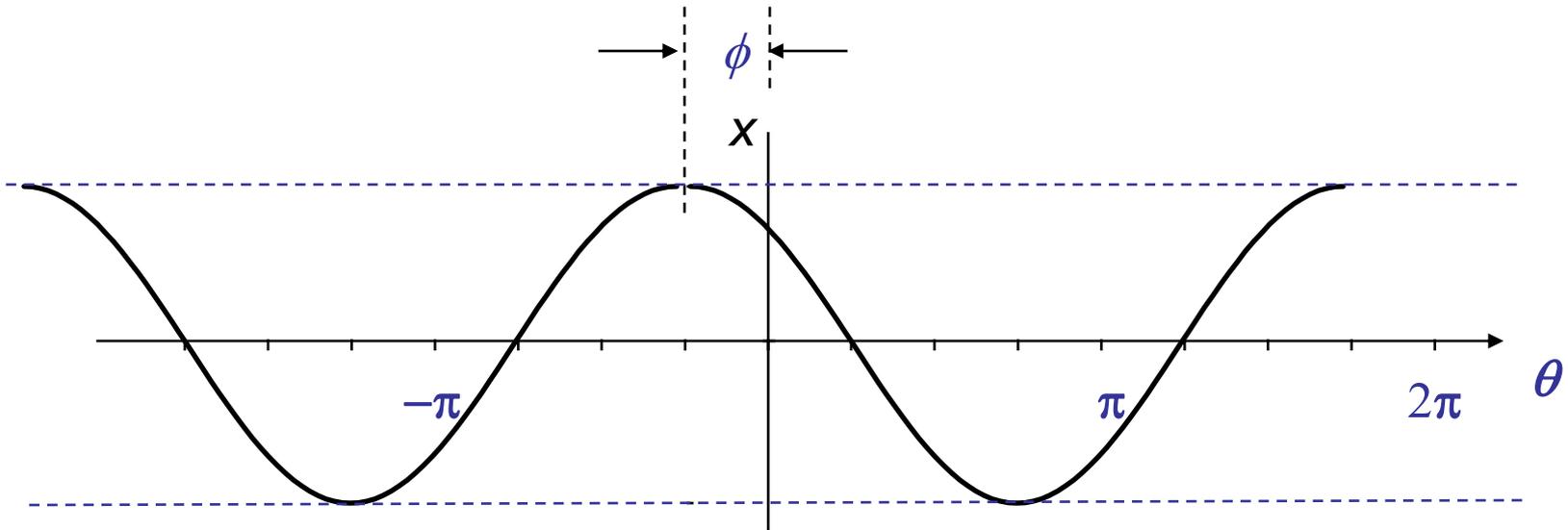
# Solução do MHS

- $x = A \cos(\omega t + \phi) \rightarrow \theta = \omega t$       Para  $t = 0 \rightarrow x = A \cos(\phi)$
- $\phi$ : fase



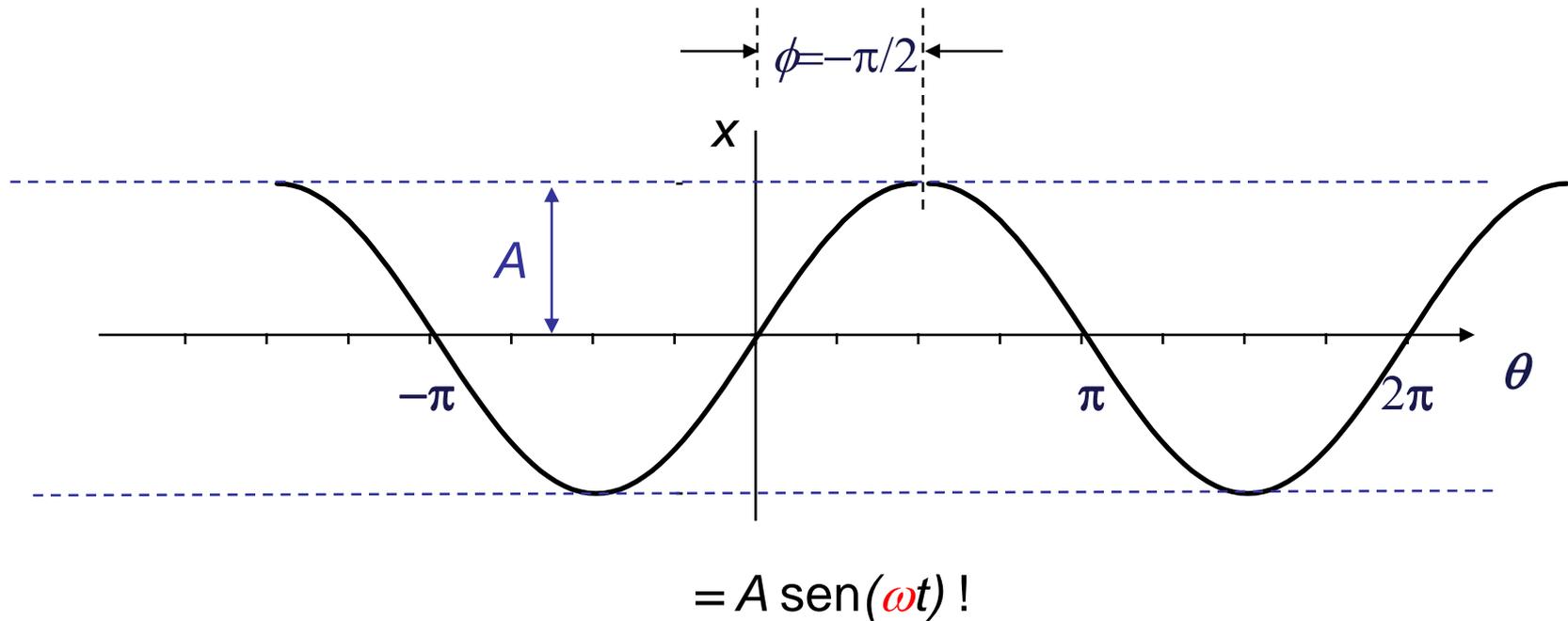
# Solução do MHS

- $x = A \cos(\omega t + \phi) \rightarrow \theta = \omega t$       Para  $t = 0 \rightarrow x = A \cos(\phi)$
- $\phi$ : fase



# Solução do MHS

- $x = A \cos(\omega t - \pi/2)$



# Resumo MHS

- A solução mais geral é  $x = A \cos(\omega t + \phi)$

onde  $A =$  amplitude

$\omega =$  frequência angular

$\phi =$  fase

- Para uma massa em uma mola:

A frequência **não** depende da amplitude!!

- Isso na realidade é geral para qualquer MHS!

- A oscilação ocorre ao redor do ponto de equilíbrio, onde a força resultante é nula!