

# Laboratorio 4

## Docentes

Gustavo Grinblat, Marcelo Luda, Pilar Campos Marino

Pañolero: Marcos Damián Pérez

Departamento de Física, FCEN, UBA – Primer Cuatrimestre, 2024

Web: <https://materias.df.uba.ar/l4b2024c1>



# Cronograma de la materia

Semana	Actividad	Entrega y evaluación
1 (20/03)	Introducción y formación de grupos	
2 (27/03)	Práctica 1	
3 (03/04)	Práctica 1	
4 (10/04)	Práctica 1	
5 (17/04)	Póster digital (práctica 1)	
6 (24/04)	Práctica 2	Informe 1
7 (01/05)	-	
8 (08/05)	Práctica 2	
9 (15/05)	Práctica 2	
10 (22/05)	Práctica 3	Informe 2
11 (29/05)	Práctica 3	Evaluación oral individual
12 (05/06)	Práctica 3	
13 (12/06)	Práctica 4	Informe 3
14 (19/06)	Práctica 4	
15 (26/06)	Práctica 4	
16 (03/07)	Charla (práctica 4)	
- (10/07)	-	Informe 4

## Régimen de evaluación:

Se tendrá en cuenta la nota de los informes, el desempeño en las presentaciones de póster y charla, la evaluación oral, y el uso del cuaderno (virtual) de laboratorio.



# Prácticas

- Piezoeléctrico

- Susceptibilidad AC

- Ferromagnetismo

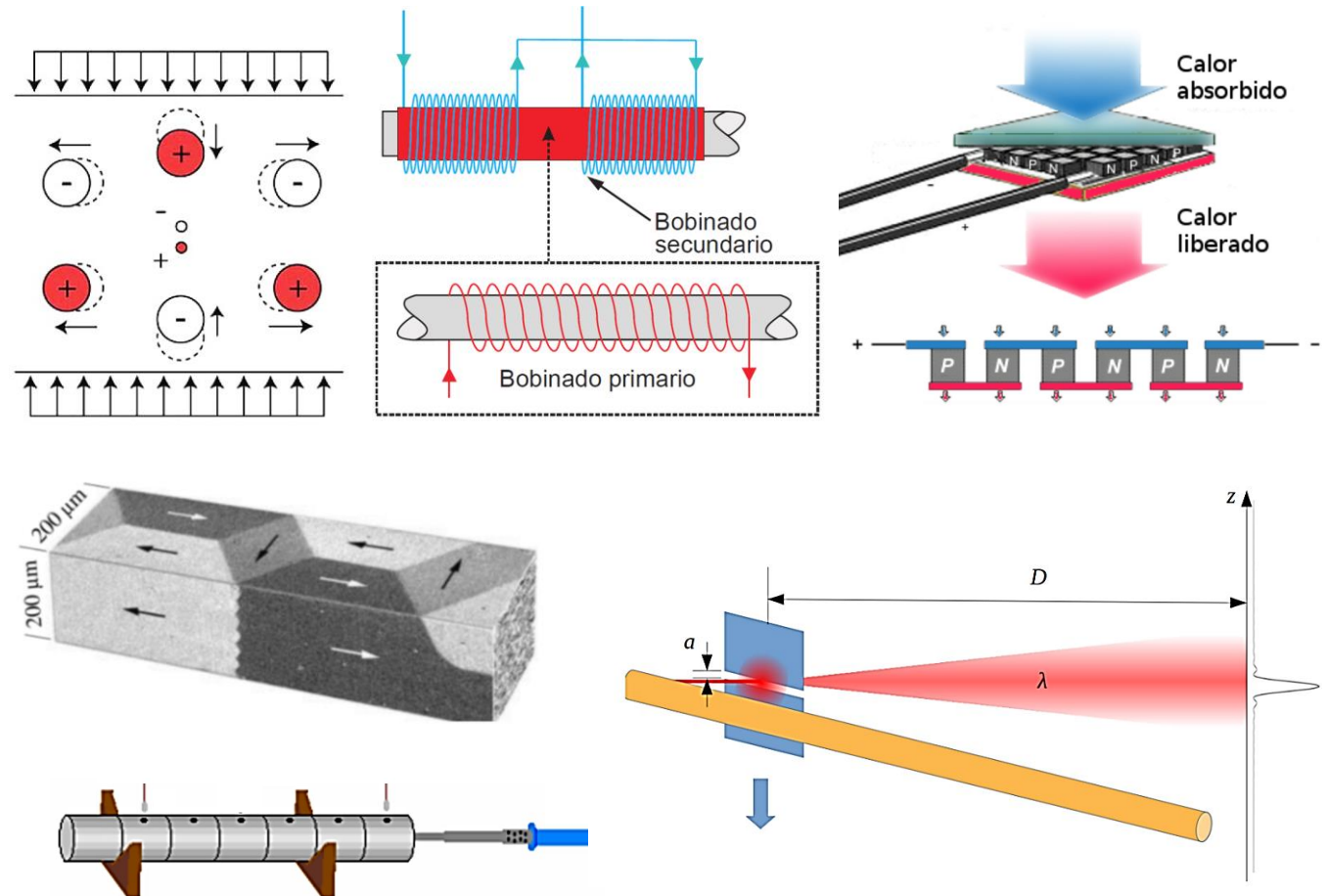
- Termoelectricidad

- Difusividad térmica

- Módulo de Young

## Régimen de trabajo:

Grupos de 2 personas. Al menos una práctica de Lock-in (●), una de magnetismo (●), y una de variación de temperatura (●).





# Rutinas en situaciones normales y en emergencias médicas

- Conocer la ubicación de los elementos de seguridad

Matafuegos: Al lado de la puerta de reja

Salidas de emergencia: Puerta de entrada al laboratorio

Botiquín: Al lado del pañol

- Mantener el orden y la limpieza, y no comer o beber en la zona de trabajo.
- No bloquear las rutas de escape o pasillos con elementos que entorpezcan la correcta circulación.



- 
- **Ante emergencia médica** proveer a los accidentados los primeros auxilios con los elementos provistos en el botiquín.
  - Llamar al interno de las *Oficinas de Seguridad y Control*: #58311.
  - Avisar al grupo docente.





# Seguridad en el uso de líquidos criogénicos

- El bajo calor latente de vaporización de líquidos criogénicos hace que se evaporen rápidamente



**1 Watt durante 20 s**



100 ml de N<sub>2</sub> líquido vs 0.1 ml de H<sub>2</sub>O

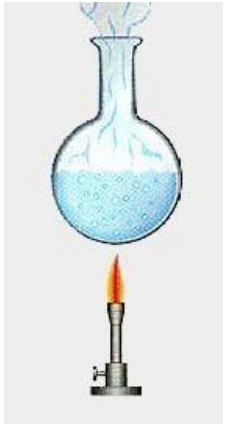
- Si la piel es expuesta a muy baja temperatura, el efecto es similar a una quemadura (gravedad  $\propto$  tiempo).
- Puede ocurrir por ejemplo durante transferencias por salpicado o por contacto con superficies frías.
- Es más peligroso tener protección no adecuada que ninguna, ya que puede enfriarse y congelarse. Al ser difícil de remover, el tiempo de exposición aumenta.
- En contacto con los ojos puede producir daño permanente.





# Seguridad en el uso de líquidos criogénicos

- El bajo calor latente de vaporización de líquidos criogénicos hace que se evaporen rápidamente



**1 Watt durante 20 s**



100 ml de  $N_2$  líquido vs 0.1 ml de  $H_2O$

## Primeros auxilios

- Enjuagar con agua de la canilla, suave, para restablecer la temperatura.
- No aplicar calor directo.
- Retirar joyas, metales, y llamar a asistencia médica. Hacer reposo y no ingerir alimentos.





# Seguridad en el trabajo con láseres

		Daño ocular	
Clase		Luz directa	Luz difusa
1	Seguro	No	No
2 (vis)	< 1mW	Sólo después de 0.25s	No
3a	1mW<P<5mW	Sí	No
3b	< 500mW	Si	Sólo cuando la potencia está cerca del límite
4	> 500 mW	Sí	Sí

Láseres de He-Ne @630 nm  
y diodos láser @670 nm

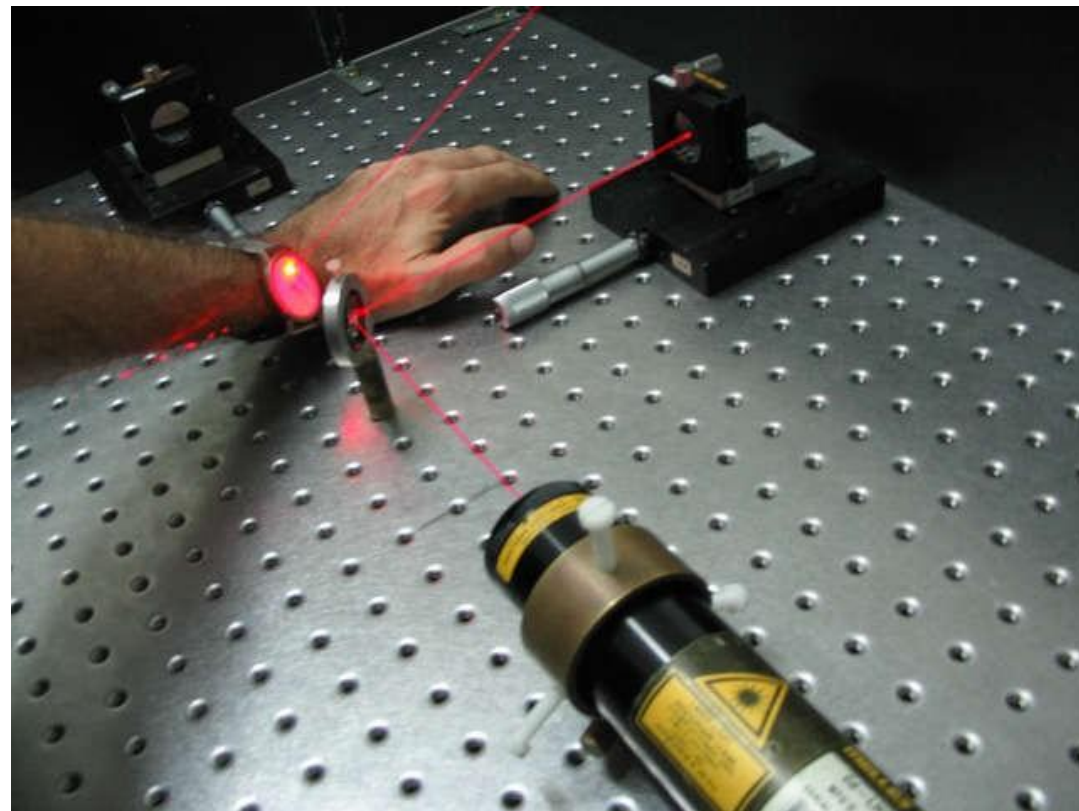


- Verificar la clasificación del láser y si se debe usar antiparras.
- No mirar nunca directamente al haz.
- Evitar usar objetos metálicos (relojes, anillos) que puedan producir reflexión directa del haz.



# Seguridad en el trabajo con láseres

---



- Verificar la clasificación del láser y si se debe usar antiparras.
- No mirar nunca directamente al haz.
- Evitar usar objetos metálicos (relojes, anillos) que puedan producir reflexión directa del haz.



# Riesgos eléctricos y precauciones

---

## Corriente (AC)

- $< 25 \text{ mA}$   $\rightarrow$  contracción muscular
- $25\text{-}80 \text{ mA}$   $\rightarrow$  contracción muscular + parálisis temporal cardíaca y/o respiratoria
- $80 \text{ mA} - 4 \text{ A}$   $\rightarrow$  Fibrilación ventricular
- $> 4 \text{ A}$   $\rightarrow$  Parálisis cardíaca, quemaduras

*(¡La corriente DC es más peligrosa!)*

## Precauciones

- Armar el experimento con suficiente espacio.
- Controlar la aislación de las conexiones, y trabajar con herramientas de mango aislado.
- Al terminar el experimento, controlar que todo esté descargado.
- Al utilizar adaptadores de enchufes chequear que no se desconecte la tierra.
- Especial cuidado al conectar un auto-transformador o variac. Verificar que el borne común quede conectado al neutro de línea.



# Prácticas

- Piezoeléctrico

- Susceptibilidad AC

- Ferromagnetismo

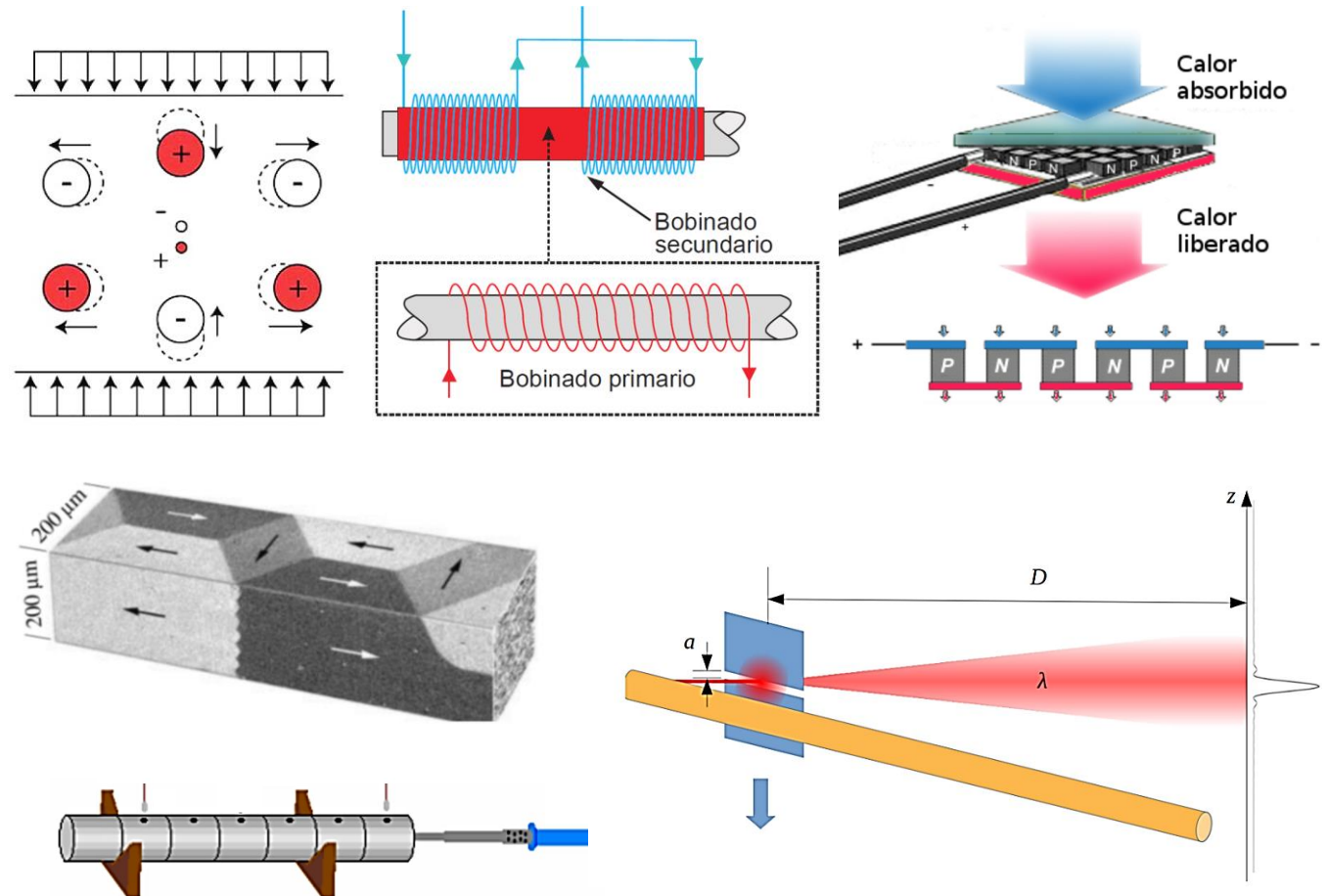
- Termoelectricidad

- Difusividad térmica

- Módulo de Young

## Régimen de trabajo:

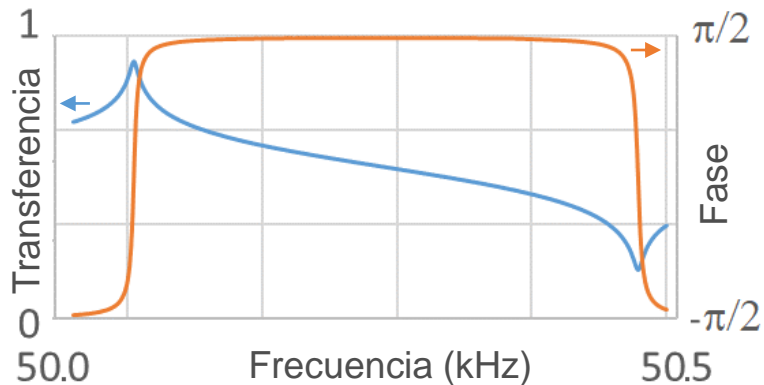
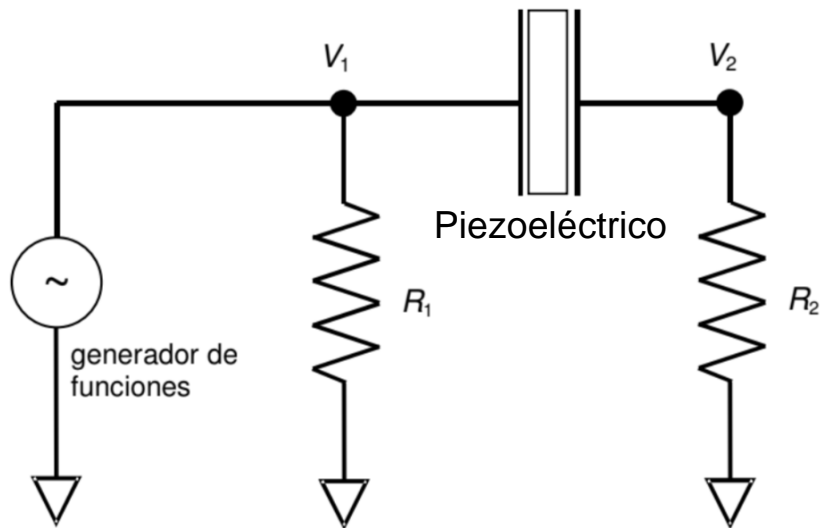
Grupos de 2 personas. Al menos una práctica de Lock-in (●), una de magnetismo (●), y una de variación de temperatura (●).



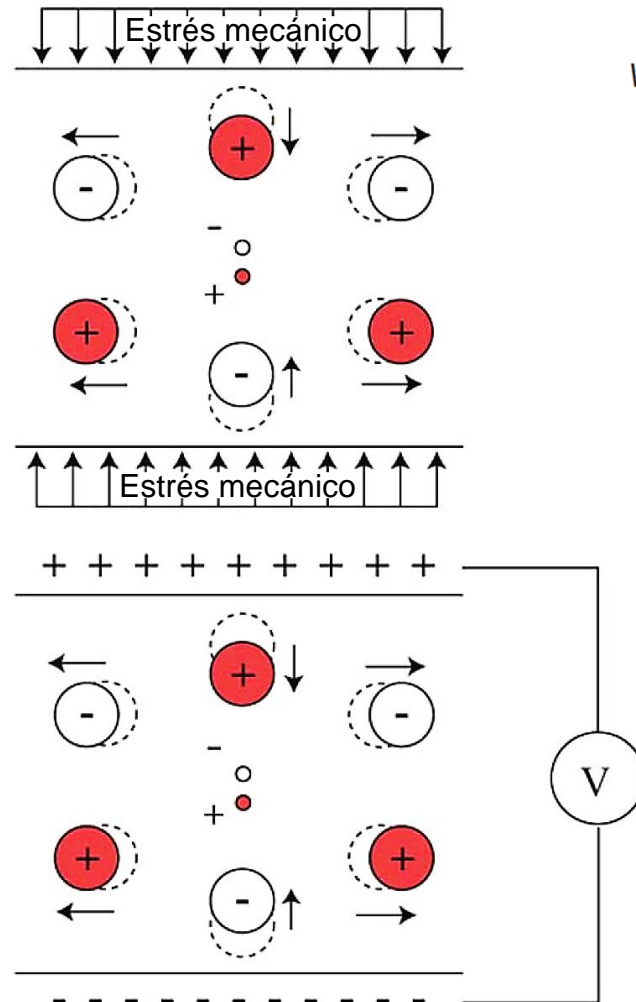


# Piezoeléctrico

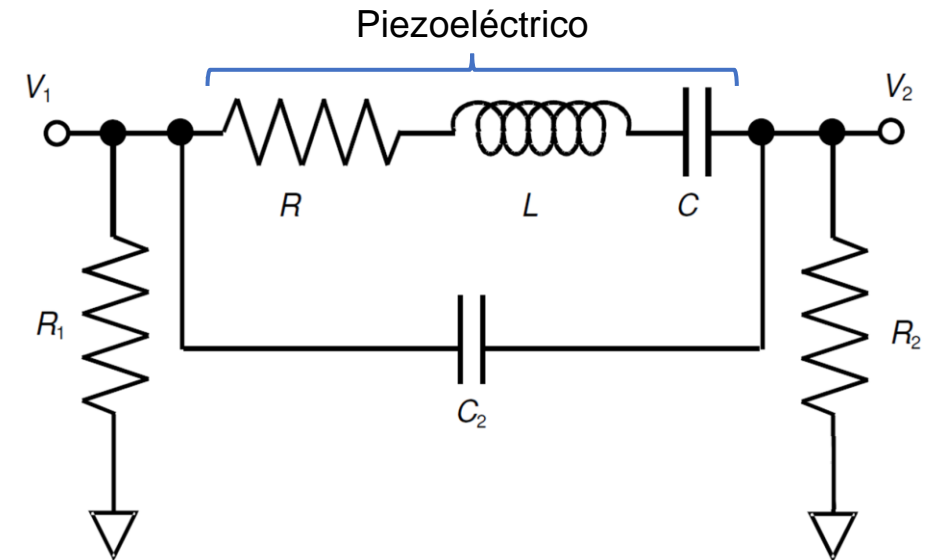
Un material piezoeléctrico adquiere una polarización eléctrica al ser sometido a una tensión mecánica, así como también se deforma mecánicamente si se le aplica un campo eléctrico.



<https://lirp.cdn-website.com/>



IEEE Trans. Educ. 53, 372-382 (2010)

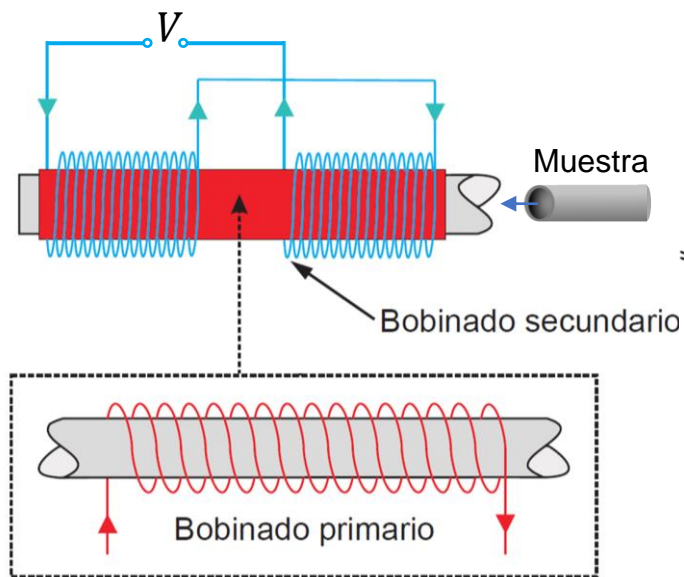


- Estudio de modos de oscilación
- Resonancia y anti-resonancia
- Modelo de circuito equivalente
- Lock-in vs Osciloscopio
- ...



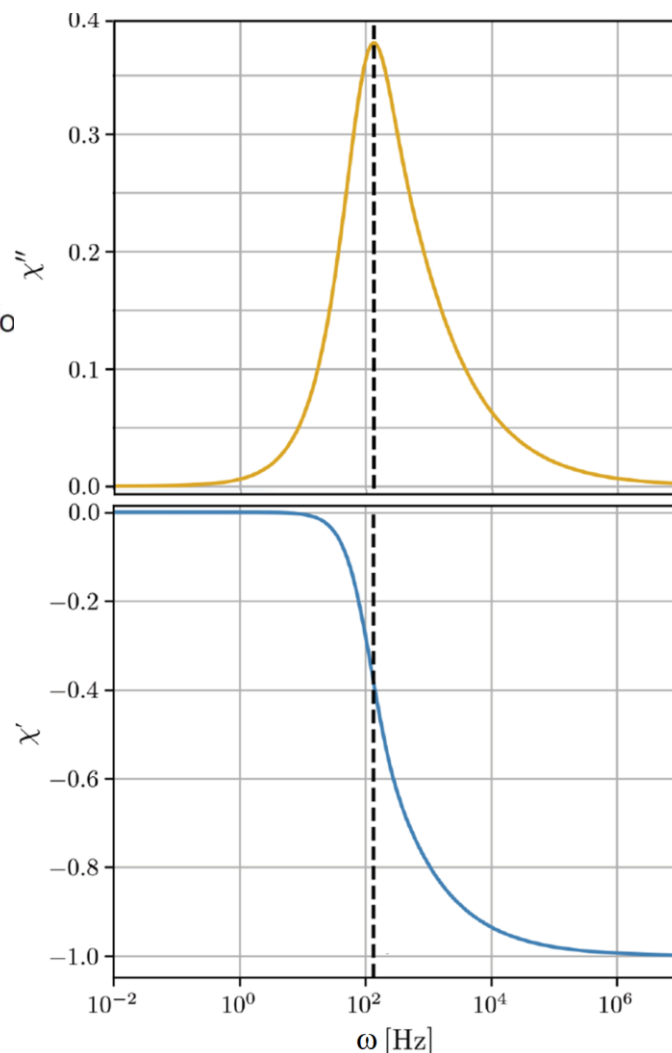
# Susceptibilidad AC

La susceptibilidad magnética relaciona la capacidad de magnetización de una sustancia con la magnitud del campo magnético externo en el que se encuentra.



$$H = H_0 e^{-i\omega t}$$

$$V \propto (\underbrace{\chi' + i\chi''}_{\text{Susceptibilidad}}) H_0 e^{-i\omega t}$$



$$\chi = \chi' + i\chi'' = f(\delta(\rho))$$

$$\delta(\rho) = \sqrt{\frac{2\rho}{\mu\omega}}$$

Resistividad

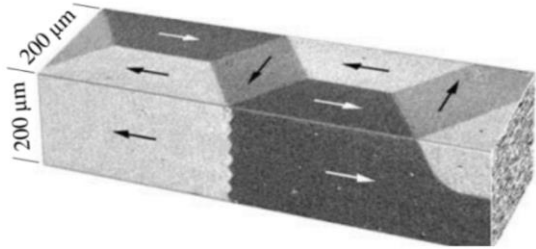
Distancia pelicular (longitud de penetración del campo)

- Efecto pelicular y conductividad en metales
- Medición de resistividad con Lock-in
- Contraste de distintos modelos
- ...



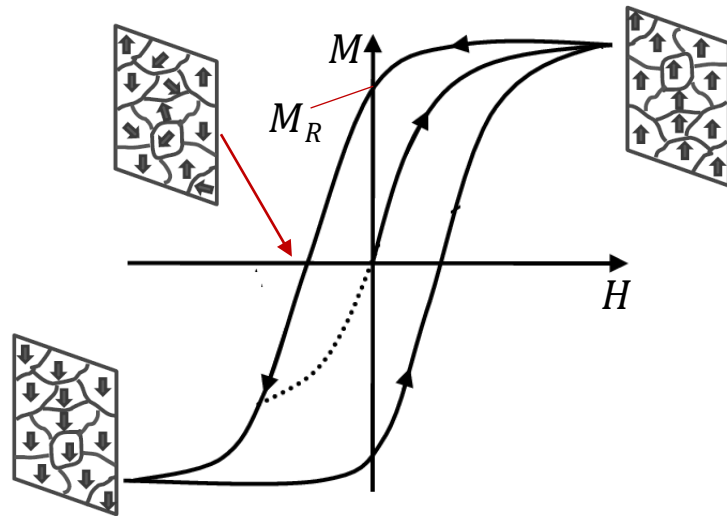
# Ferromagnetismo

El ferromagnetismo es un tipo de ordenamiento magnético en donde todos los momentos magnéticos dentro de regiones microscópicas, llamadas dominios magnéticos, apuntan en la misma dirección y sentido.



$$B = \mu_0(H + M)$$

$$M_R \propto (T - T_c)^\beta$$



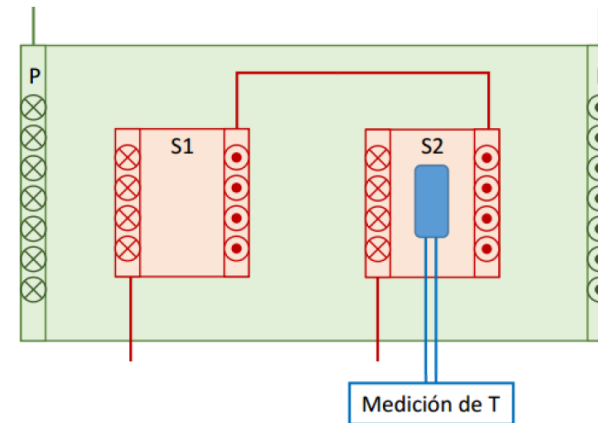
Un campo magnético externo desplaza paredes de dominio.



0.1 mm

[https://en.wikipedia.org/wiki/Magnetic\\_domain](https://en.wikipedia.org/wiki/Magnetic_domain)

Fuerza electromotriz en los bobinados secundarios  $\rightarrow \xi \alpha \frac{dM}{dt}$

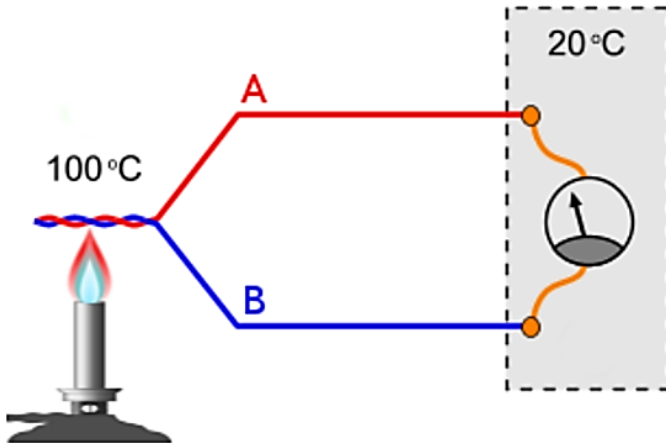


- Magnetización vs de T del monel (aleación Ni-Cu)
- Determinación de la temperatura de Curie
- Estudio de ciclos de histéresis
- ...



# Termoelectricidad

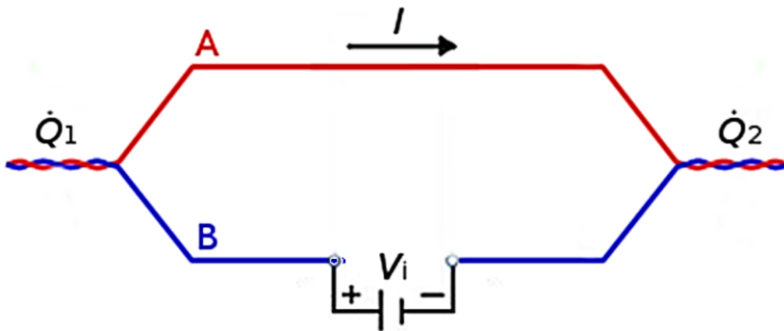
Conversión de gradiente de temperatura a voltaje eléctrico y viceversa.



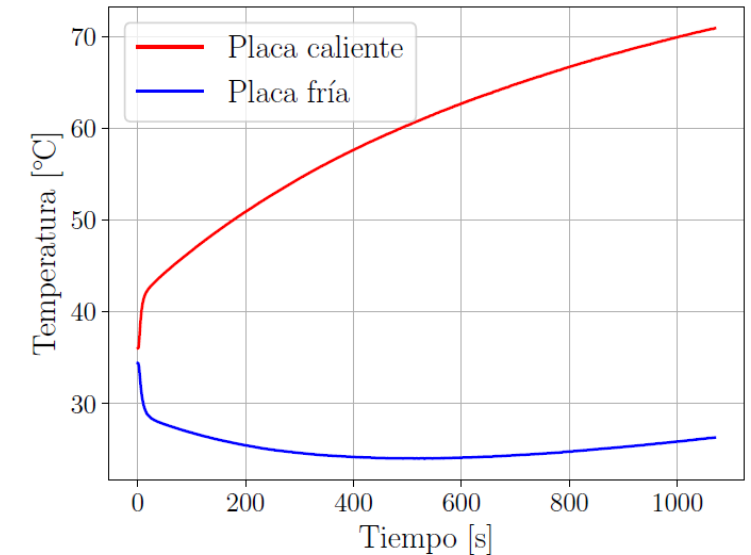
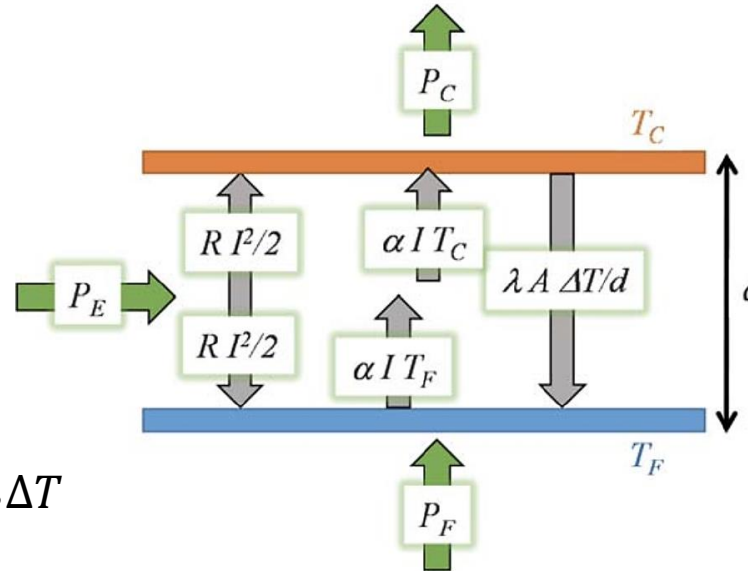
$$\Delta V = \epsilon_A - \epsilon_B \approx (\alpha_A - \alpha_B)\Delta T = \alpha_{AB}\Delta T$$

$\epsilon_{A,B}$ : Fuerza termo-electromotriz de A,B

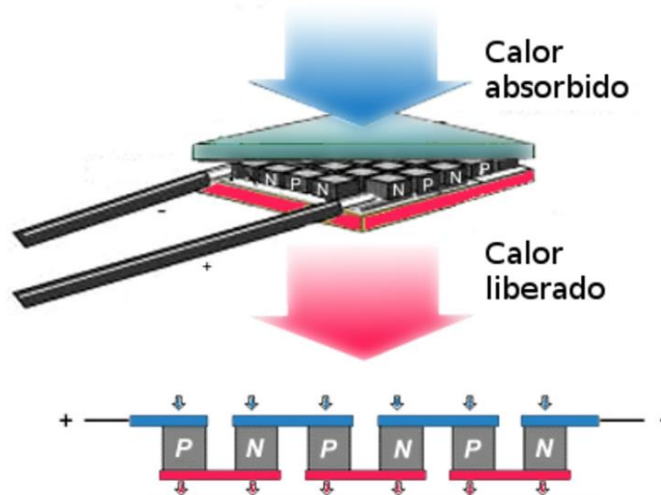
$\alpha_{A,B}$ : Coeficiente Seebeck de A,B



$$\dot{Q} = \Pi_{AB}I \quad (\Pi_{A,B}: \text{Coeficiente Peltier})$$



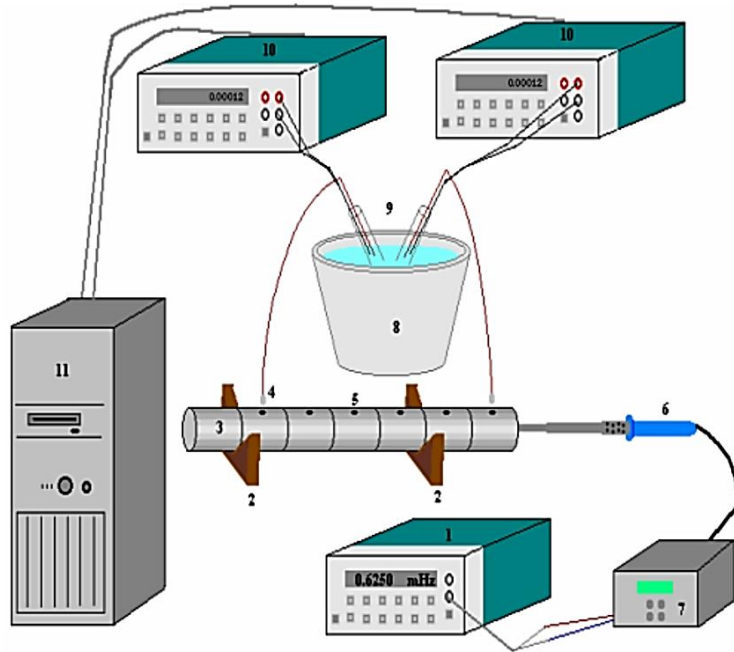
- Estudio de una celda termoeléctrica.
- Efectos Peltier y Seebeck.
- Contribución del efecto Joule y la conductividad térmica.
- ...





# Difusividad térmica

Flujo de calor por conducción térmica en metales.



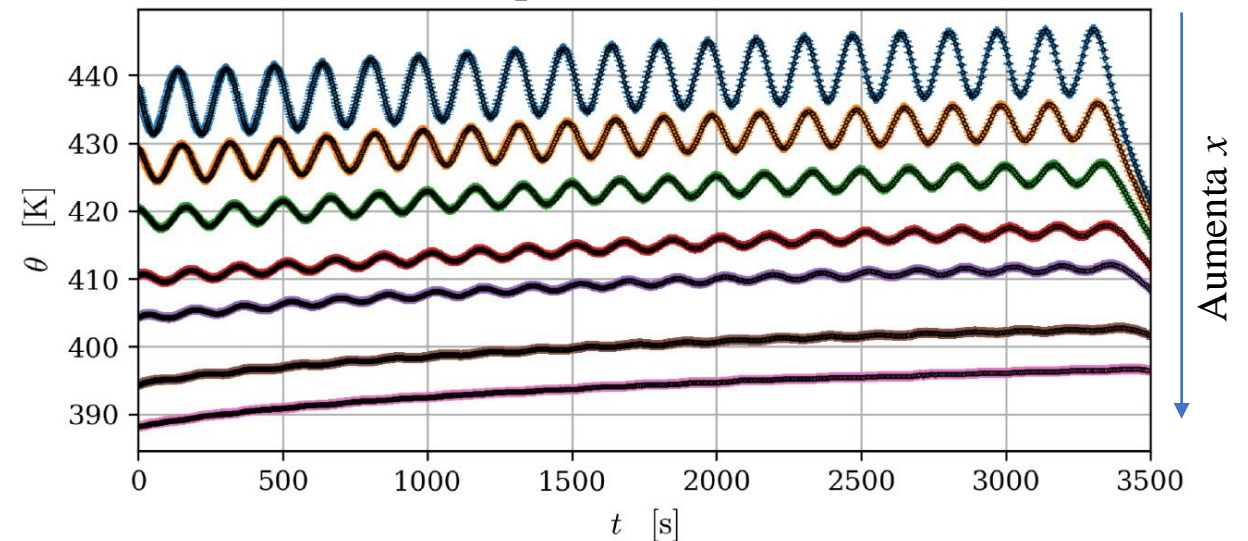
$$\frac{\partial \theta}{\partial t} = \kappa \frac{\partial^2 \theta}{\partial x^2} \quad (\text{Ecuación de conducción del calor})$$

$\theta$ : Temperatura

$\kappa$ : Difusividad térmica

$$\sum_{n=1}^{\infty} \theta_n e^{-\epsilon_n x} \sin[\omega_n(t - x/\nu_n + \delta_n)]$$

coef. de decaimiento      vel. de propagación  
amplitud inicial      fase inicial  
(Modulando  $\theta$  periódicamente en un extremo)



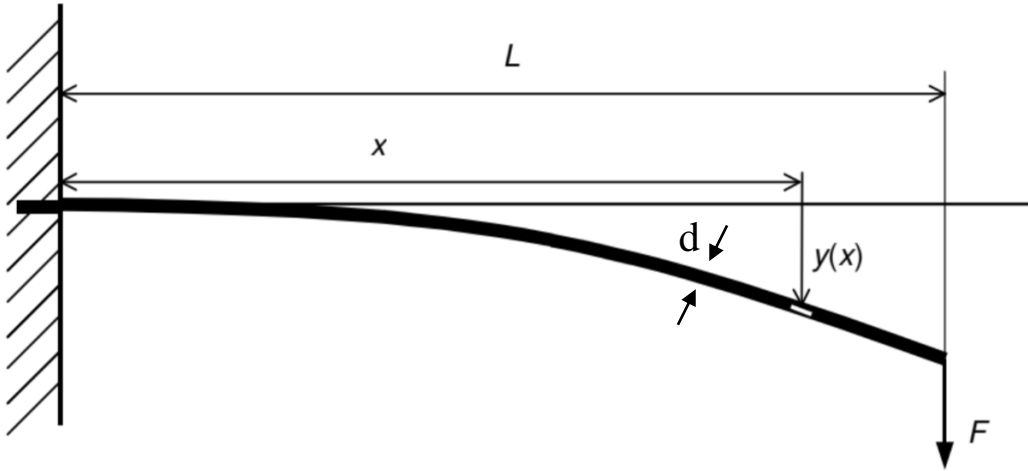
- Modelo de conducción de Fourier
- Propagación de ondas térmicas
- Determinación de difusividad térmica
- Estados transitorio y estacionario

...



# Módulo de Young

Resistencia de un material elástico ante deformaciones longitudinales (Ley de Hooke:  $F = E \cdot A \cdot \Delta l / l$ )



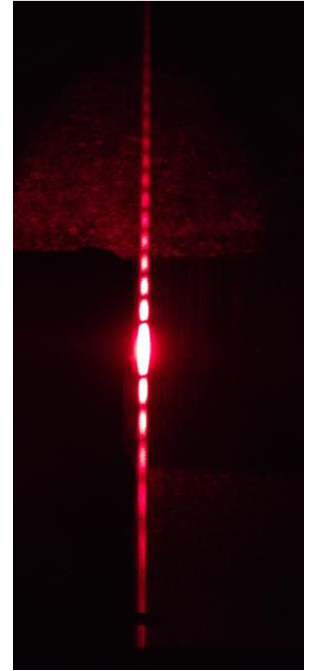
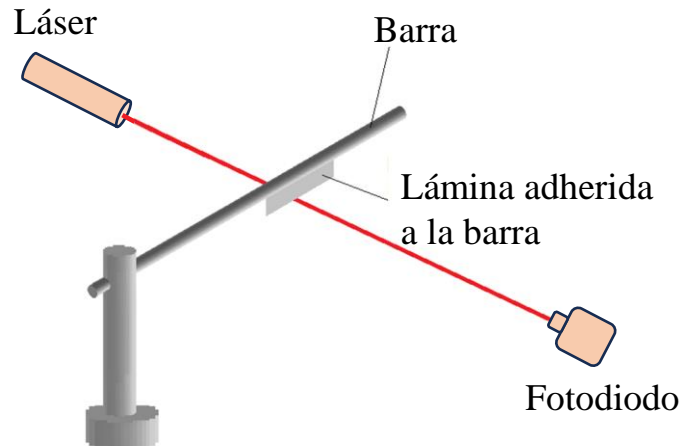
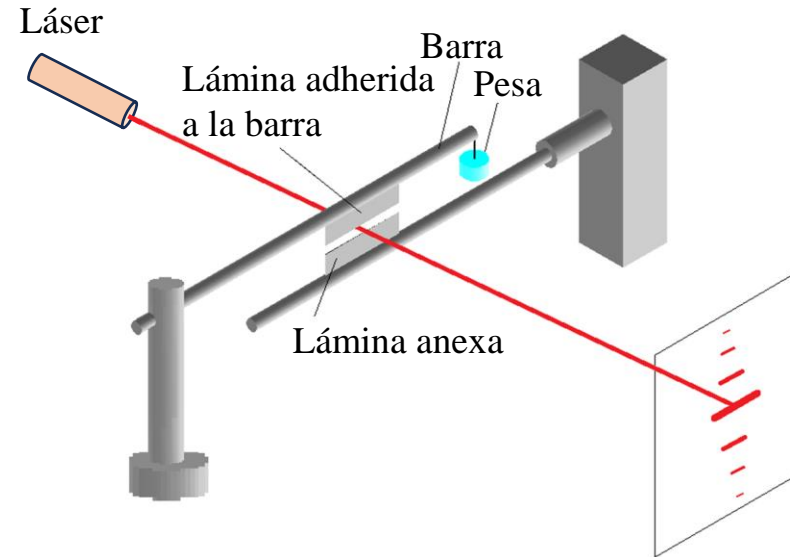
$$y(x) = \frac{32}{\pi d^4} \frac{mg}{E} \left( Lx^2 - \frac{x^3}{3} \right) \text{ (Método estático)}$$

Momento de inercia

$$\omega_n^2 = \frac{IE}{\rho l} k_n^4 - \alpha^2 \text{ (Método dinámico)}$$

Densidad lineal

Cte. de amortiguamiento



- Medición del Módulo de Young
- Flexión estática y dinámica
- Métodos ópticos
- ...



# Formación de grupos

- Piezoeléctrico

- Susceptibilidad AC

- Ferromagnetismo

- Termoelectricidad

- Difusividad térmica

- Módulo de Young

## Régimen de trabajo:

Grupos de 2 personas. Al menos una práctica de Lock-in (●), una de magnetismo (●), y una de variación de temperatura (●).

Elaborar un orden de preferencias para las 6 prácticas.

