

# Introducción

Física: ¿Qué es la física?

Griego: Physis: natural, relativo a la naturaleza



Física: filosofía de la naturaleza

# La naturaleza

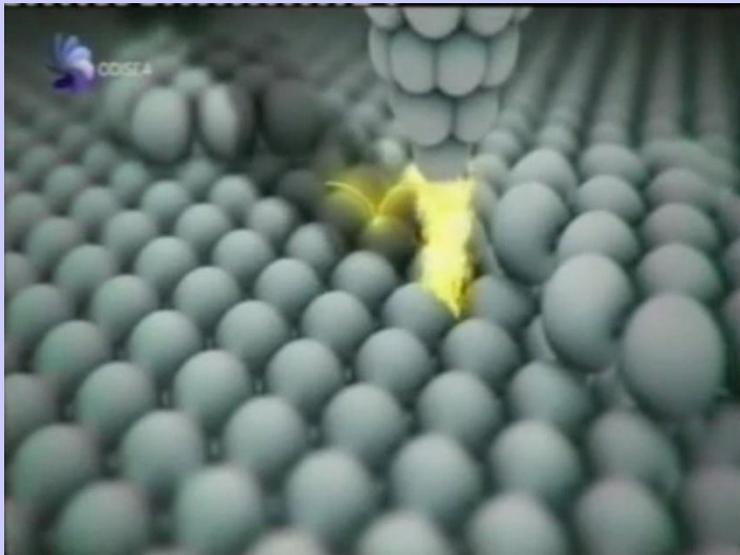
Las cosas que vemos,

tocamos, oímos, ...medimos

- Hay cosas: **materia**
- Las cosas se mueven o cambian (posición, forma): **el espacio**
- Cambio: antes y después: **el tiempo**
- Hay luz, las vemos: ¿qué es la luz?
- Hablamos sobre ellas, ¿qué es el sonido?
- Tienen color ¿qué es el color?
- Están duras o blandas ¿por qué?
- El viento mueve las nubes, el filosofo levanta el libro:  
Unas cosas actuan sobre otras: fuerzas, energía
- Hay cosas vivas ‘que se mueven por si mismas’, otras no.



# Algunas cosas



- Galaxia con telescopio
- Cerebro con TAC: tomografía axial computarizada
- Átomos con microscopía de efecto tunel.

# Física: ciencia que estudia la materia y la energía, el espacio, el tiempo.

## Mecánica: estudia el movimiento y sus causas

- PARTÍCULA: El sistema más sencillo: una partícula: materia sin dimensiones.

- Movimiento:

### **Cinemática de la partícula**

- Las causas del movimiento: fuerzas y energía.

### **•Dinámica de la partícula**

- SISTEMAS: Muchas partículas: **Cinemática y dinámica de sistemas**

- Partículas unidas rígidamente entre sí: **solido rígido**
- Deformables: **fluidos, sólidos deformables, gases**
- Movimiento desordenado: **temperatura, termodinámica**

ONDAS : propagación de energía sin transporte de materia

# ¿Tiene algo que ver la mecánica con la Ingeniería de la Salud?

11<sup>th</sup> European Solid Mechanics Conference

4 - 8 July 2022, Galway, Ireland



[Home](#) [Programme](#) [Abstract](#) [Registration](#) [Venue & Accommodation](#) [Sponsors & Exhibitors](#) [Travel](#)

<https://www.esmc2022.org/>



**11th European Solid Mechanics Conference**  
4 - 8 July 2022, Galway, Ireland

# **Mini-symposia**

## **Biomechanics and Medical Implants**

**2-1 - Mechanics of Biological Cells and Active Tissues**

**2-2 - Mechanics of Soft Biological Tissues**

**2-3 - Cardiovascular Biomechanics and Mechanobiology: from Basics to Clinical Applications**

**2-4 - Mechanics of Mineralised Tissues**

**2-5 - Biomechanics of Blood Clots and Thrombectomy Devices**

**2-6 - Mechanics of Biodegradable Materials (for biomedical devices)**

**2-8 - Mechanics of Soft Robotic Devices**

**2-9 - Mechanics of Cardiovascular Implants and Devices: Modelling, Imaging and Testing**

**2-10 - Biotribology and Interface Mechanics of Tissue and Devices**

# Mini-symposium: Nonlinear waves in solids

<https://grupo.us.es/gfni/talks/2022/esmc2022-galway-nonlinear-waves-in-solids.pdf>

## Mechanical waves in myelinated biomembrane

Tanel Peets, Kert Tamm, Jüri Engelbrecht

*Department of Cybernetics, School of Science, Tallinn University of Technology, Tallinn, Estonia*

In cell biophysics, much attention is recently paid to the analysis of mechanical deformation of biomembranes. It has been shown by many experiments that an electrical nerve signal is accompanied by a mechanical wave. The exact role of the mechanical processes in nerve signalling is still an open question.

From the structural viewpoint, the biomembranes are built up by bilayers of phospholipids, which can be viewed as microstructured solid. In terms of continuum mechanics, such biomembranes could be compared with microstructured materials [1]. In unmyelinated biomembranes, the longitudinal

## Shear shock wave injury in vivo: ultrasound imaging of local high rate biomechanics and neurofunctional response

Sandhya Chandrasekaran<sup>1</sup>, Francisco Santibanez<sup>2</sup>, Ruth Vorder Bruegge<sup>2</sup>, Tyler Long<sup>2</sup>, Bharat B

Using high frame-rate ultrasound and  $< 1\mu m$  sensitive motion tracking we showed shear waves sent to the *ex vivo* brain developing into shear shock waves, with destructive local accelerations [1]. Here shear shock waves are propagated in the *in vivo* brain and the local biomechanics are imaged. Post injury, functional ultrasound imaging sequence were used to image the neurovascular response and functional connectivity matrix in the brain for four hours. This combined imaging approach provides a direct link between the local high-rate biomechanics and injury progression. Evidence is presented supporting the hypothesis that shear shock waves are responsible for deep traumatic brain injuries. A craniectomy was performed in the porcine head. A plate source was attached to

# ¿Tiene algo que ver la mecánica con la Ingeniería de la Salud?

- Base del resto de la física: electromagnetismo, física cuántica, termodinámica, etc.
- Es la más intuitiva
- Hay infinidad de aplicaciones directas a la biomedicina y la ingeniería de la salud.
- Es fundamental para entender el cuerpo humano

# LA MEDIDA: la física es una ciencia: mide.

- MAGNITUD: aquello que se puede medir.
- MEDIR: compara una magnitud con otra que se llama unidad.  
(cuantos pasos para atravesar un prado)
- MEDIDA: un número y una unidad : 6 metros.
- TIPOS DE MAGNITUDES FUNDAMENTALES EN MECÁNICA
  - El tiempo: T (antes y después)
  - La distancia, la longitud: L (de aquí y allá)
  - La masa: M (cuesta moverla)

(Además: Intensidad de corriente y temperatura....)
- MAGNITUDES DERIVADAS: se expresan en función de las fundamentales:

$$\text{Velocidad} = d/t \quad [v] = L/T = LT^{-1}$$

$$\text{Densidad: } \rho = m/V \quad [\rho] = M/L^3 = ML^{-3}$$

# UNIDADES EN EL SISTEMA INTERNACIONAL

- Tiempo: segundo: **s**

Antes: 1/86400 del día solar medio

Ahora: múltiplo del período de la radiación emitida entre dos estados del  $^{133}\text{Cs}$

- Longitud: metro: **m**

Antes: longitud de un patrón en la Oficina de Pesos y Medidas de Sèvres:  $\sim(1/10 \text{ millones})(1/4 \text{ meridiano})$

Ahora: 1/299979284 múltiplo de la distancia que la luz recorre en un segundo ( $c=299979284 \text{ m/s}$ )

- Masa: Kilogramo : **kg**

Antes: masa de un litro de agua pura, patrón en Sevrès

Ahora: cte de Planck:  $h=6.626\ 07015 \times 10^{-34} \text{ kg m}^2 \text{ s}^{-1}$

$E=hf$  : relación entre energía y frecuencia de un fotón

# OTRAS UNIDADES

- **Tiempo:** minuto: min, hora: h, día, año, milisegundo: ms= $10^{-6}$  s
- **Longitud:** cm= $0.01$  m= $10^{-2}$  m; km= $1000$  m= $10^3$  m,  
año-luz=c x año= $9,46 \times 10^{12}$  km, Armstrong= $10^{-10}$  m
- **Masa:** gramo: g, tonelada= $1000$  kg, mg= $10^{-3}$ g
- Unidades fundamentales sistema cgs: cm, g, s
- Potencias de 10 con nombre

Múltiplo	Prefijo	Abreviatura	Múltiplo	Prefijo	Abreviatura
$10^{18}$	exa	E	$10^{-18}$	atto	a
$10^{15}$	peta	P	$10^{-15}$	femto	f
$10^{12}$	tera	T	$10^{-12}$	pico	p
$10^9$	giga	G	$10^{-9}$	nano	n
$10^6$	mega	M	$10^{-6}$	micro	$\mu$
$10^3$	kilo	k	$10^{-3}$	mili	m
$10^2$	hecto	h	$10^{-2}$	centi	c
$10^1$	deca	da	$10^{-1}$	deci	d

# ALGUNAS LONGITUDES (m)

Núcleo atómico	$10^{-15}$	Huevo de un erizo de mar	$7 \times 10^{-5}$
Diámetro del átomo de sodio	$10^{-11}$	Diámetro de una ameba gigante	$2 \times 10^{-4}$
Enlace C-C	$1,5 \times 10^{-10}$	Crustáceo pequeño	$10^{-3}$
Diámetro del DNA	$2 \times 10^{-9}$	Diámetro de un huevo de avestruz	$8 \times 10^{-2}$
Grosor de un microfilamento	$4 \times 10^{-9}$	Rata	$10^{-1}$
Hemoglobina	$7 \times 10^{-9}$	Hombre	$1 - 2 \times 10^0$
Membrana celular	$10^{-8}$	Ballena azul	$3 \times 10^1$
Diámetro de un virus pequeño	$2 \times 10^{-8}$	Puente de Brooklyn	$10^3$
Diámetro de una bacteria pequeña	$2 \times 10^{-7}$	Diámetro de la Tierra	$1,3 \times 10^7$
Longitud de onda de la luz visible	$4 - 7 \times 10^{-7}$	Diámetro del Sol	$1,2 \times 10^9$
Diámetro de una mitocondria	$0,5 - 1 \times 10^{-6}$	Distancia Tierra-Sol	$1,3 \times 10^{11}$
Diámetro de una bacteria grande	$10^{-6}$	Diámetro de nuestra galaxia	$10^{22}$
Diámetro de las células hepáticas de un mamífero	$2 \times 10^{-5}$	Distancia a las galaxias más lejanas observadas por ahora	$10^{28}$

año-luz  $\sim 8 \times 10^{17}$  m, átomo de H  $= 10^{-10}$  m

# ALGUNOS TIEMPOS (s)

Fenómenos nucleares	$10^{-23} - 10^{-10}$	Tiempo de generación de un protozoo típico	$10^5$
Fenómenos atómicos: absorción de luz, excitación electrónica	$10^{-15} - 10^{-9}$	Tiempo de generación de un mamífero pequeño	$4 \times 10^7$
Fenómenos químicos	$10^{-9} - 10^{-6}$	Vida media de un mamífero grande	$4 \times 10^8 - 4 \times 10^9$
Cadenas de reacciones bioquímicas	$10^{-8} - 10^2$	Vida media de un lago	$10^{10} - 10^{12}$
Contracción rápida de un músculo estriado (parpadeo)	$10^{-1}$	Era de los mamíferos	$3 \times 10^{15}$
División celular más rápida	$5 \times 10^2$	Era de los vertebrados	$10^{16}$
Tiempo de generación de una bacteria típica	$3 \times 10^3$	Edad de la vida	$> 10^{17}$
		Edad de la Tierra	$2 \times 10^{17}$

1 año =  $31 \times 10^6$  s

Vida humana ~  $3 \times 10^9$  s

Edad del universo ~  $13.8 \times 10^9$  años =  $4.4 \times 10^{17}$  s

# ALGUNAS MASAS (kg)

Electrón	$9 \times 10^{-31}$	Perro	$10^1$
Protón	$2 \times 10^{-27}$	Hombre	$10^2$
Átomo de oxígeno	$3 \times 10^{-26}$	Elefante	$10^4$
Molécula de insulina (proteína pequeña)	$10^{-23}$	Ballena azul	$10^5$
Molécula de penicilina	$10^{-18}$	Buque petrolero	$10^8$
Ameba gigante	$10^{-8}$	Luna	$7 \times 10^{22}$
Hormiga	$10^{-5}$	Tierra	$6 \times 10^{24}$
Colibrí	$10^{-2}$	Sol	$2 \times 10^{30}$
		Nuestra galaxia	$2 \times 10^{41}$

# CAMBIO DE UNIDADES

**Factor de conversion:** cociente entre dos magnitudes de igual valor pero expresadas de forma diferente. Vale 1.

**Ejemplos**

$$\left( \frac{1 \text{ m}}{10^2 \text{ cm}} \right) = \left( \frac{10^{-2} \text{ m}}{1 \text{ cm}} \right)$$

$$\left( \frac{10^2 \text{ cm}}{1 \text{ m}} \right) = \left( \frac{1 \text{ cm}}{10^{-2} \text{ m}} \right)$$

$$\left( \frac{1 \text{ h}}{60 \text{ min}} \right) \quad \left( \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} \right)$$

**Uso:** pasar 5 km/ a m/s

$$5 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 5 \frac{\text{km}}{\text{h}} \left( \frac{10^3 \text{ m}}{1 \text{ km}} \right) \left( \frac{1 \text{ h}}{60 \text{ min}} \right) \left( \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} \right) = \frac{5}{3.6} \frac{\text{m}}{\text{s}} = 1,39 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

# ANÁLISIS DIMENSIONAL

¿Es correcta la expresión siguiente?

$$v = \frac{d}{t} \Rightarrow [v] = LT^{-1}$$

Sí, pues:

$$[\sqrt{2gh}] = \sqrt{[2gh]} = \sqrt{2[g][h]} = \sqrt{LT^{-2}L} = \sqrt{L^2T^{-2}} = LT^{-1}$$

- Sirve para comprobar que una expresión es correcta
- A veces sirve para deducir una relación matemática entre varias magnitudes