Movimento Harmônico Simples

Prof. Theo Z. Pavan

Física Acústica

Motivações

- Como podemos descrever as vibrações?
- Como são produzidas as ondas?
- Movimentos periódicos produzem ondas?
- Quais as características destas ondas?
- Como podemos descrevê-las?

Vibrações e Ondas

“Variações temporais”

- Cordas vocais
- Diapasão
- Instrumentos de cordas

“Variações espaciais”

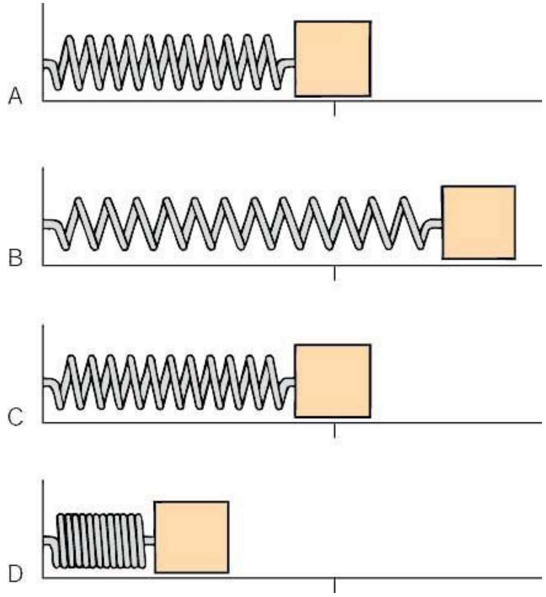
- Ondas na água
- Ondas sonoras
- Ondas em cordas

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: $\boldsymbol{=1/f}$ ou, $\boldsymbol{f = 1/T}$

Movimento Harmônico Simples (MHS)

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



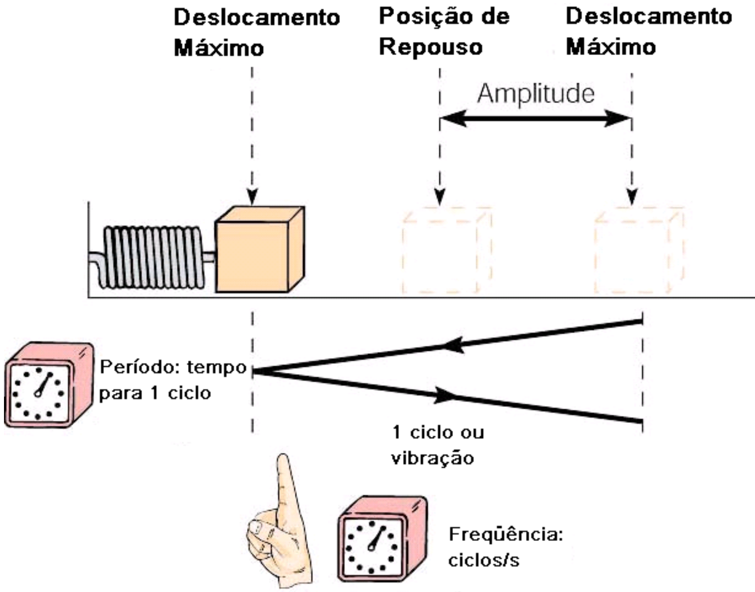
MHS

- O **deslocamento máximo** é chamado **amplitude** da vibração.

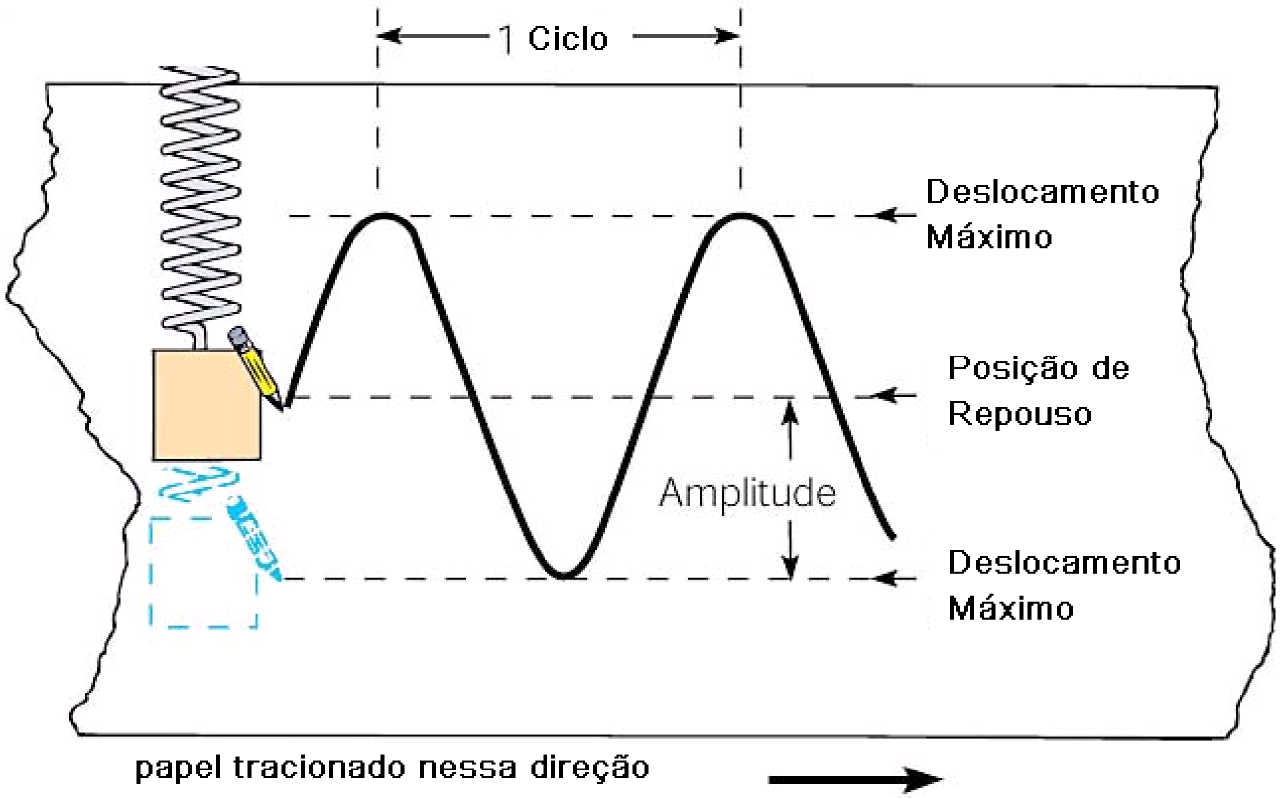
- **Um ciclo** é uma **vibração completa**.

- 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**.

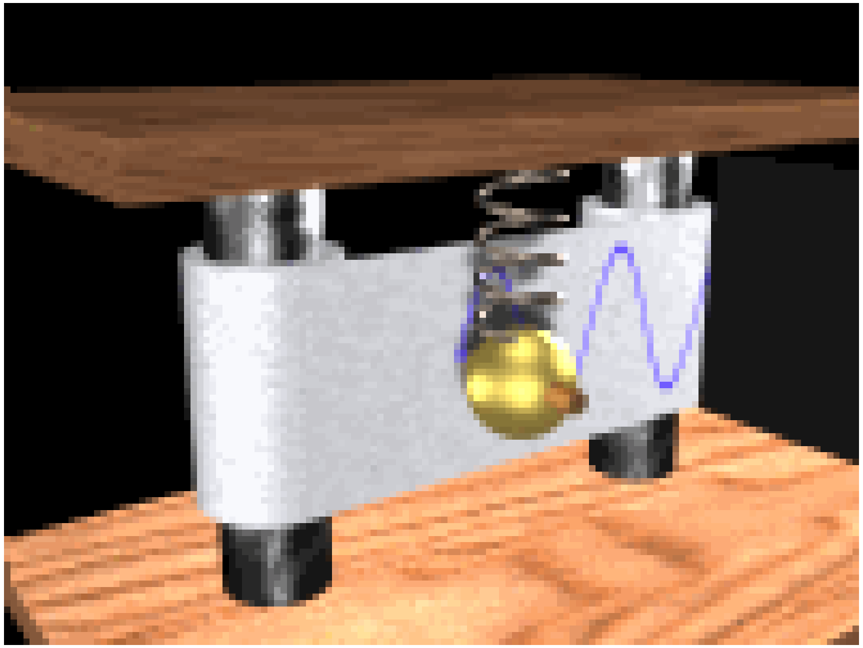


MHS



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

MHS



MHS e Movimento Circular Uniforme

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

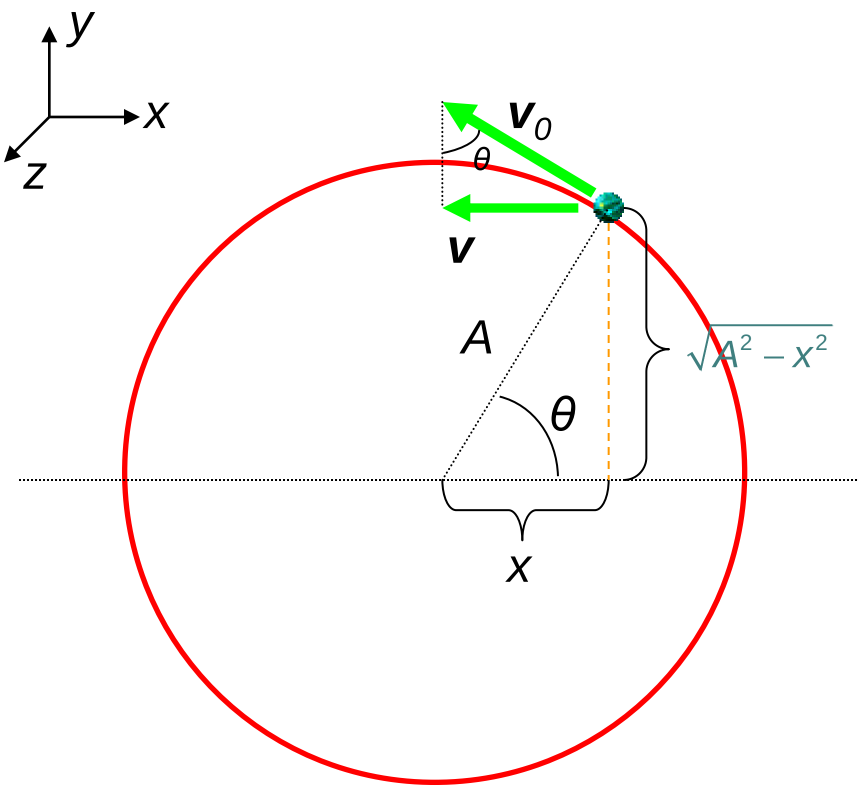
$\theta = \omega t$ ω: velocidade angular

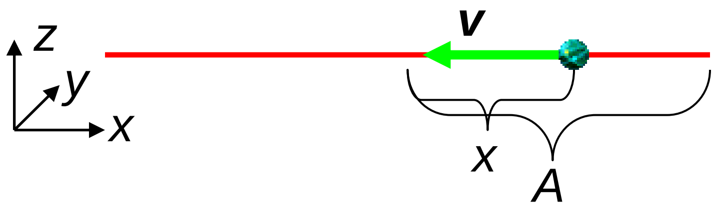
$$x = A\cos\omega t \qquad \omega = 2\pi f$$

$$\boxed{x = A\cos 2\pi ft}$$ ou $$x = A\cos\frac{2\pi t}{T}$$

$$v = -v_0 \sin\theta = -v_0 \sin 2\pi ft = -v_0 \sin\frac{2\pi t}{T}$$

$$a = \frac{F}{m} = -a_0 \cos 2\pi ft$$

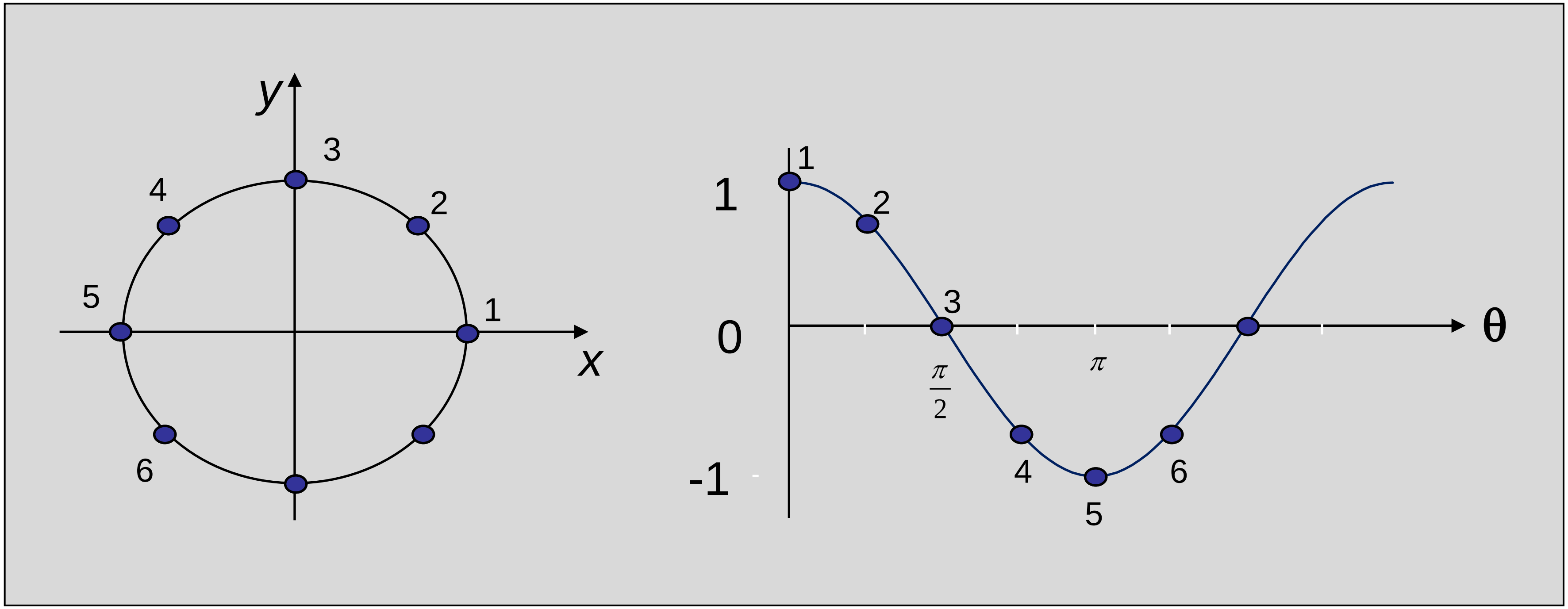




Dinâmica do MHS

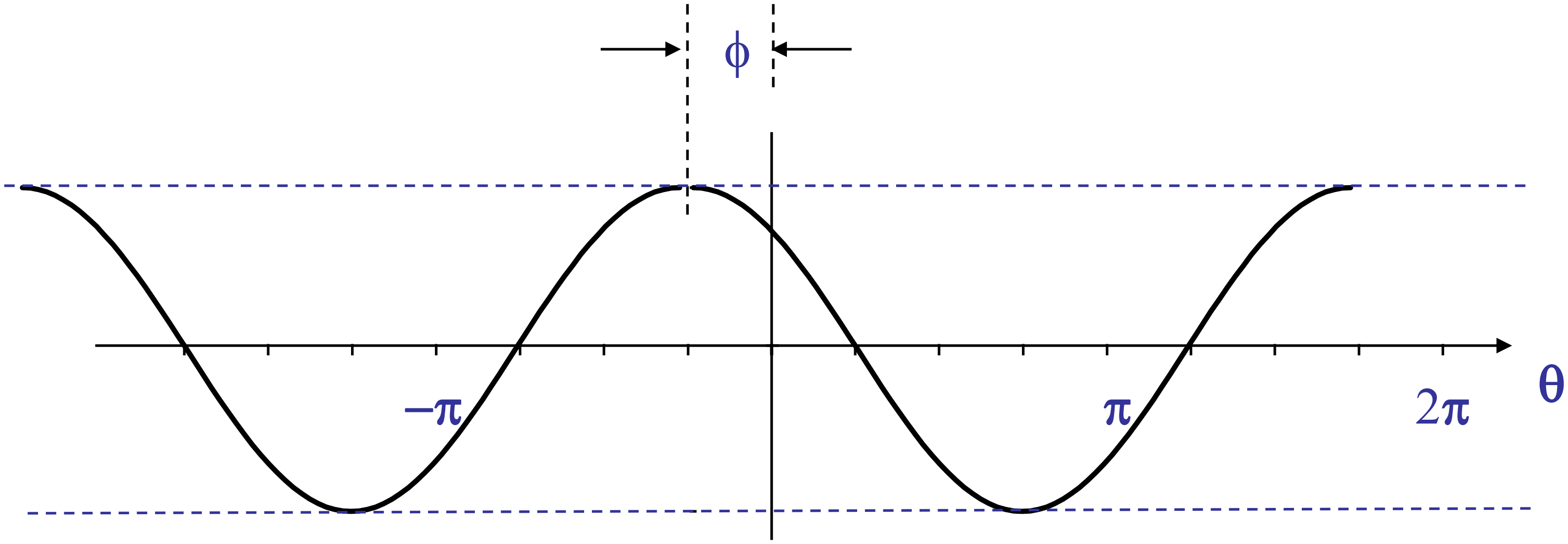
- Como relacionar o MHS com o MCU?

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



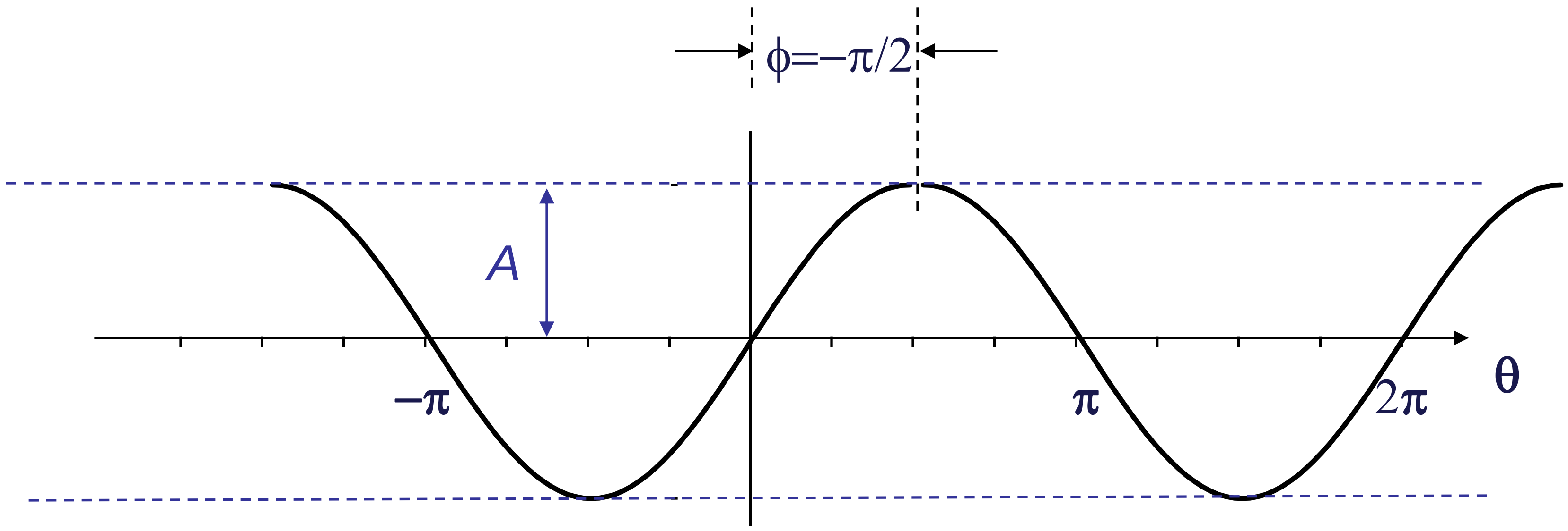
Solução do MHS

- $x = A\cos(\omega t + \phi)$



Solução do MHS

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



$= A\, sin(\omega t)$!

Resumo MHS

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

  onde A = amplitude

  ω = frequência angular

  ϕ = fase

- Para uma massa em uma mola:

  A frequência **<u>não</u>** depende da amplitude!!

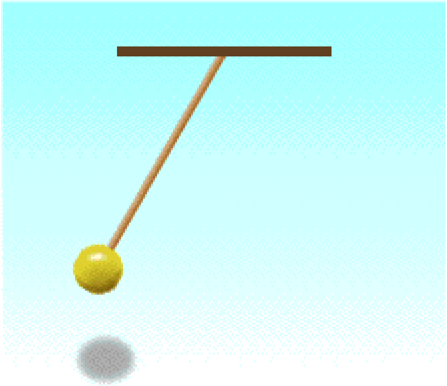
  - Isso na realidade é geral para qualquer MHS !

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

MHS - pêndulo

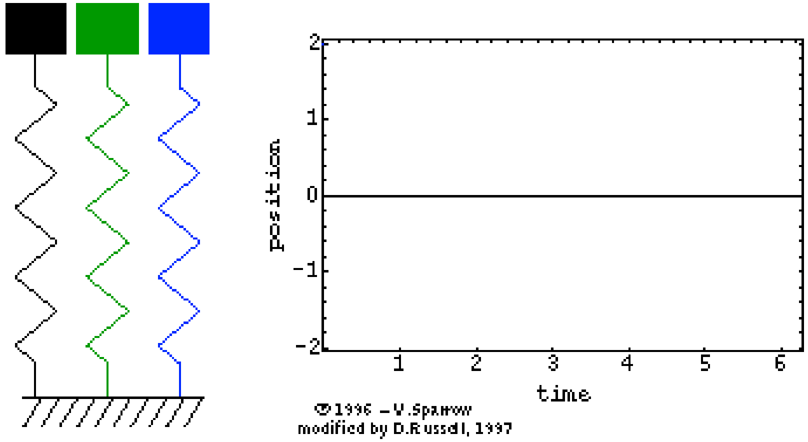
- T → Período.
- l → Comprimento do pêndulo.
- g → Gravidade.
- Equação válida para pequenos ângulos de oscilação.
- O que acontece se aumentarmos o comprimento do pêndulo?
- E se aumentarmos a massa?

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



MHS – Sistema massa-mola

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



k → Constante elástica da mola

m → *massa*