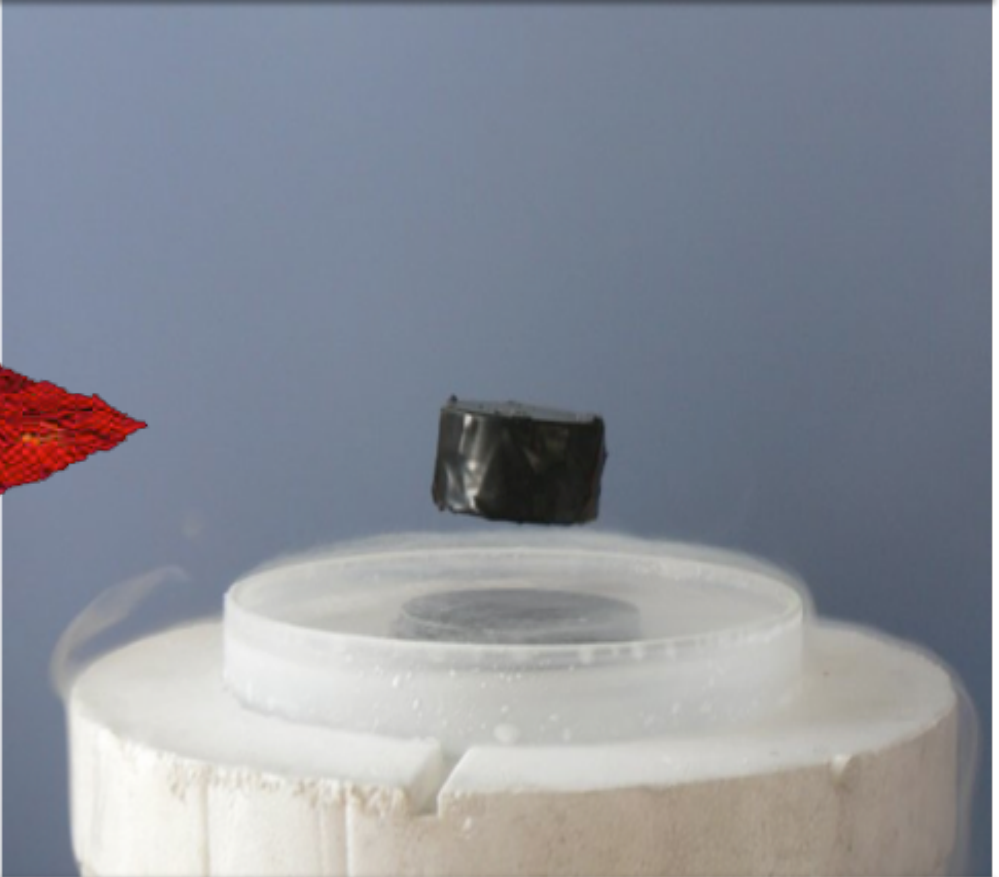
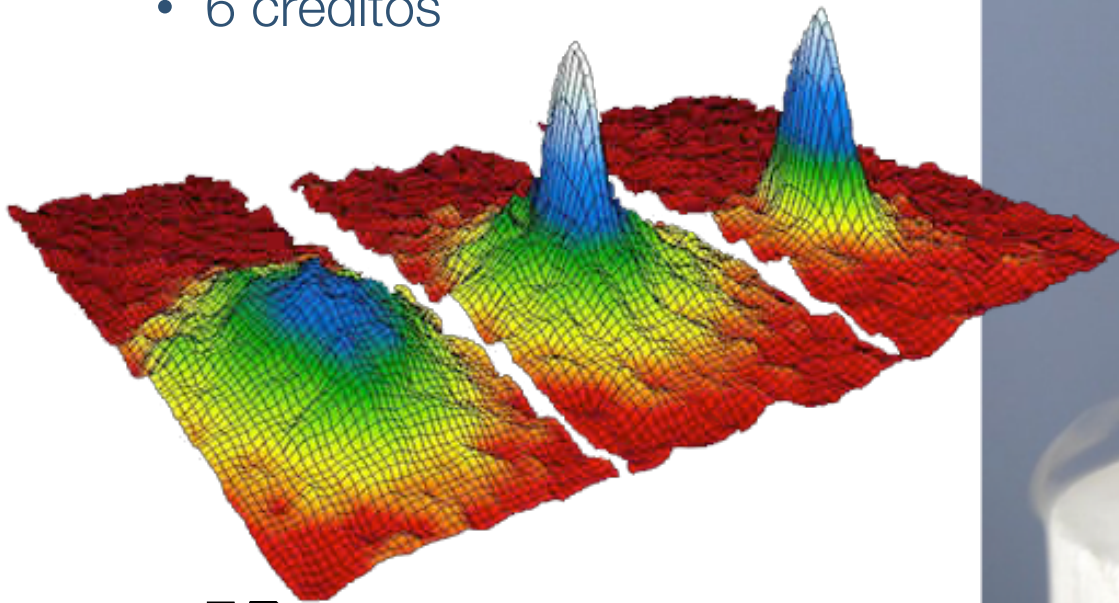


Introducción a la Superconductividad y Superfluidez

Curso de Mecánica Estadística Avanzada

- asignatura optativa (segundo semestre)
- 6 créditos



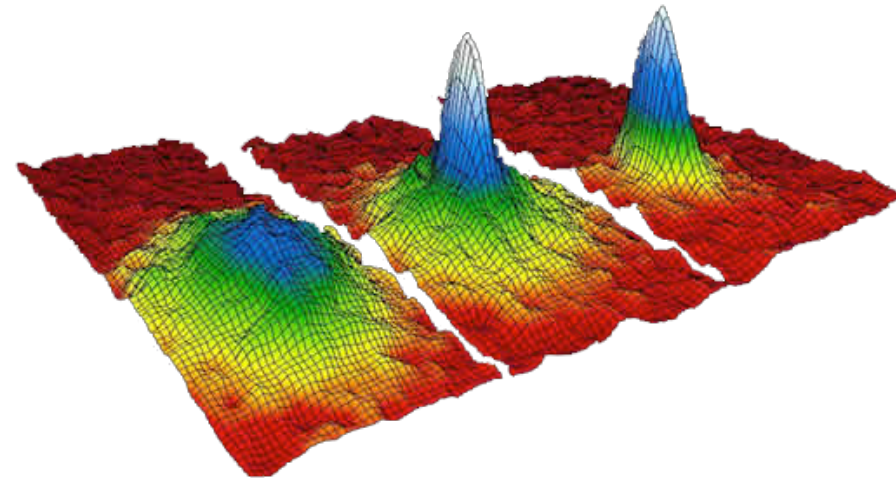
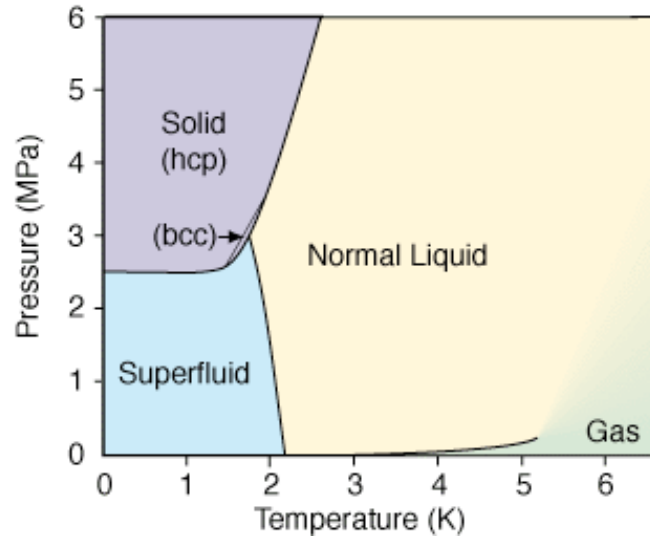
Algunos objetivos del curso

- ⇒ sistemas de partículas cuánticas interactuantes
 - ⇒ fenómenos cuánticos colectivos
 - ⇒ superconductividad y superfluidez como ejemplos paradigmáticos
 - ⇒ fenomenología básica y teorías microscópicas
 - ⇒ experimentos de superconductores y de gases atómicos ultrafríos
1. Desarrollar capacidad para resolver problemas teóricos relacionados

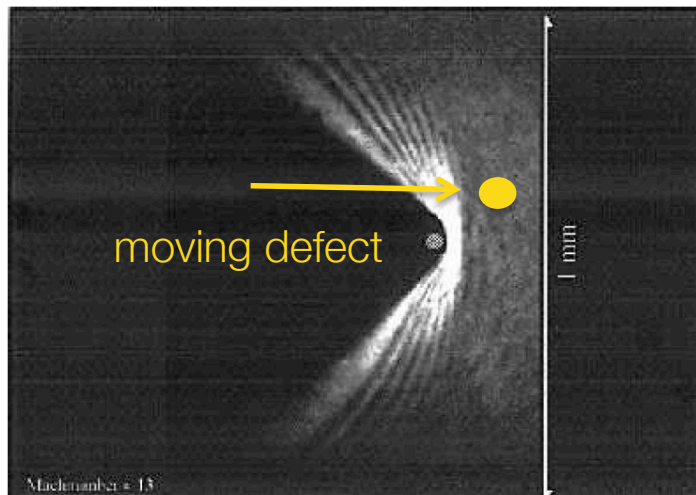
2. Familiarizar al estudiante con temas de investigación actuales

Superfluidez

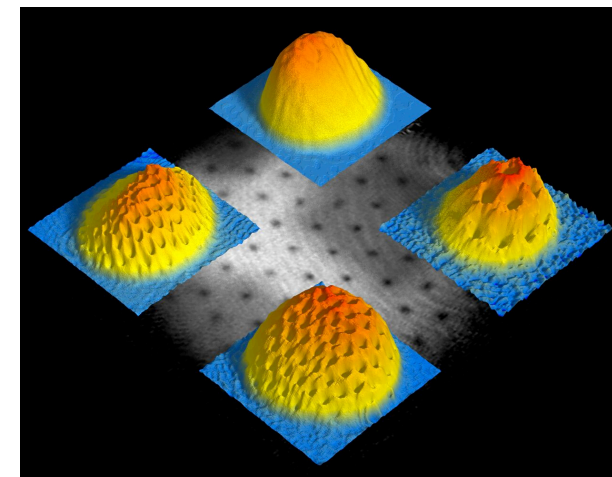
- Desde ^4He (Kapitza, Allen, Misener [1937]) hasta los recientes experimentos en condensados de gases atómicos ultrafríos



[from E. Cornell's group]

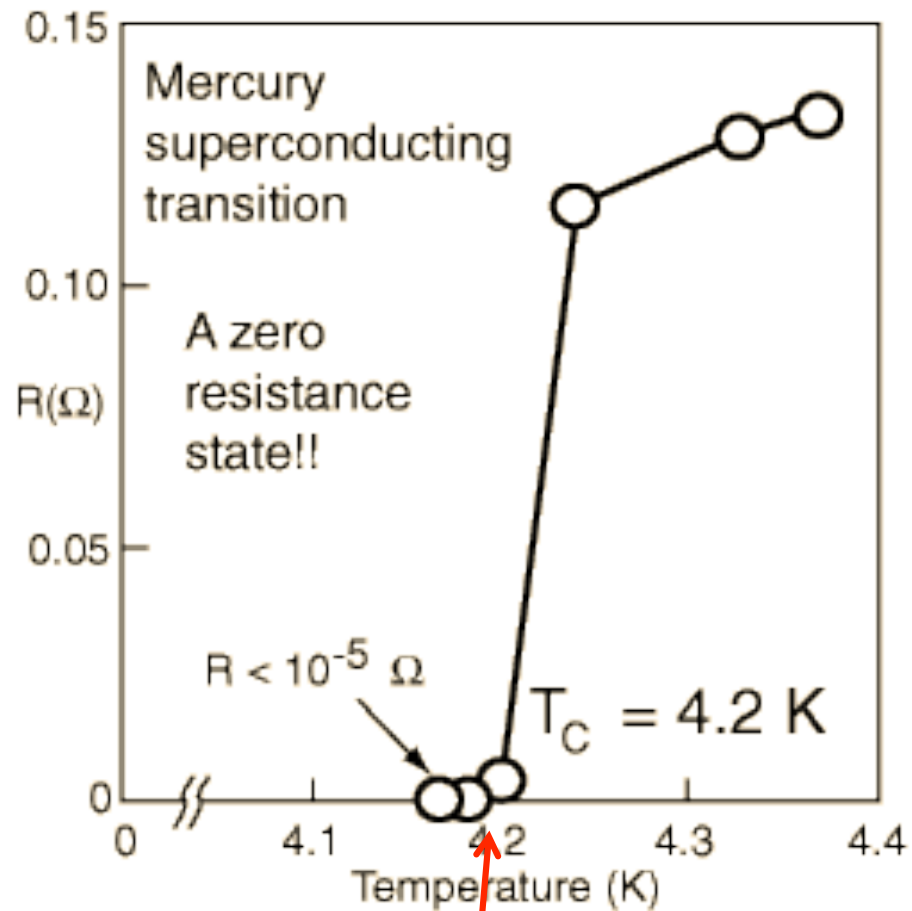


[Abo-Shaeer *et al.* Science (2001)]

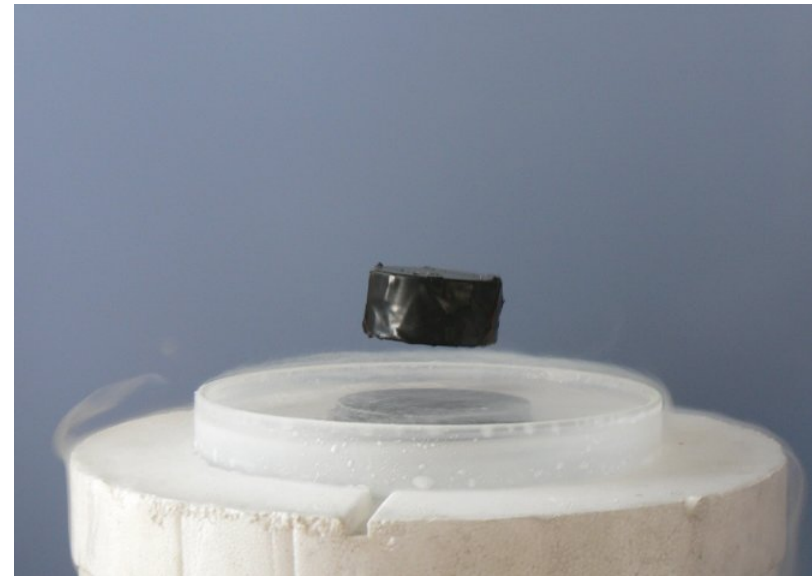


Resistividad cero

- Experimento original (Kamerlingh Onnes [1911]): mercurio (Hg) de gran pureza



temperatura crítica



Key concepts

- ⇒ interacting many-body systems
- ⇒ quantum phase transitions
- ⇒ collective quantum phenomena
- ⇒ from MICRO to MACRO (or at least MESO)

1. off-diagonal long-range order, macroscopic quantum coherence
2. order parameter
3. (spontaneous symmetry breaking & Goldstone theorem)
4. ...

superfluids & superconductors

Plan de la asignatura

Primera parte: superfluidez (bosones)

Condensación de Bose-Einstein. El gas ideal de Bose.
Correlaciones a largo alcance y parámetro de orden

Gases débilmente interactuantes y aproximación de Bogoliubov
Superfluidez: Criterio de Landau
Experimentos con átomos ultrafríos en trampas magneto-ópticas

Equación de Gross-Pitaevskii.
Aplicaciones: superfluidos en rotación (vórtices),
interferencias de dos condensados

Secunda parte: superconductividad (fermiones)

Fenomenología Básica de Superconductores
Teorías Fenomenológicas: propiedades termodinámicas y electrodinámicas

Mecanismos microscópicos: la interacción electrón-fonón
El problema de Cooper y el modelo BCS

La teoría BCS a $T=0$. Estado fundamental y estados excitados
Teoría BCS a temperatura finita. Aplicaciones: transporte en uniones túnel

Conexión entre condensación de bosones y pares de fermiones:
BEC-BCS crossover

Evaluation

1. Problem sets

- ⇒ 1 week – 10 days to submit the work
- ⇒ come to my office to discuss as much as you want!

2. Final presentation

- ⇒ 1 or 2 modern research articles
- ⇒ getting familiar with on-going research themes
- ⇒ analytical and/or more phenomenological (even numerical)
- ⇒ present the background and then the specific article(s)
(15 minutes + 5 minutes questions)
- ⇒ on my web-page: material underlined in yellow
- ⇒ up to 2 people can work on the same presentation (min. 2 articles)
(15+15 minutes+10 minutes questions)

3. Discussion after the presentation and Questions

Contacto

Francesca Maria Marchetti
Modulo 05 (CV), 6th floor, office 606
Tel. 91 497 5990
francesca.marchetti@uam.es

Pagina web

http://www.uam.es/francesca.marchetti/mec_stat_av12-13.html

1. bibliografia
2. contenidos de las clases
3. material complementario
4. ojas de problemas
5. articulos de investigación actuales para la presentación de fin de curso