

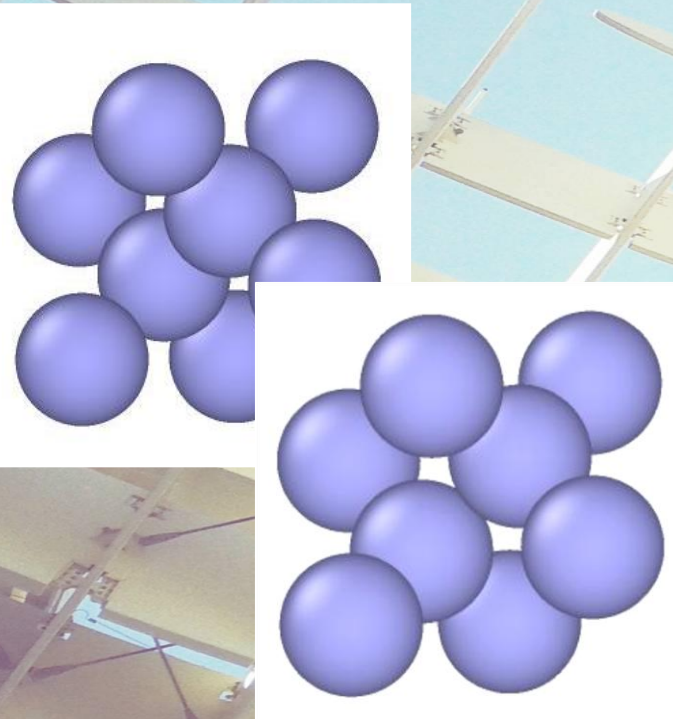
GRUPO DE FÍSICA NO LINEAL Juan FR Archilla

Director: Francisco Romero Romero (FAMN, Física)

Departamentos: FAMN (2)

Física Aplicada I (5)

2 colaboradores



Excitaciones localizadas

- Breathers**
- Solitones**
- Kinks, crowdions**
- Polarobreathers o
solelectrones**

**Jornadas de presentación de las líneas de investigación para los
alumnos de cuarto curso.**

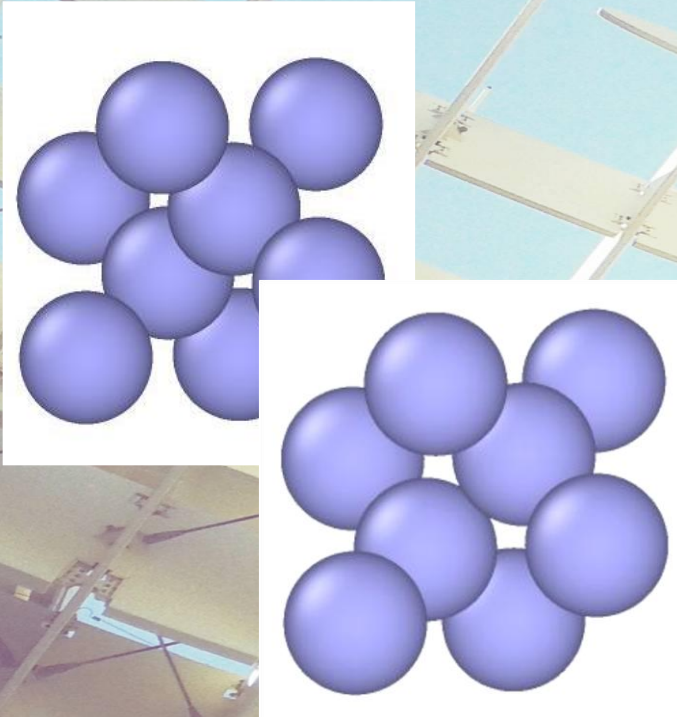
Facultad de Física, Universidad de Sevilla

26 y 27 de octubre de 2016.

GRUPO DE FÍSICA NO LINEAL (GFNL)

Física Atómica, Molecular y Nuclear

**Director Francisco Romero Romero:
Azuzena Alvarez Chillida**



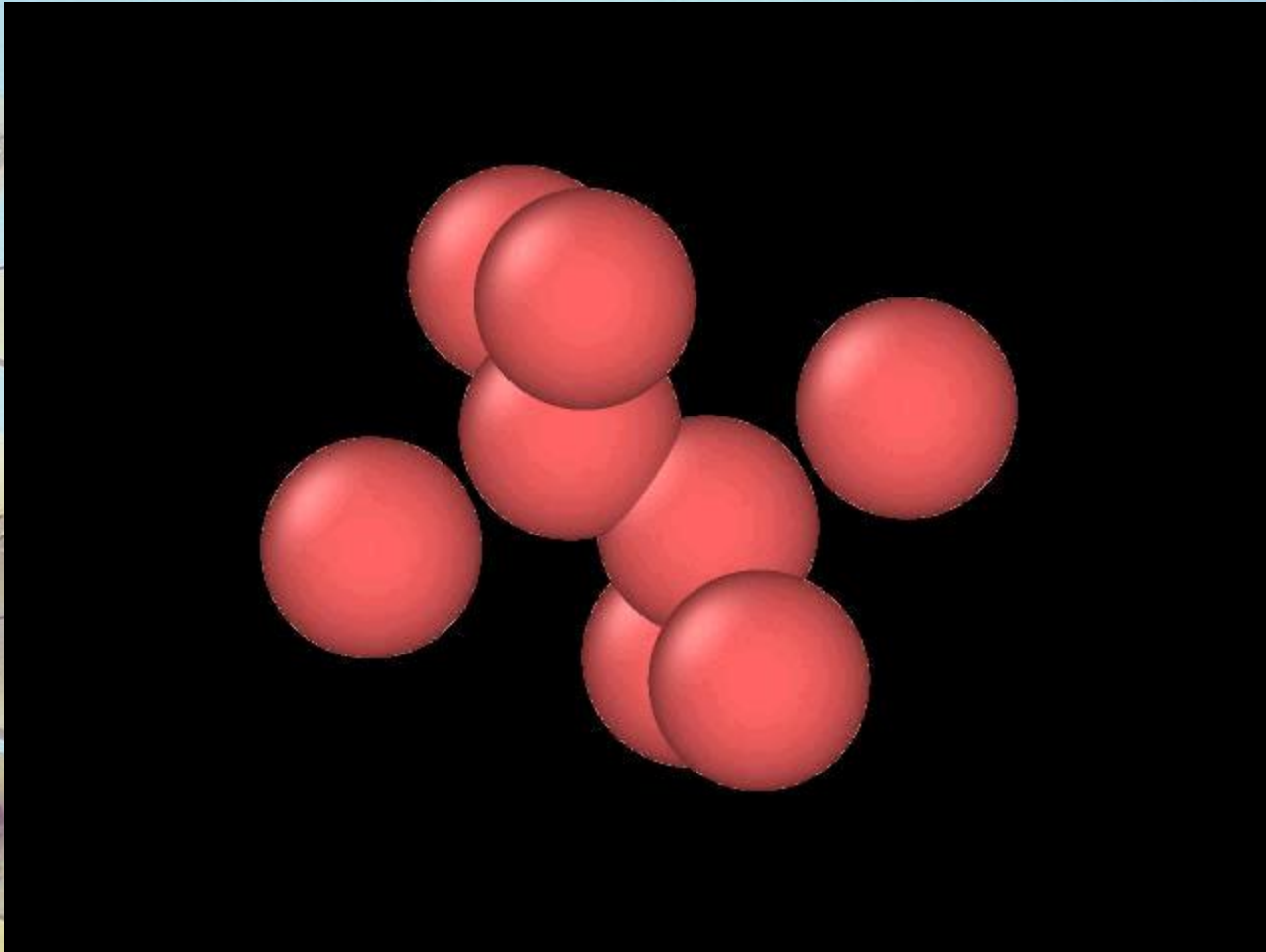
Física Aplicada I

**Juan Francisco Rodríguez Archilla
Palmero Acebedo Acebedo
Jesús Cuevas Maraver
Bernardo Sánchez Rey
Francisco Vega Nárvaez**

Colaboradores

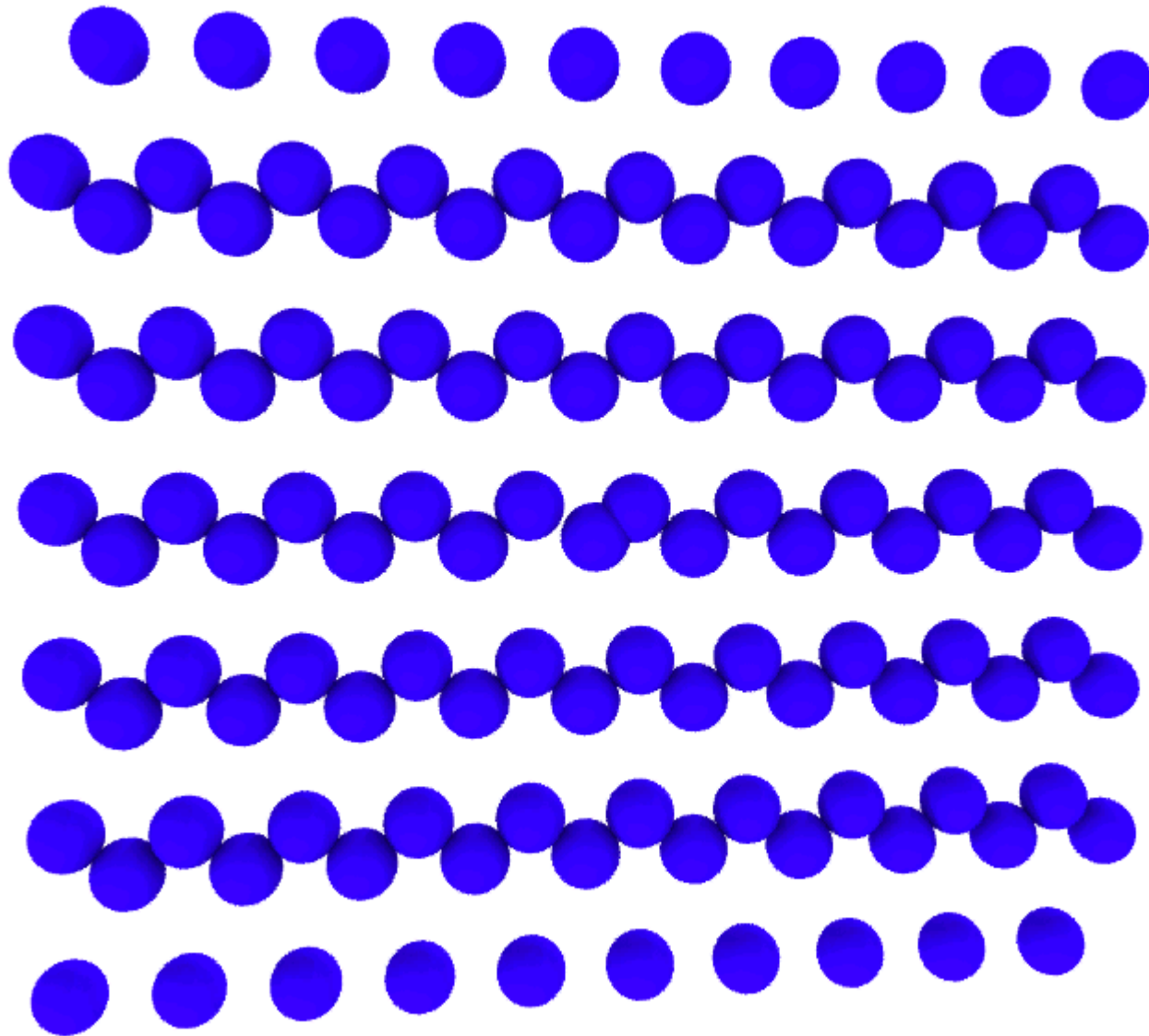
**José María Romero Romero
Francis Michael Russell**

Breather discreto obtenido con MD en Ge

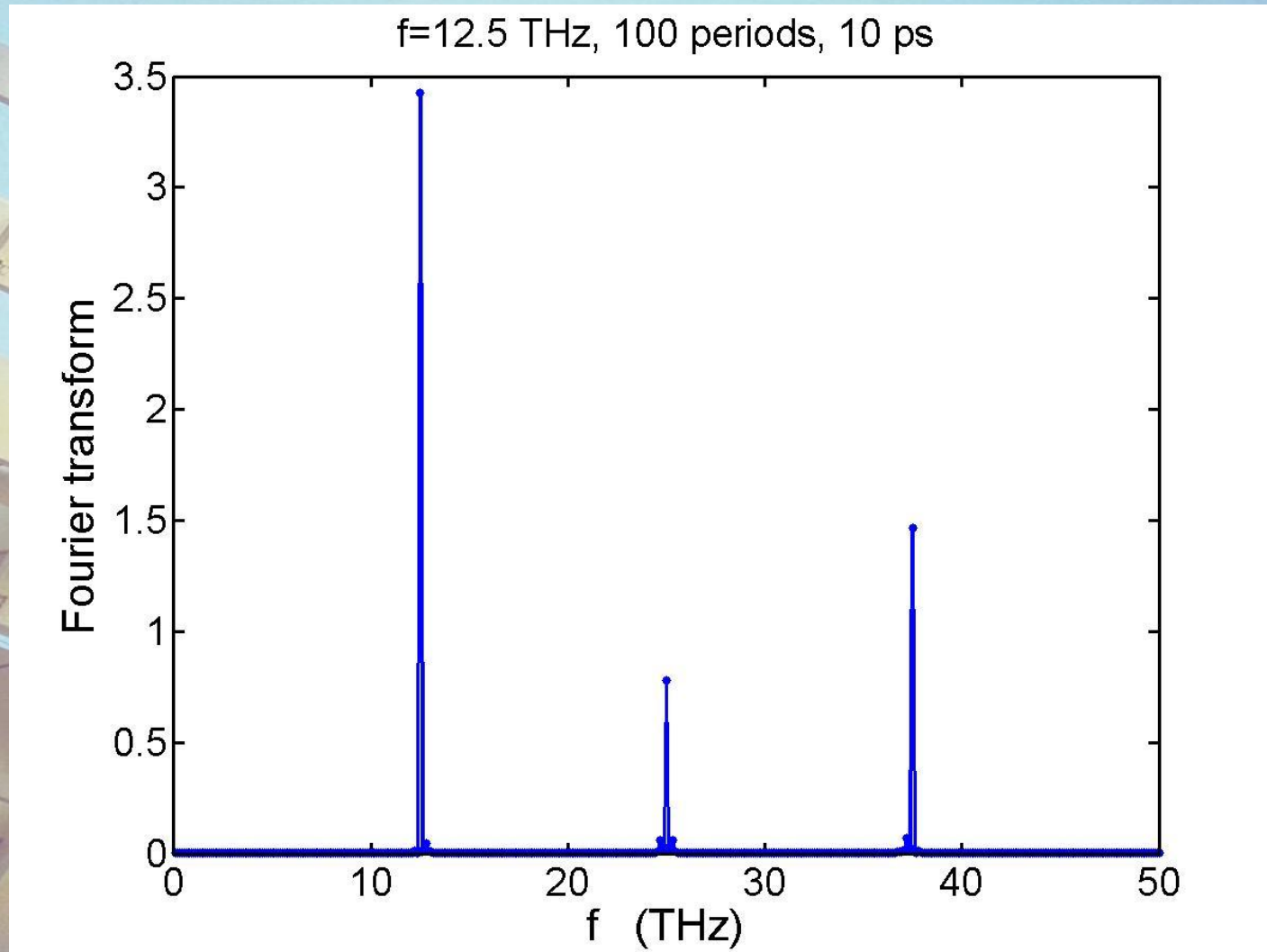


Encontrado por M. Klopov y V. Hizhnyakov usando
LAMMPS

Corte: breather discreto obtenido con MD en Ge. $F=1.25$ THz

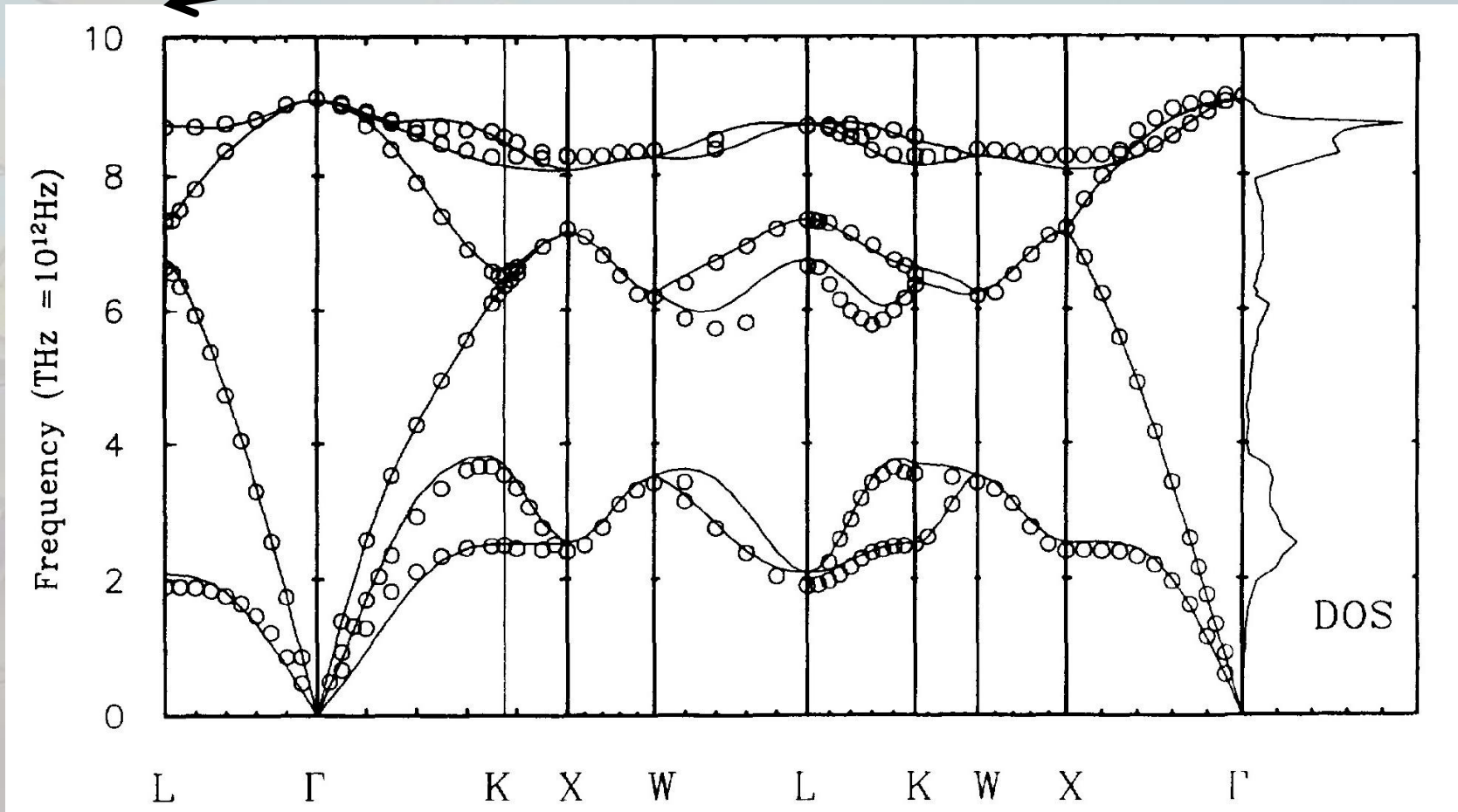


Espectro de Fourier del breather en MD en Ge



Densidad de estados del germanio

Frecuencia del breather en Ge



¿Qué es un breather discreto?

- Vibración localizada en un medio periódico
- Dos principales características:
 - Localización
 - Vibración no lineal (algunos armónicos)
 - Frecuencia bien definida fuera del espectro de fonones.
- En muchos sistemas se mueven.
- Energías típicas: 0.5-5 eV

¿Hay otros tipos de excitaciones localizadas?

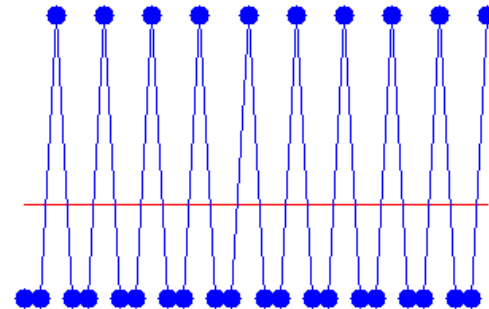
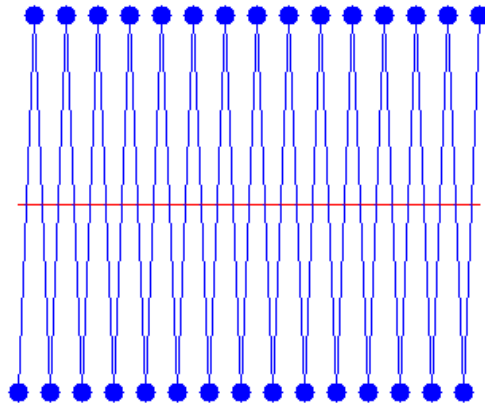
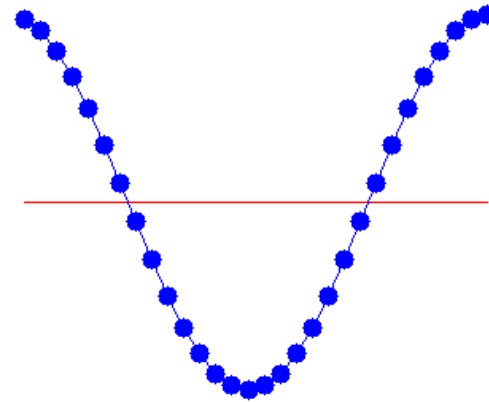
Sí:

- Solitones**
- kinks**
- Crowdions (cascada de reemplazamiento)**
- Solelectrones y polarones**
- Otros: magnéticos, spin**

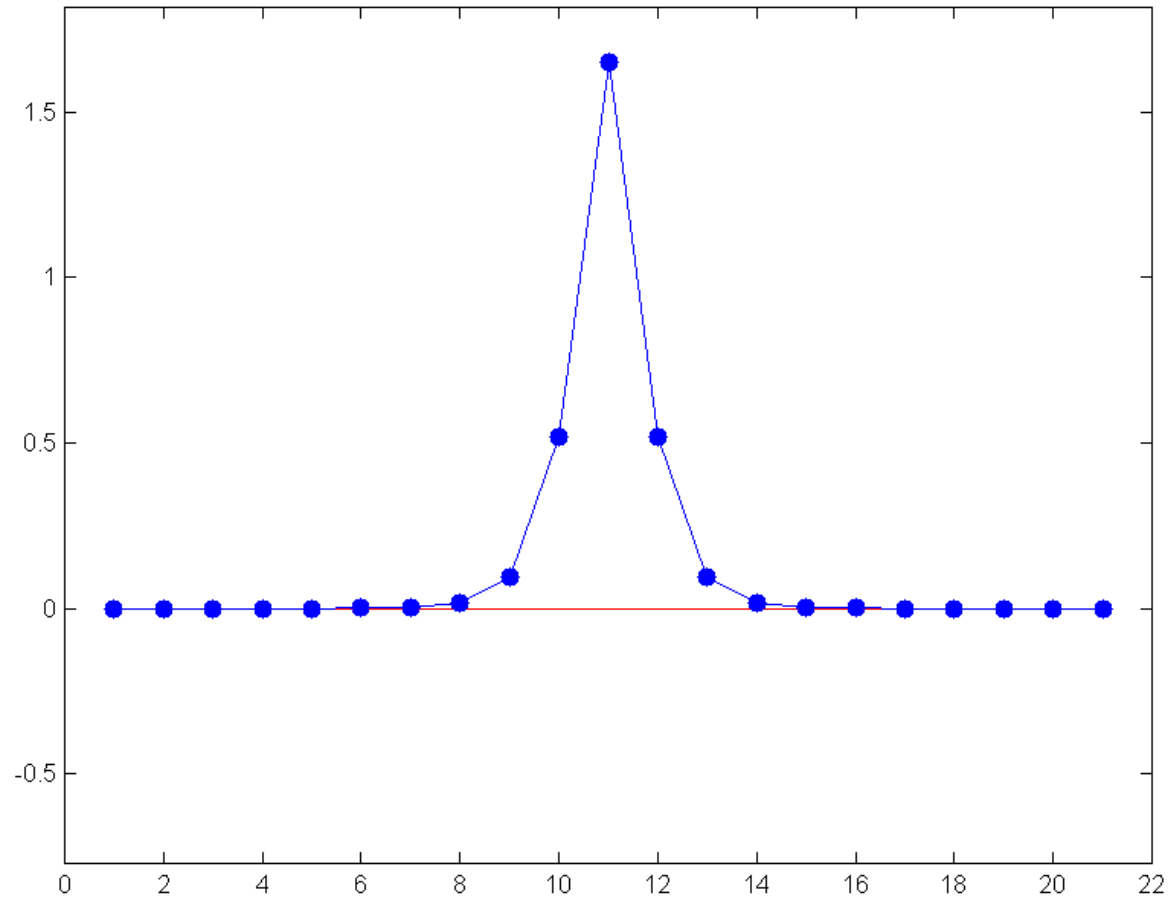
ILMs: Intrinsic Localized Modes

Fonones

$$u_n = A \cos(q n - \omega_q t)$$

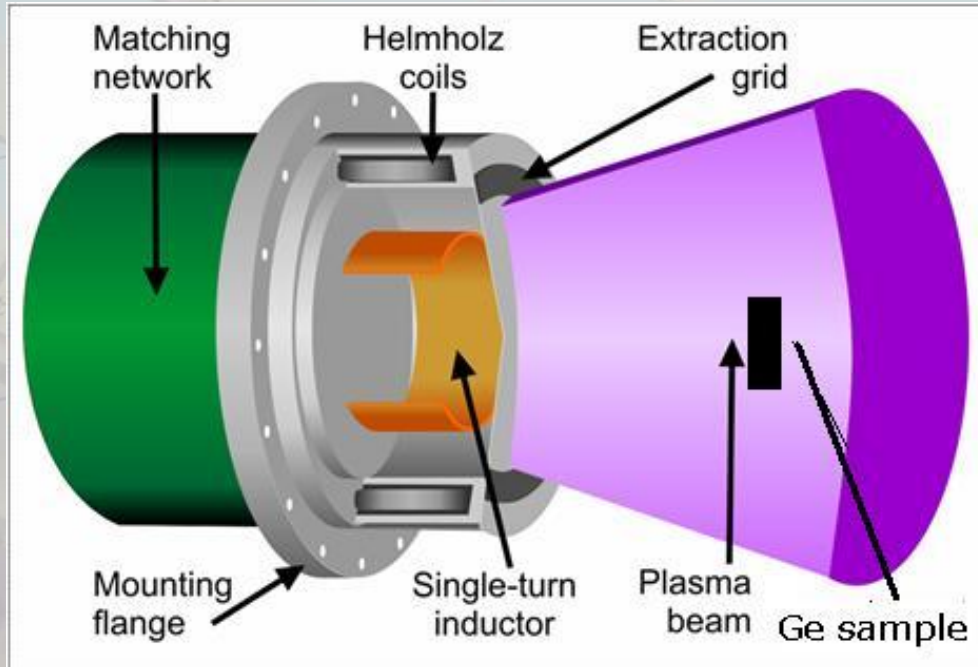


Breather



Observación experimental: Modificación de defectos por plasma de baja energía en germanio

Fuente de plasma de Ar: Copra ICP



Ge dopado con Sb

Detección de defectos mediante DLTS



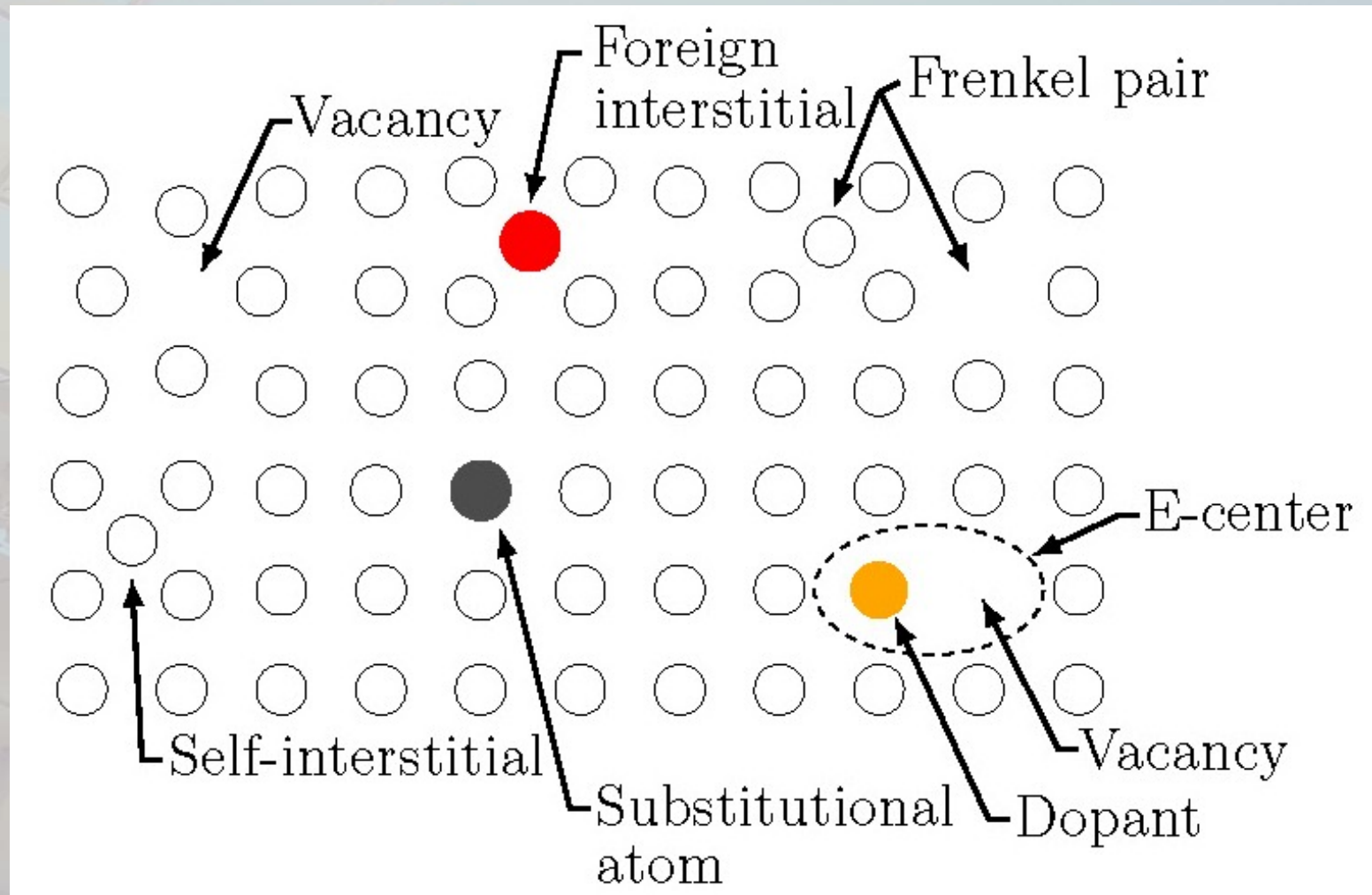
Muestra de Ge con un diodo de Au

$$N_{\text{Ge}} = 4.42 \times 10^{22} \text{ cm}^{-3}$$

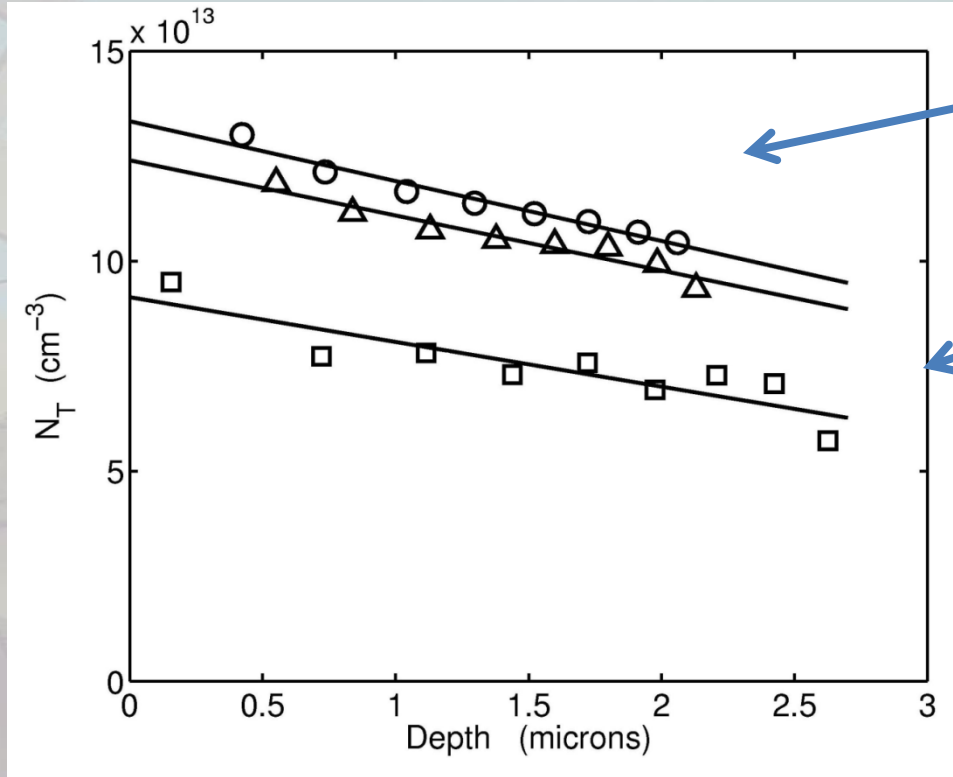
$$N_{\text{Sb}} = 1.03 \times 10^{15} \text{ cm}^{-3}$$

$$N_{\text{T}} = 1.07 \times 10^{14} \text{ cm}^{-3}$$

Modificación de defectos por plasma de baja energía en germanio



Concentración de E-center antes y después de irradiación con plasma



Antes del plasma

Después del plasma

4eV, 30 minutos

Mas T l menos efecto

8 eV l menos efecto

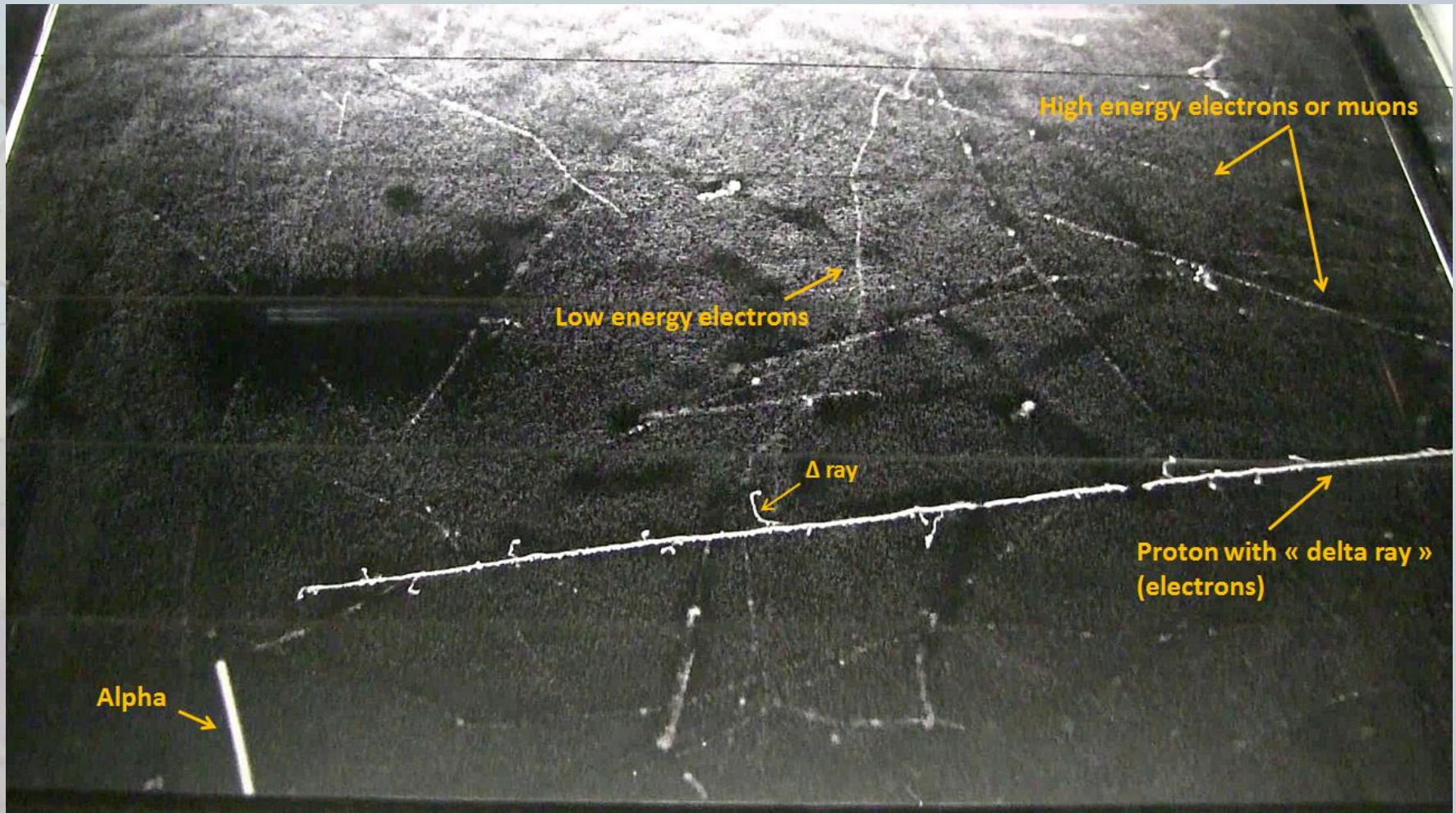
10^{-16} menos energía
que térmicamente

Archilla, J.F.R., Coelho, S.M.M., Auret, F.D., Dubinko, V.I., Hizhnyakov, V.:
Long range annealing of defects in germanium by low energy plasma
ions. Physica D 297, 56–61 (2015)



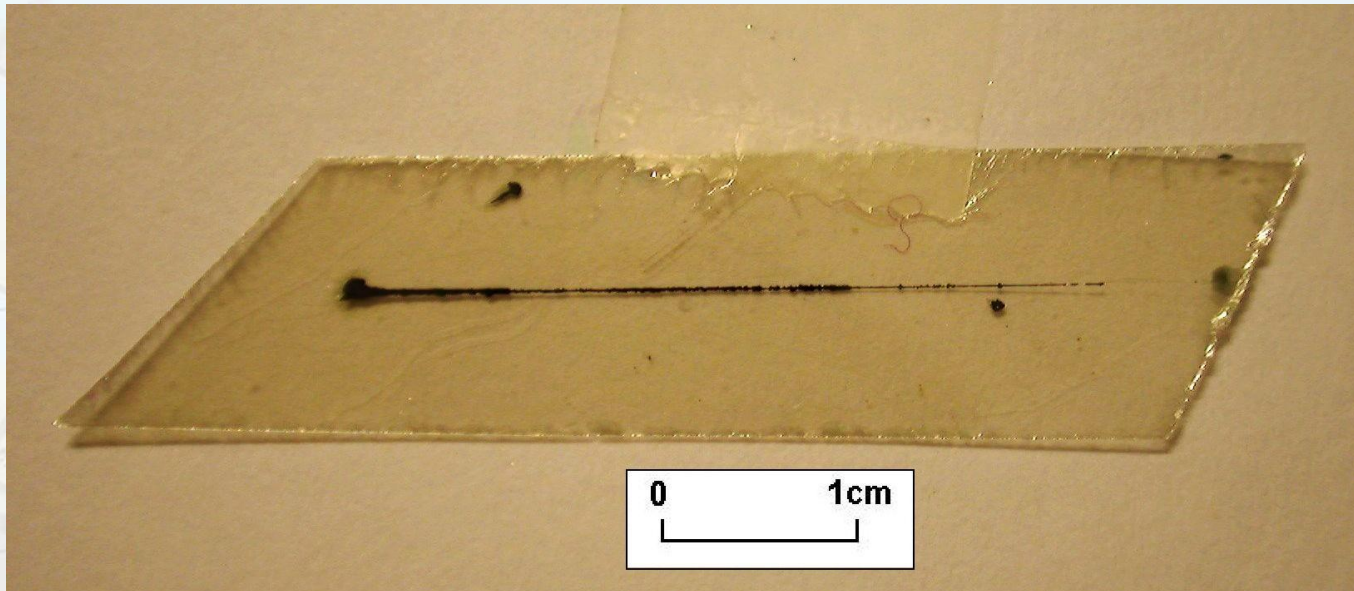
Quodons in silicatos laminares

Partícula nuclear en una cámara de niebla



45x45cm imagen obtenida en el Pic du Midi at 2877m con un Phywe PJ45, (2014)

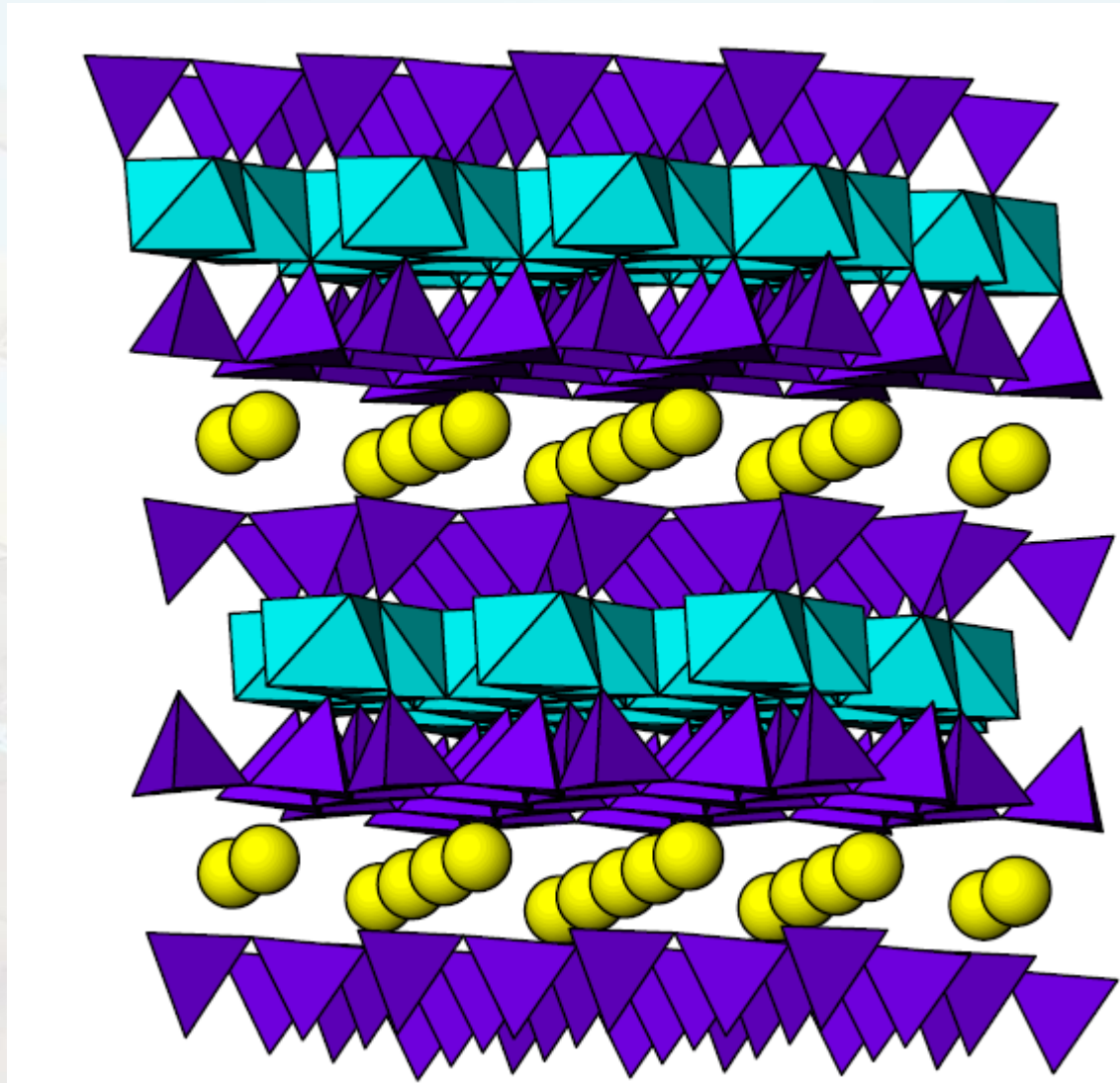
Trazas de positrones en mica



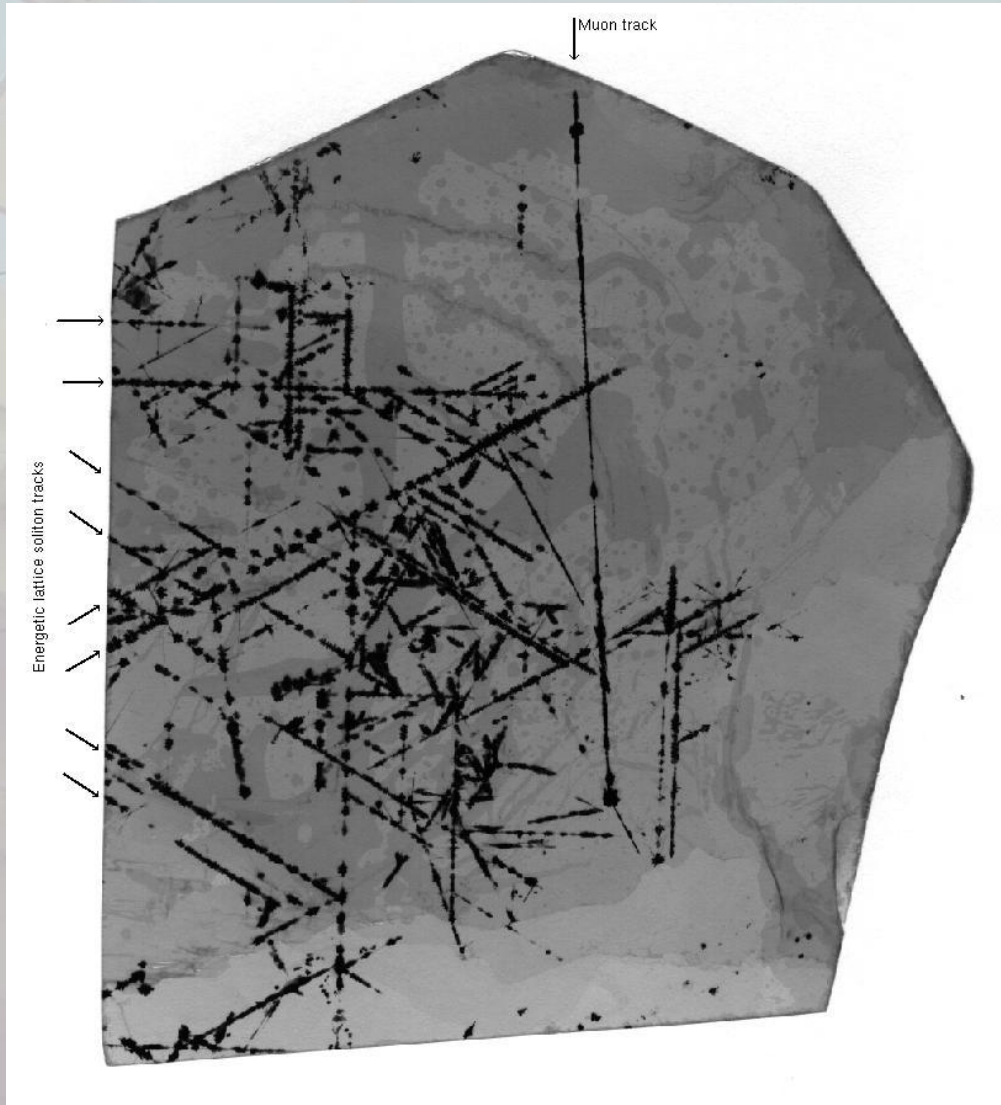
- Trazas de un positrón producido por desintegración de K^{40} con 0.5 MeV.
- 3 desintegraciones por segundo por cm^3
- Las trazas son óxidos de Fe, magnetita

F.M. Russell, Phys. Lett. B 25, 298 (1967); Nature 216, 907 (1967); Nature 217, 51 (1967); Phys. Lett. A 130, 489 (1988); Nucl. Tracks. Rad. Meas. 15, 41 (1988).... Review: FM Russell, Tracks in Mica, 50 years later. In Quodons in Mica, JFR Archilla et al, eds, Springer (2015)

Filas de iones en las laminas de K^+



Quodons: excitaciones cuasi mono-dimensionales en la red cristalina de la mica moscovita



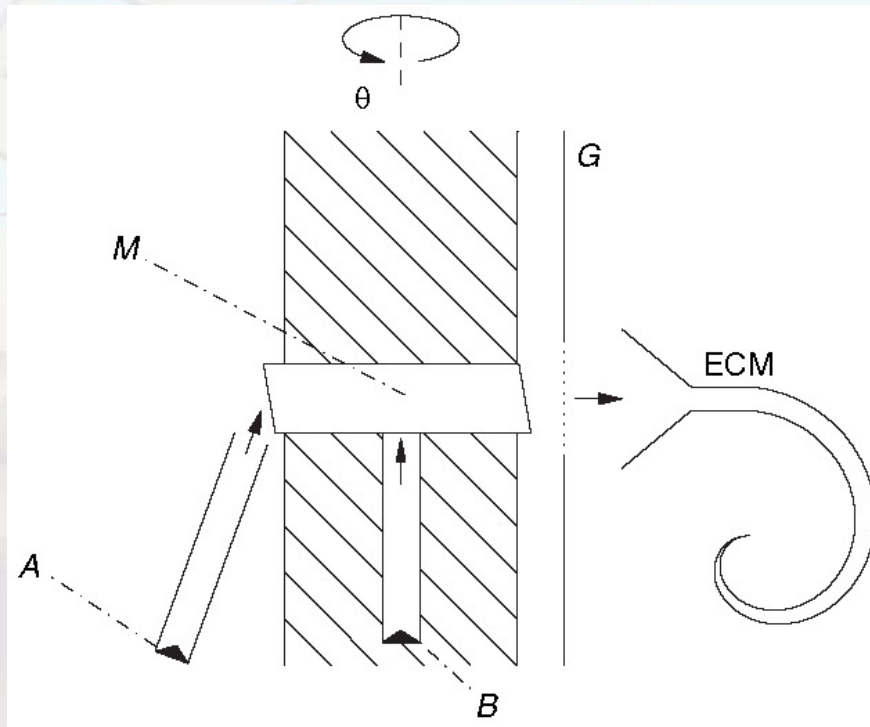
Trazas: magnetita Fe_3O_4

Causas

- 0.1% Partículas elementales
 - muones: tras interacción con neutrinos
 - Positrones: desintegración de 40K
- 99.9% la mayoría en las direcciones de alto empaquetamiento de la red cristalina

Vibraciones anarmónicas localizadas

Evidencia experimental de excitaciones móviles en mica moscovita

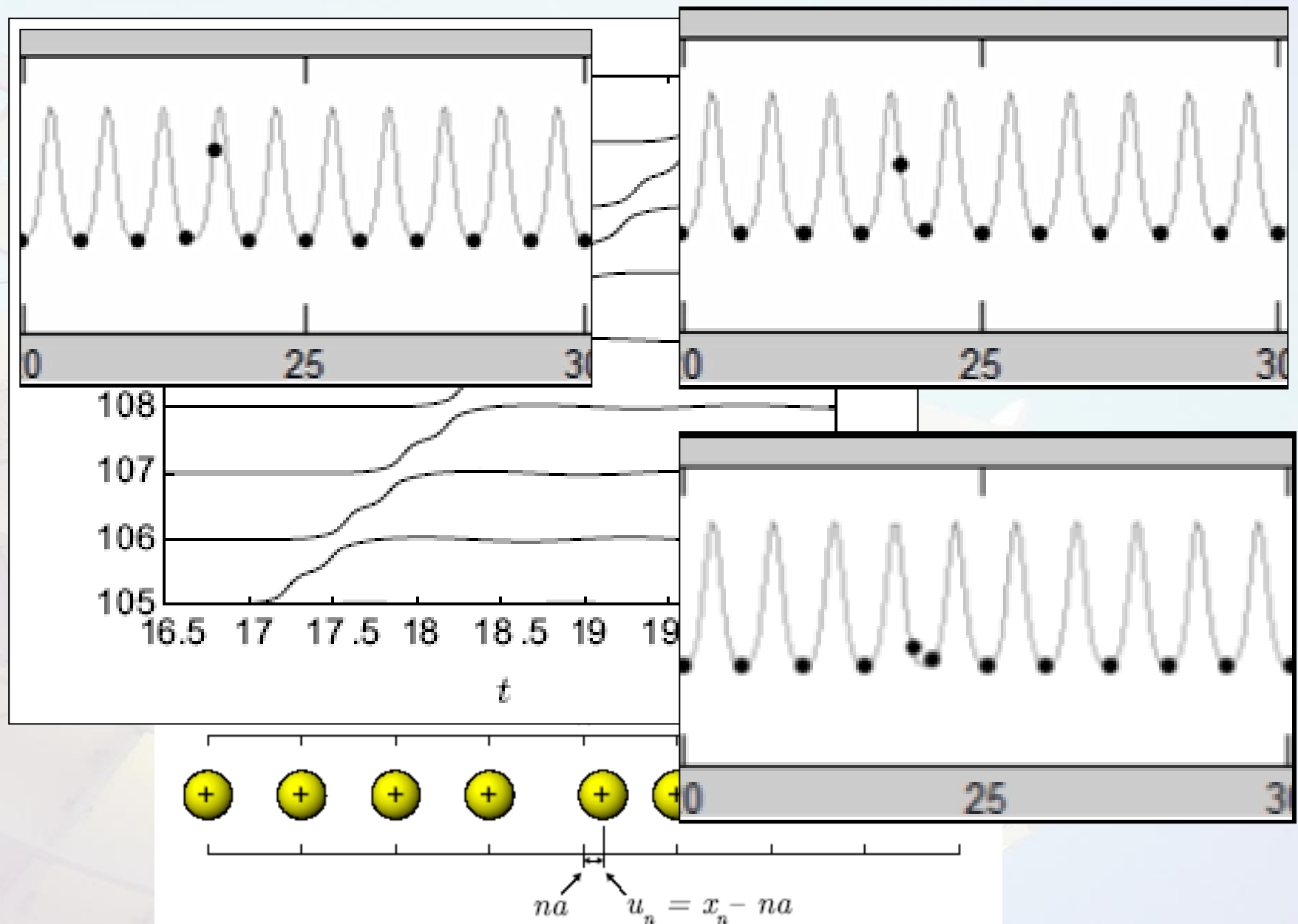


Las trayectorias son a lo largo de las direcciones de la red dentro de las láminas de K^+

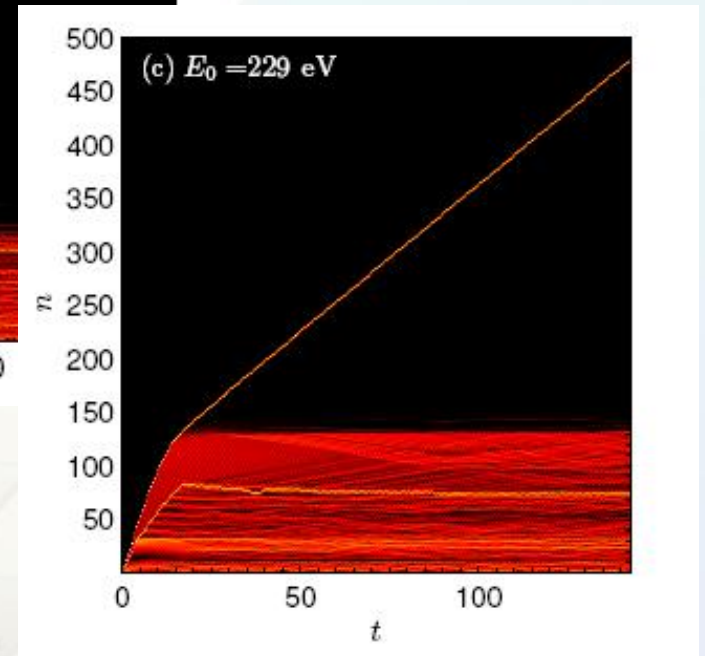
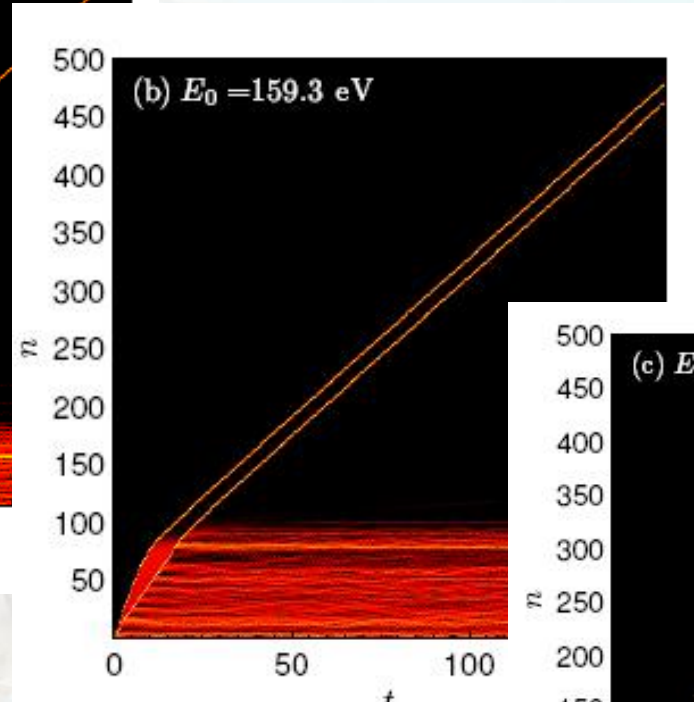
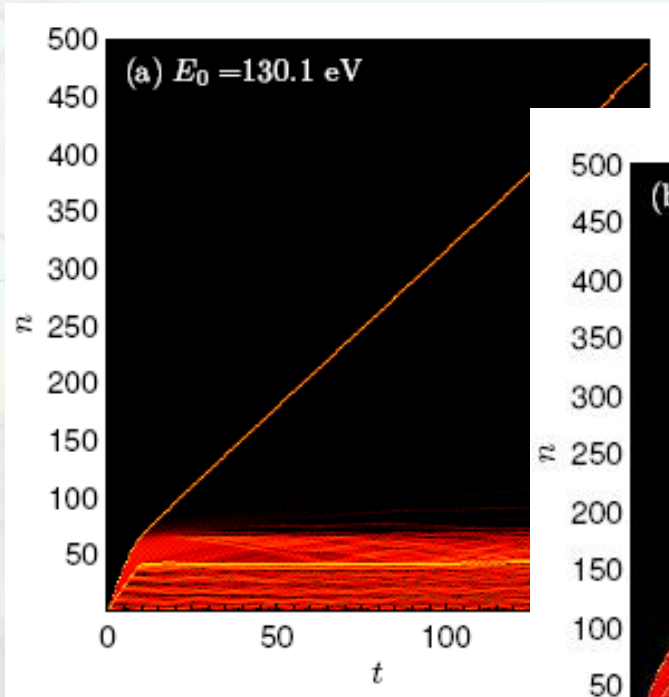
La energía de ligadura con la superficie de los átomos expulsados es desconocida:
Valores típicos 3-8 eV

Russell, F.M., Eilbeck, J.C. (2007). **Evidence for moving breathers in a layered crystal insulator at 300K.** *Europhysics Letters* 78 (2007) 10004

Crowdions (Kinks) en mica moscovita



Los crowdions tienen una velocidad y energía determinada



Crowdion 26 eV

Otros sistemas en que aparecen excitaciones localizadas

- Condensados de Bose Einstein (BEC)
- Redes eléctricas
- Uniones superconductoras
- Experimentalmente en uranio a 700 K
- Polímeros y otras biomoléculas
- Grafeno y grafano

Aplicaciones:

- Purificación de semiconductores
- Hiperconductividad a T ambiente

Alguna bibliografía

Long range annealing of defects in germanium by low energy plasma ions

JFR Archilla, SMM Coelho, FD Auret, VI Dubinko and V Hizhyakov

Physica D 297 (2015) 56-61

Ultra-discrete kinks with supersonic speed in a layered crystal with realistic potentials,

JFR Archilla, Yu A Kosevich, N Jiménez, V Sánchez-Morcillo and LM García-Raffi

Phys. Rev. E 91 (2015) 022912

Reaction rate theory with account of the crystal anharmonicity

VI Dubinko, P.A. Selyshchev and JFR Archilla,

Phys Rev E 83 (2011) 041124

Discrete breathers for understanding reconstructive mineral processes at low temperatures

JFR Archilla, J Cuevas, MD Alba, M Naranjo and JM Trillo ,

J. Phys. Chem. B 110 (2006) 24112

Haas, M., Hizhnyakov, V., Shelkan, A., Klopov, M., Sievers, A.J.: Prediction of highfrequency intrinsic localized modes in Ni and Nb.

Phys. Rev. B **84**, **144,303(1–8)** (2011)

Juan F.R. Archilla
Noé Jiménez
V́ctor J. Sánchez-Morcillo
Luis M. García-Raffi *Editors*

Quodons in Mica

Nonlinear Localized Travelling
Excitations in Crystals

Leer capítulo 20, I saw a crystal
por FM Russell (2015)