

- Num sólido as moléculas são mantidas numa posição relativa constante.
- A rigidez de um sólido depende das forças de coesão (ligações químicas) entre as suas moléculas.

## Tensão e Deformação

- Ao aplicar uma força num sólido este tem sempre alguma tendência a deformar um pouco, podendo mesmo partir se as forças aplicadas forem demasiado elevadas.
- Para estudarmos o que se passa é necessário definir a força aplicada, ou tensão, e a deformação provocada.

# Tensão

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

- A tensão é definida como a força por unidade de área.
- A unidade da tensão é o N/m<sup>2</sup>.

## Tipos de Tensão

- Tensão de Tracção
  - Produz o alongamento de um objecto
- Tensão de Compressão
  - Produz a compressão de um objecto
- Tensão de Torsão
  - Produz a torção de um objecto, ou o movimento de tesoura.

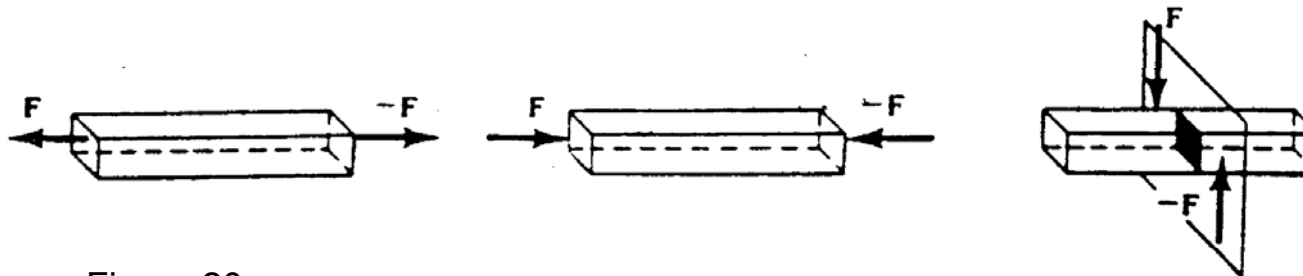


Figura 20

# Deformação

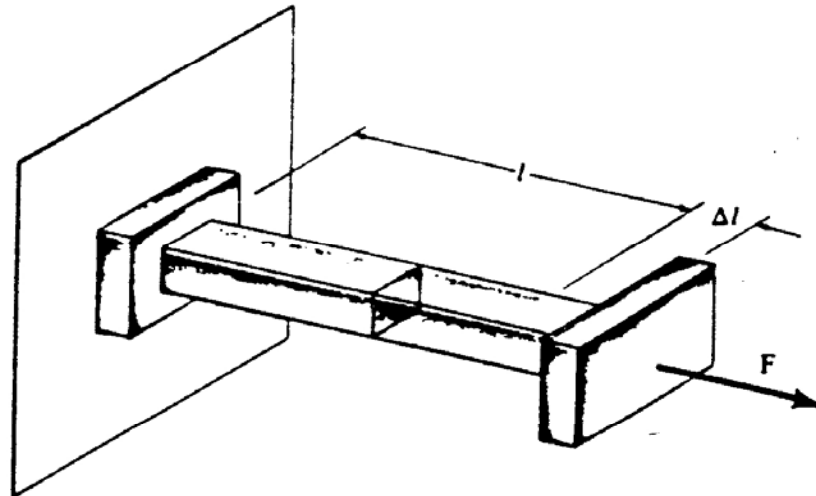


Figura 1

- Ao puxar uma ponta de uma barra de comprimento  $l$ , ela tende a aumentar ligeiramente o seu comprimento,  $\Delta l$

## Deformação

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l}$$

- A deformação é definida como a variação relativa no comprimento.
- A deformação não tem unidades.

# Tensão vs Deformação

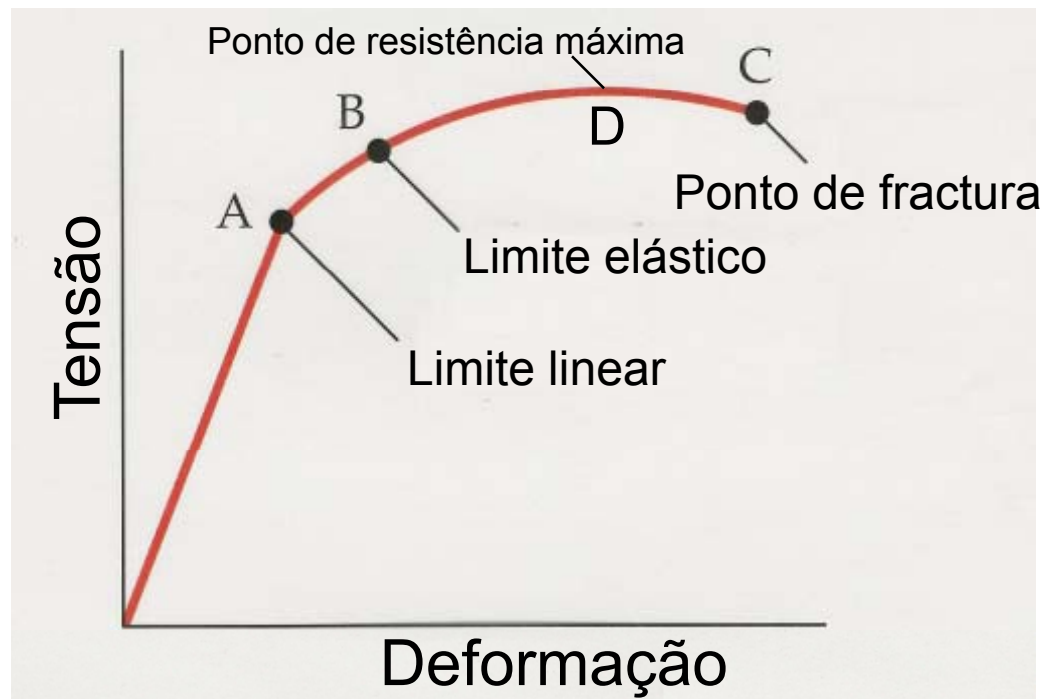


Figura 2 – Gráfico da Tensão em função da Deformação

- O-A - Zona linear
- O-B - Zona elástica
- B-D - Zona plástica
- C - Ponto de fractura



## Módulo de Young

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon}$$

- No gráfico da Tensão em função da deformação de um material existe uma parte linear onde  $\sigma$  é proporcional a  $\varepsilon$ .
- $E$  é o módulo de Young do material.

## Lei de Hooke

$$\frac{F}{A} = E \frac{\Delta l}{l}$$

$$F = k\Delta l$$

$$k = \frac{EA}{l}$$

## Lei de Hooke

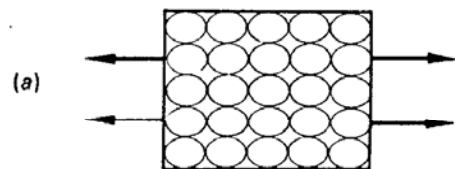
A forma mais conhecida da Lei de Hooke é:

$$F = -k\Delta l$$

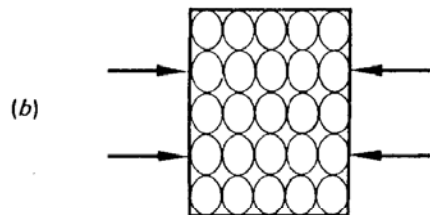
## Forças de coesão

- A rigidez de um sólido está directamente relacionada com as forças de atracção entre as suas moléculas, ou seja, com as ligações químicas.

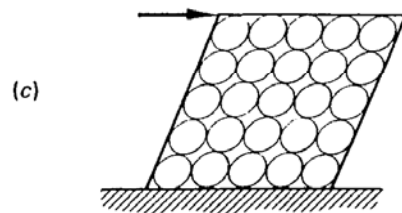
# Forças de coesão



(a) Tracção



(a) Compressão



(b) Torsão

Figura 3

# Coeficiente de Poisson

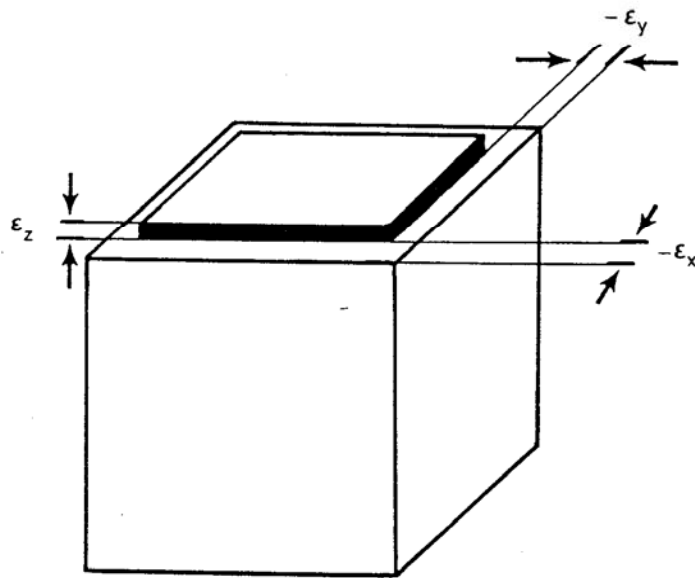


Figura 4

O coeficiente de Poisson é definido como:

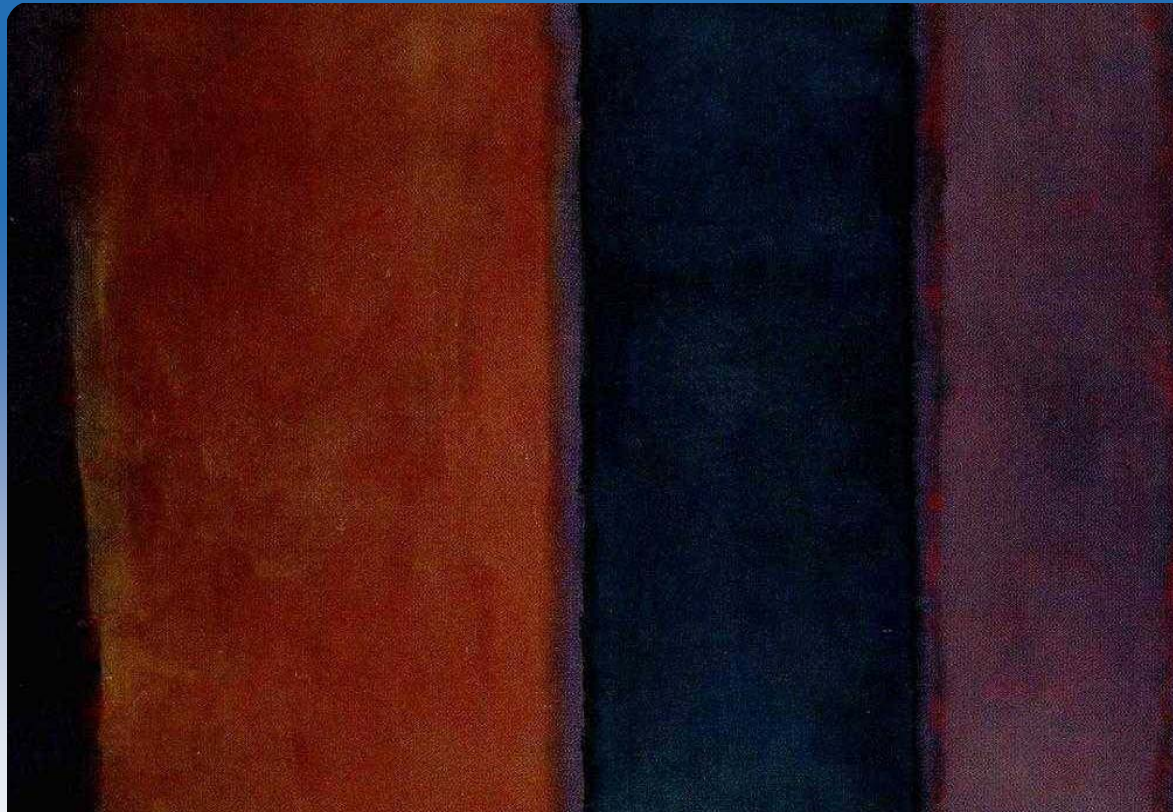
$$\nu = -\frac{\epsilon_x}{\epsilon_z} = -\frac{\epsilon_y}{\epsilon_z}$$

Onde o sinal negativo indica que  $\epsilon_x$  e  $\epsilon_y$  são de sentido contrário a  $\epsilon_z$ .

Unidade de Aprendizagem 2

Movimento Vibratório

Física I C



Departamento de Física

Professor: Mário Forjaz Secca

- O movimento vibratório é um dos movimentos mais comuns na natureza.
- Ocorre quando existem forças restauradoras do tipo:

conhecida como a Lei de Hooke.

$$F = -kx$$



# Movimento Harmónico Simples

- Qualquer movimento cuja força restauradora seja proporcional ao deslocamento é chamado um movimento harmónico simples (M.H.S.), devido ao comportamento sinusoidal do movimento

# M.H.S.

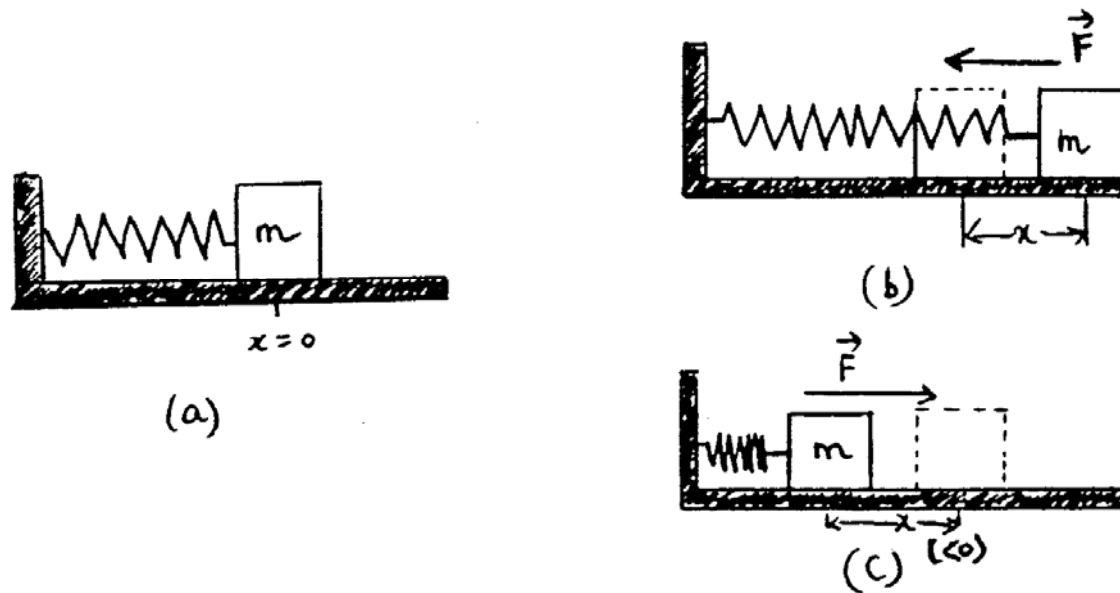


Figura 1

<http://faraday.physics.utoronto.ca/GeneralInterest/Harrison/Flash/ClassMechanics/HookesLaw/HookesLaw.html>

# M.H.S.

- [http://webphysics.davidson.edu/physlet\\_resources/oscillations/default.html](http://webphysics.davidson.edu/physlet_resources/oscillations/default.html)

## M.H.S.

- Podemos utilizar a segunda lei de Newton para encontrar a descrição do movimento:

$$F = ma = -kx$$

- ou

$$m \frac{d^2 x}{dt^2} = -kx$$

## M.H.S.

- Reescrevendo:

$$m \frac{d^2 x}{dt^2} + kx = 0$$

- Esta é a equação diferencial do movimento harmónico simples.

## M.H.S.

- Com solução:

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

- onde

$$\omega^2 = \frac{k}{m}$$

## M.H.S.

A - é a amplitude do movimento

$\omega$  - é a frequência angular, com  $\omega = 2\pi f$ ,  
onde f é a frequência

T é o período, com  $T = 1/f$

$(\omega t + \theta)$  - é a fase do movimento

$\theta$  - é a constante de fase

## M.H.S.

<http://surendranath.tripod.com/Applets.html>

No menu escolher Oscillations e depois Simple Harmonic Motion



# M.H.S.

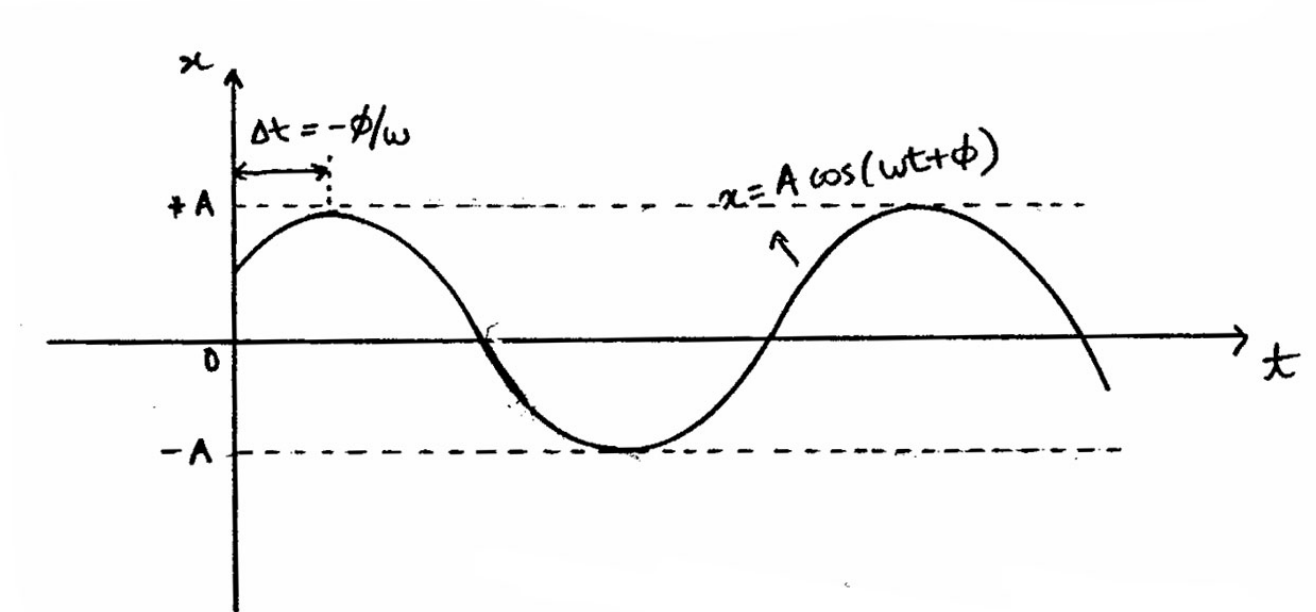


Figura 2

## M.H.S.

- Deslocamento:

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

- Velocidade:

$$v(t) = -\omega A \sin(\omega t + \phi)$$

- Aceleração:

$$a(t) = -\omega^2 A \cos(\omega t + \phi)$$

# M.H.S.

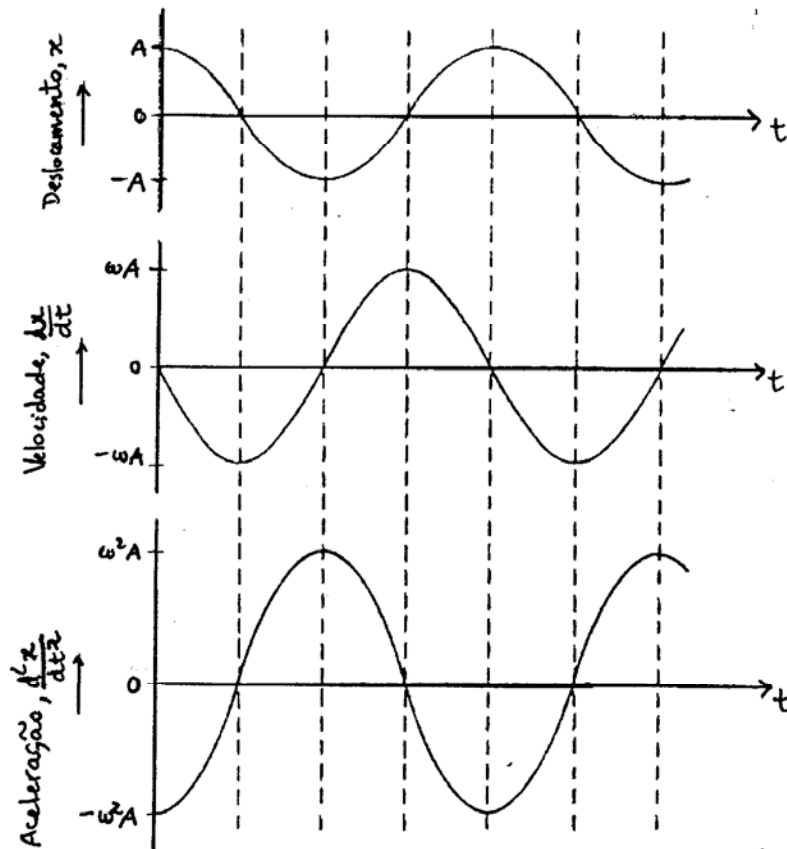


Figura 3

## M.H.S.

- Energia do M.H.S.:

$$E_P = \frac{1}{2} kx^2 \quad \text{e} \quad E_C = \frac{1}{2} mv^2$$

Sendo a energia total constante dada por:

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