

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”



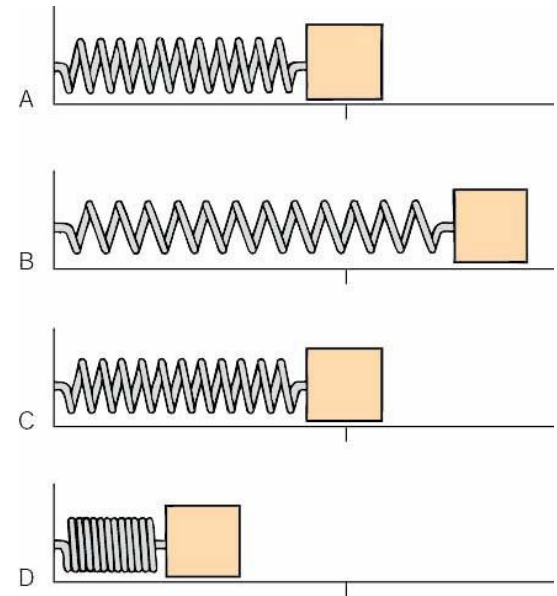
- Ondas na água
- Ondas sonoras
- Ondas em cordas

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, $f = 1/T$**

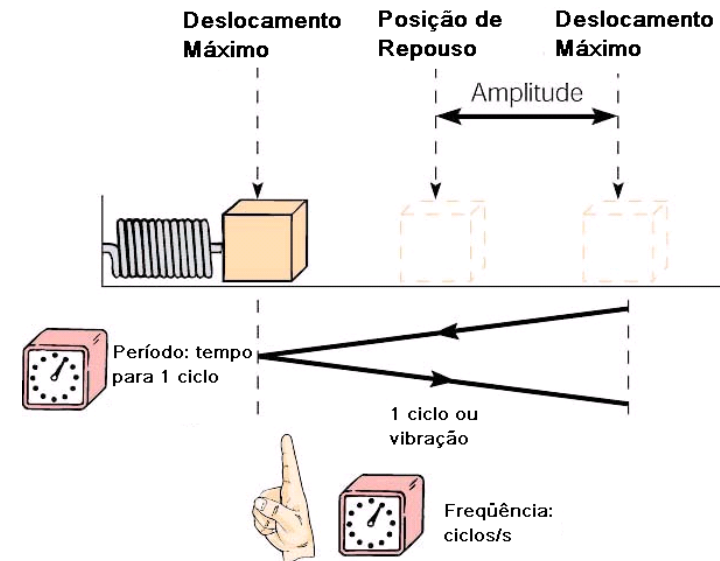
Movimento Harmônico Simples (MHS)

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

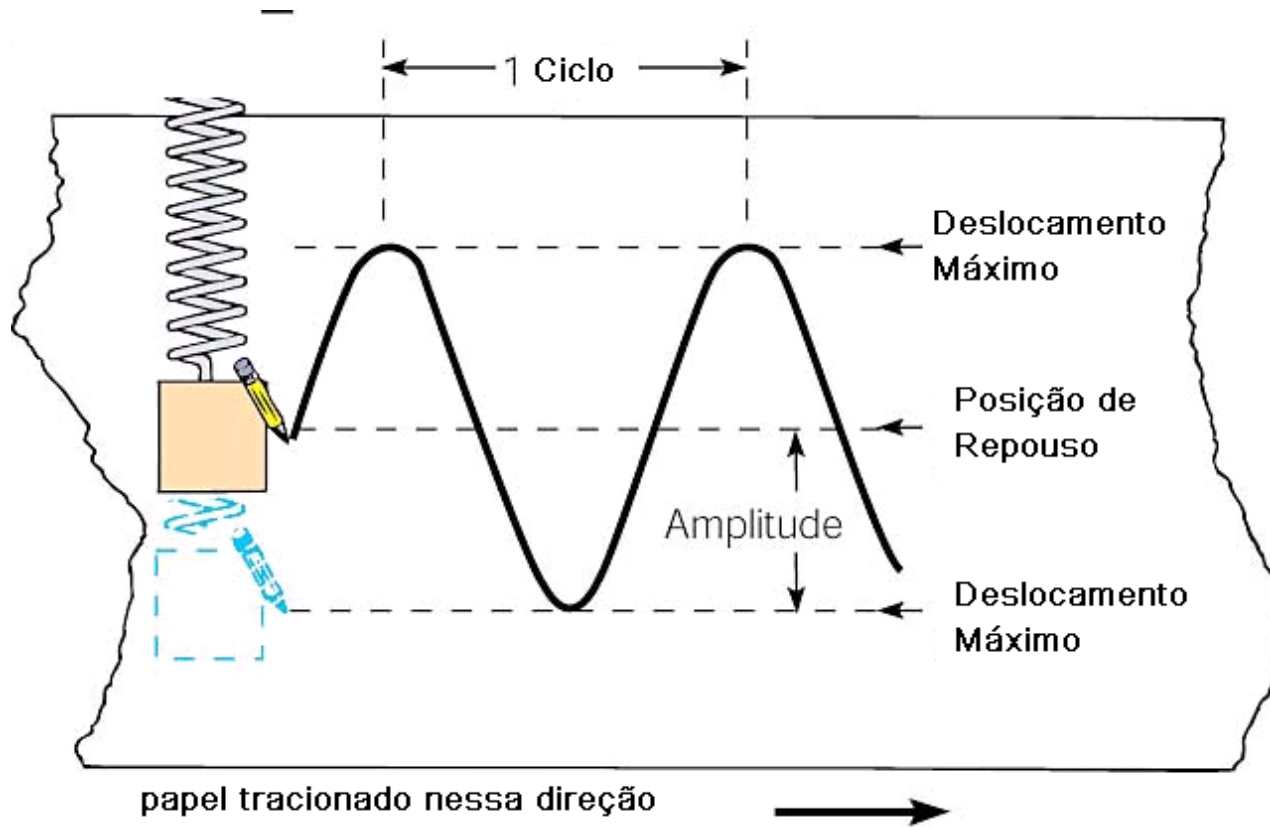


MHS

- 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**.

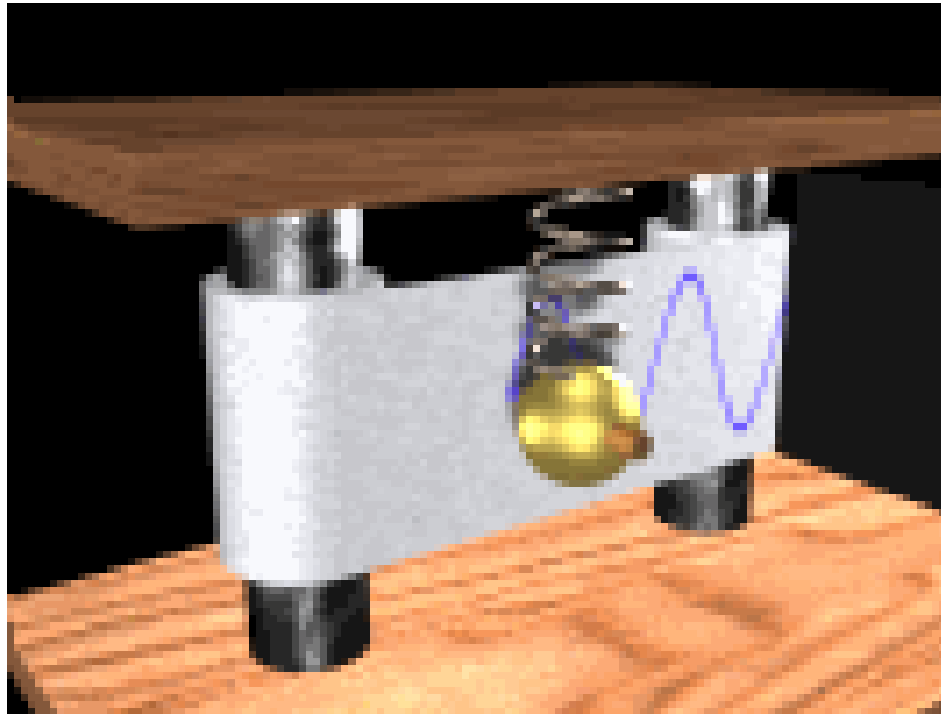


MHS



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

MHS



Movimento Harmônico Simples – Parte 2

Prof. Theo Z. Pavan

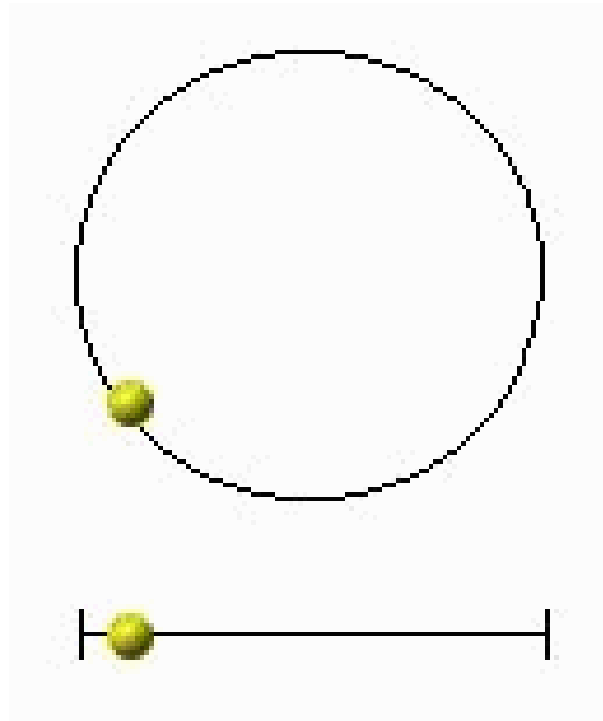
5913001 - Física Acústica

Objetivos

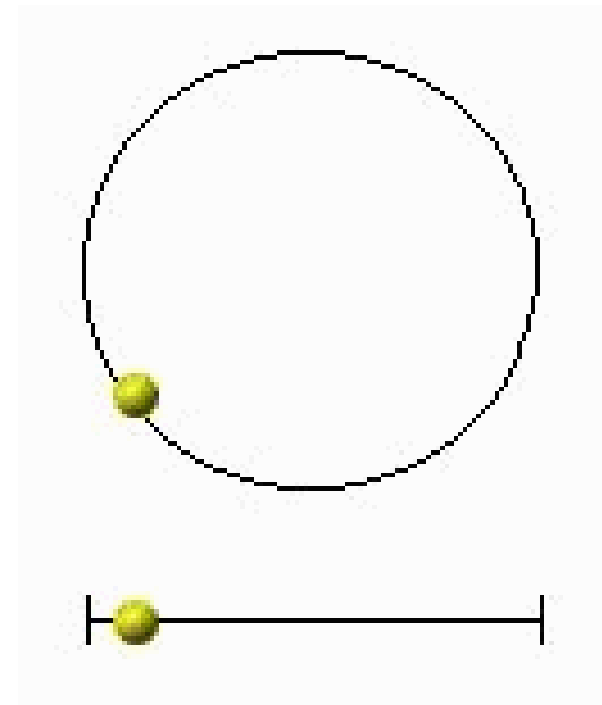
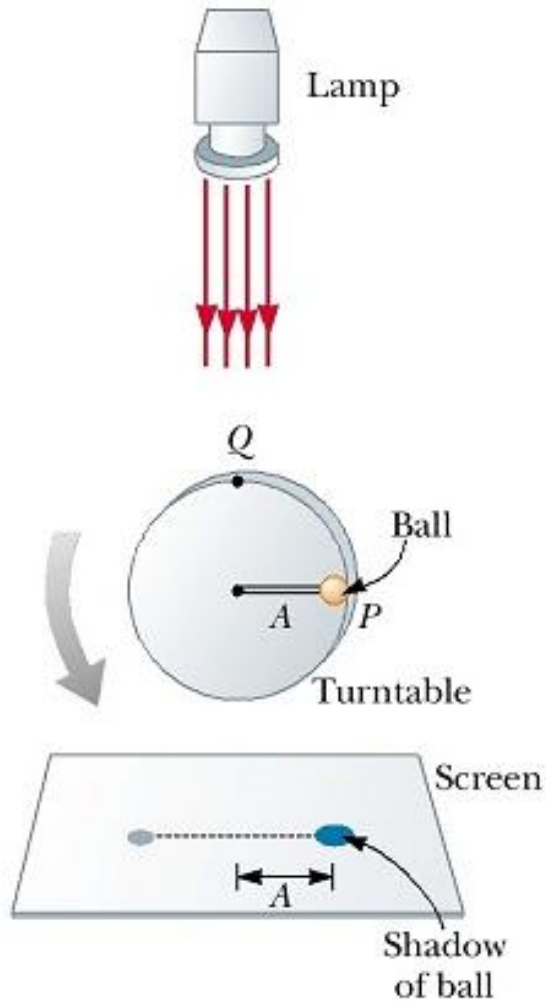
- Relação entre Movimento Harmônico Simples (MHS) e Movimento Circular Uniforme (MCU).
- Determinar a função horária de um MHS.
 - Função senoidal.
- Discutir o conceito de fase.

MHS e Movimento Circular Uniforme (MCU)

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



MHS e Movimento Circular Uniforme (MCU)



MHS e MCU

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

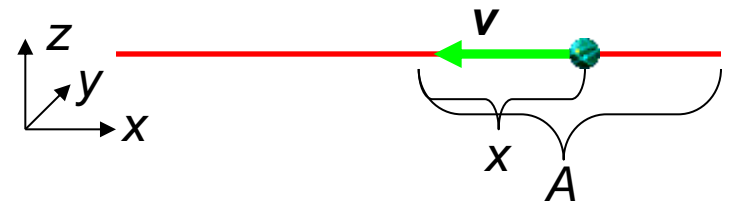
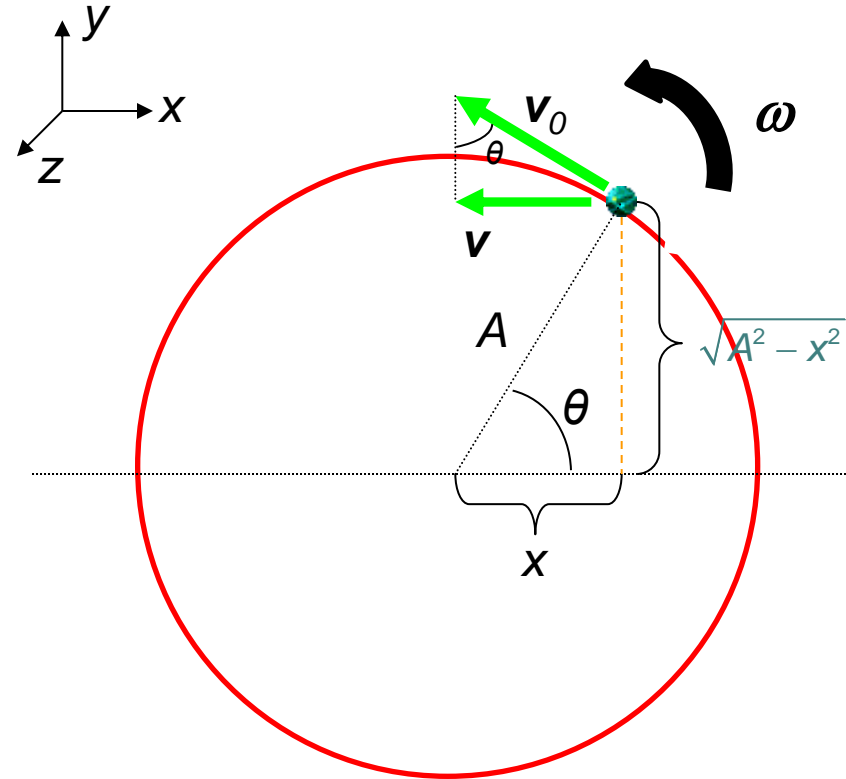
$$\theta = \omega t \quad \omega: \text{velocidade angular no MCU}$$

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

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

No MHS

- ω : frequência angular
- f : frequência
- T : período

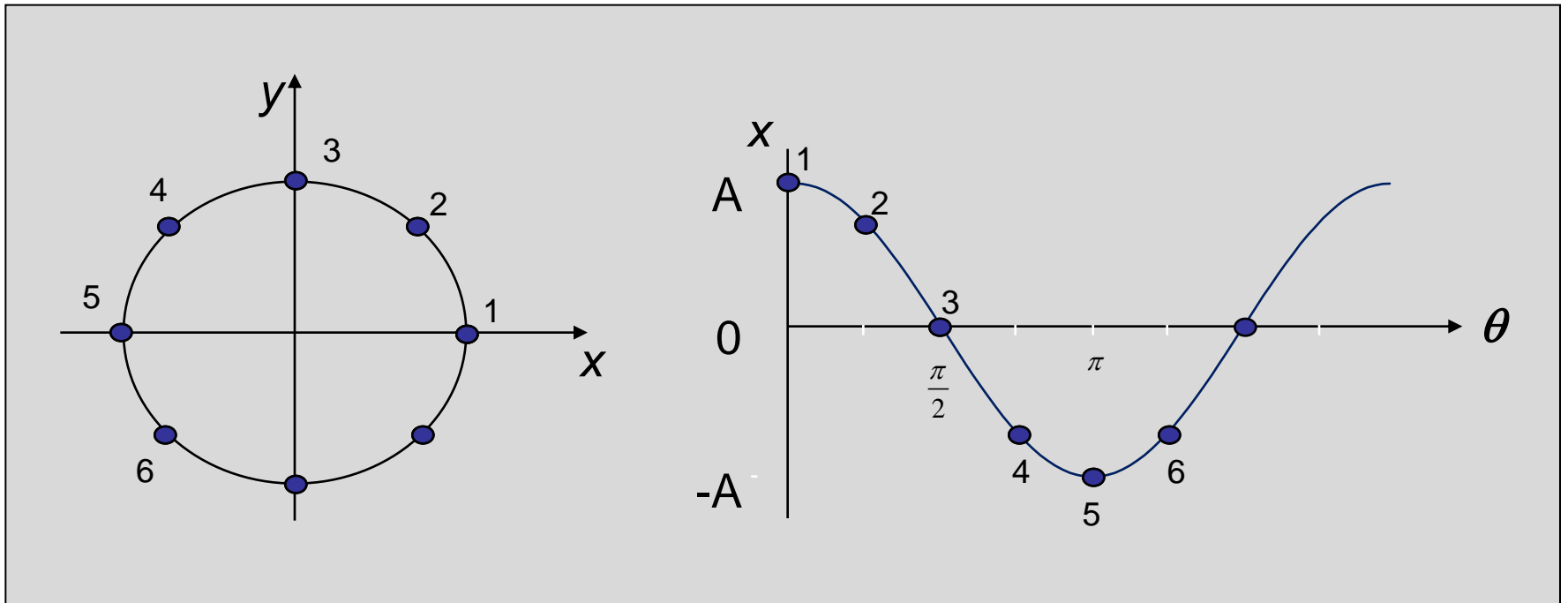


Dinâmica do MHS

Como relacionar o MHS com o MCU?

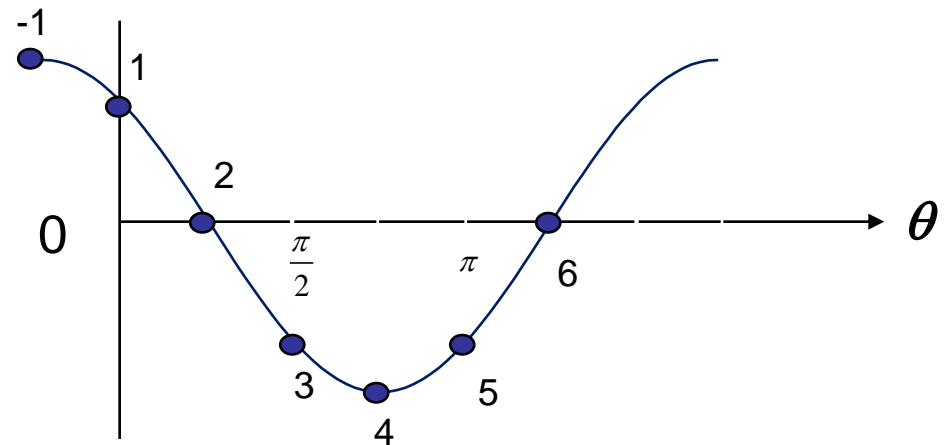
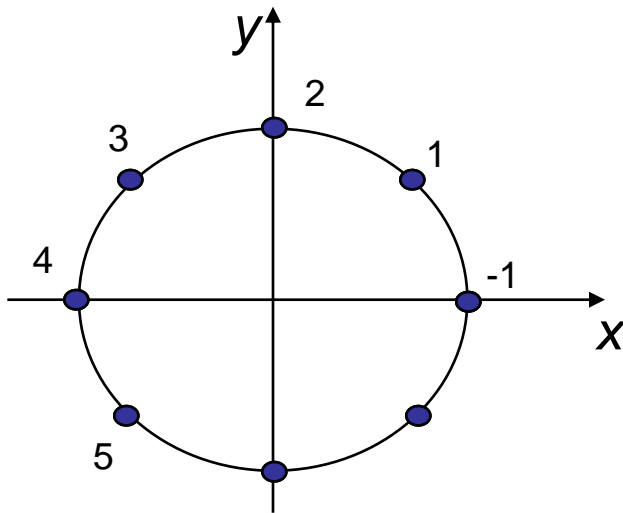
$$x = A \cos \theta = A \cos (\omega t)$$

Para $t = 0 \rightarrow x = A$



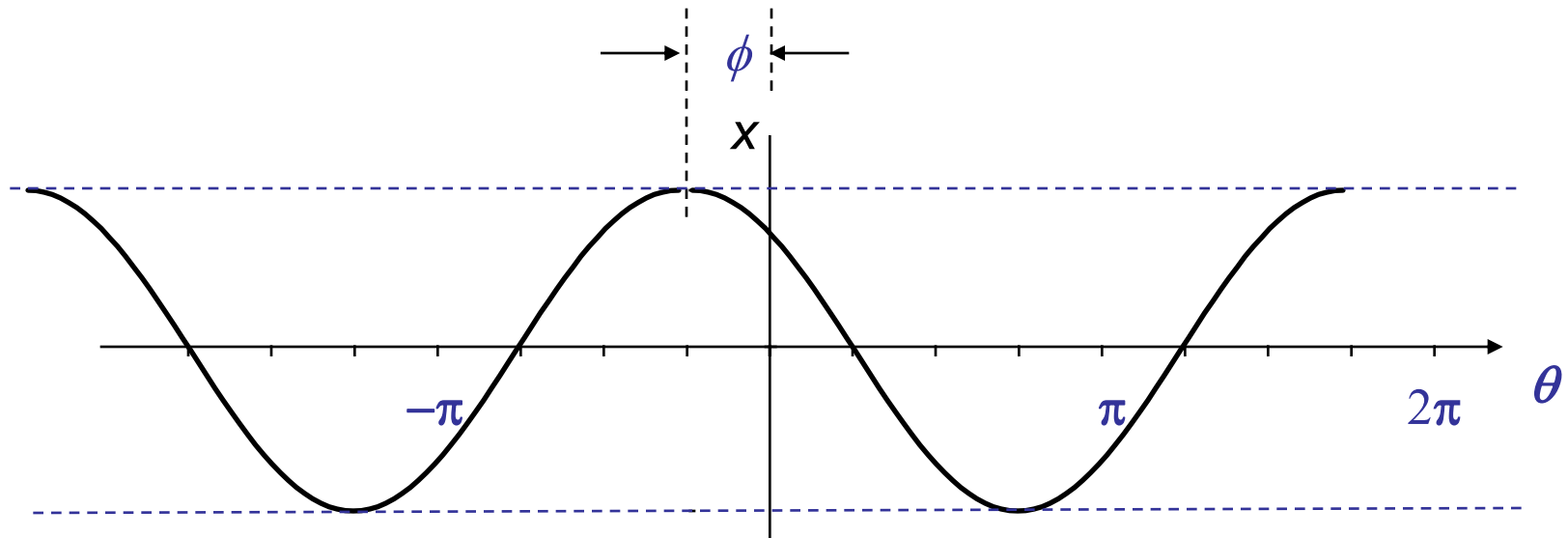
Solução do MHS

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



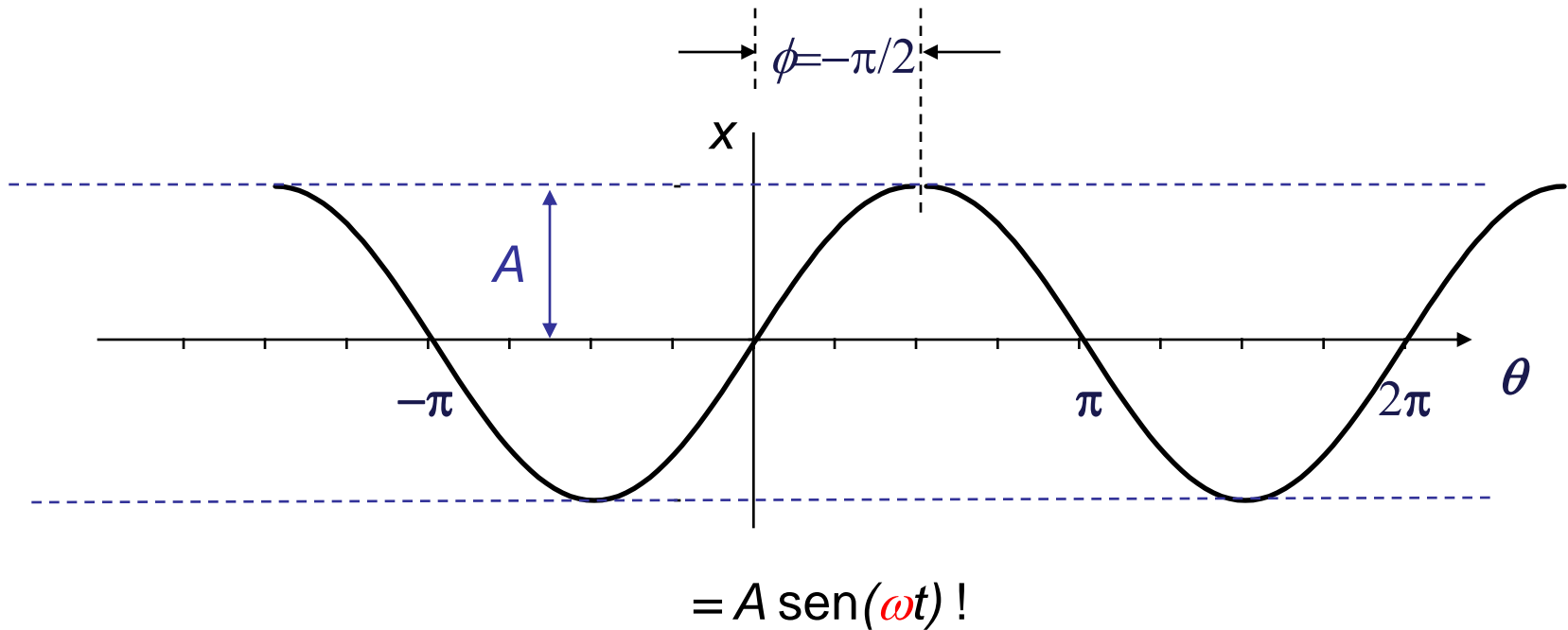
Solução do MHS

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