

# Estructura de la Materia 2

Clase 5 - Teoría

## Docentes

Gustavo Grinblat, Andrea Barral, Adán Garros

Departamento de Física, FCEN, UBA – Primer Cuatrimestre, 2025

Web: <https://asignaturas.df.uba.ar/edlm2-grinblat/>

# Repaso

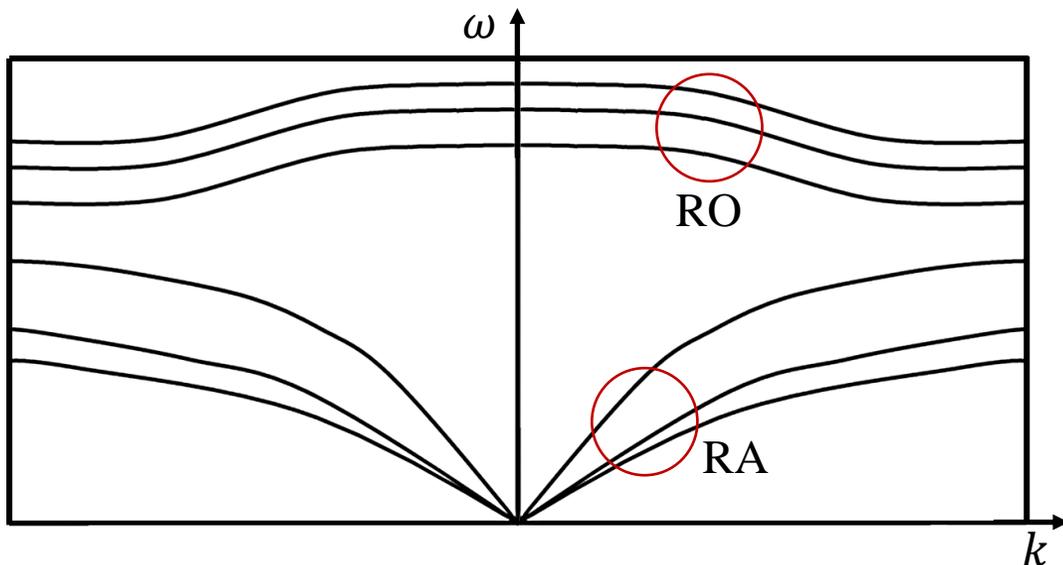
## Discretización de $\bar{k}$ en el cristal finito

CCP de Born-von Karman:  $e^{i\bar{k}(\bar{R} + N_j \bar{a}_j)} = e^{i\bar{k}\bar{R}}$  
 $N_1 N_2 N_3 = N$  (N° de CP del cristal)  
 $\bar{a}_j$  VP de la RD
   $\rightarrow e^{i\bar{k}N_j \bar{a}_j} = 1 \rightarrow \bar{k}N_j \bar{a}_j = 2\pi m, m \in \mathbb{Z}$

$\bar{k} = x_1 \bar{b}_1 + x_2 \bar{b}_2 + x_3 \bar{b}_3$ ,  $\bar{b}_i$ : VP de la RR,  $x_i \in \mathbb{R}$  
 $\bar{b}_i \cdot \bar{a}_j = 2\pi \delta_{ij}$ 
  $\rightarrow 2\pi x_i N_i = 2\pi m_i, m_i \in \mathbb{Z} \rightarrow x_i = \frac{m_i}{N_i}$

$\rightarrow \bar{k} = \frac{m_1}{N_1} \bar{b}_1 + \frac{m_2}{N_2} \bar{b}_2 + \frac{m_3}{N_3} \bar{b}_3 \rightarrow$  Existen  $N$  valores no equivalentes de  $\bar{k}$  (dado que  $e^{i\bar{K}\bar{R}} = 1, \bar{K} \in RR$ )

## Ramas acústicas y ópticas



En un cristal armónico tenemos  $3 \times N \times P$  modos normales y  $N$  valores no equivalentes de  $\bar{k}$ . 
 $N$  N° de CP  
 $P$  Elementos en la base

$\rightarrow 3 \times P$  soluciones para cada valor de  $\bar{k}$

$\rightarrow 3 \times P$  ramas  $\left\{ \begin{array}{l} 3 \text{ son RA} \\ 3 \times (P - 1) \text{ son RO} \end{array} \right.$

$d$  dimensiones  $\rightarrow d$  RA y  $d \times (P - 1)$  RO

# Resumen

- Ley de Dulong y Petit
- Tratamiento cuántico del cristal armónico
- Calor específico de la red
- Límites de bajas y altas temperaturas
- Modelos de Debye y de Einstein
- Densidad de estados de fonones

