

## Muestra Educativa Anual del Centro Atómico Bariloche e Instituto Balseiro

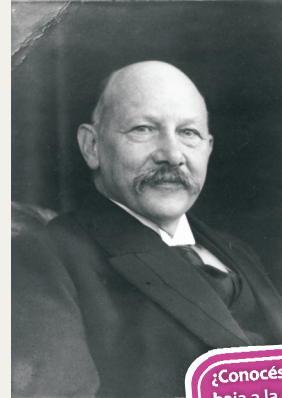
### PARA QUE EXPERIMENTES LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA

#### PRIMERO, UNA SORPRESA

La superconductividad fue descubierta en 1911 por Heinke Kammerling Onnes, un científico neerlandés. Y ocurrió mientras desarrollaba métodos para obtener temperaturas cada vez más bajas y estudiar el comportamiento de diversas sustancias a esas temperaturas.

Sucedió que Onnes estaba trabajando con mercurio (un metal que se encuentra en estado líquido a presión y temperatura ambiente, pero se solidifica a  $-39\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) y logró enfriarlo a  $-269\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Entonces llegó la **sorpres**a, a esa temperatura la **resistencia eléctrica** del mercurio **desapareció** en forma brusca, era un **superconductor**, ¡una propiedad desconocida en los metales hasta ese momento!

Si quieres saber qué es la **resistencia eléctrica** seguí por acá...



K. Onnes (1853-1926). Recibió el Premio Nobel en 1913 por el descubrimiento de la SUPERCONDUCTIVIDAD y por haber inventado técnicas que permitieron llegar a las temperaturas más bajas conseguidas hasta ese momento.

Además, con su tesis de doctorado realizó un importante aporte a la comprensión del Péndulo de Foucault. (Fíjate en el folleto TESTIGO DE LA ROTACIÓN DE LA TIERRA).

¿Conocés cuál es la temperatura más baja a la que se puede llegar? El folleto CALOR  $\neq$  TEMPERATURA te lo cuenta. ?

## QUÉ TIENE DE SUPER LA SUPERCONDUCTIVIDAD

#### METALES: LA RUTA DE LA ELECTRICIDAD

La corriente eléctrica es capaz de viajar por los metales; y así puede trasladarse a lo largo de cables.

**Pero los metales ofrecen resistencia eléctrica; esto significa que cuando circula electricidad por ellos, una parte de esa energía eléctrica se transforma en otro tipo de energía: calor.**

Esto impide aprovechar la electricidad en un 100%. Por ejemplo, en el Chocón se genera energía eléctrica a unos 1000 km de los consumidores en Bs. As.; esa energía llega a las casas a través del largo cableado entre ambas localidades, pero en el camino **un 15 % de electricidad se va perdiendo al transformarse en calor.**

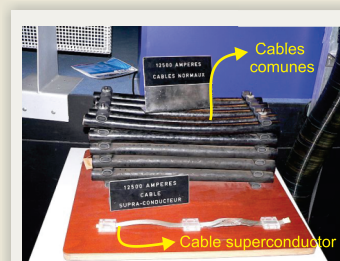
Para elegir con qué metal fabricar cables para electricidad se tienen en cuenta varios factores, como la resistencia eléctrica frente al costo. Hoy el más usado es el cobre (Cu), porque aunque es más caro que otros metales -como el aluminio (Al)- ofrece menor resistencia al paso de la electricidad.

El oro (Au) ofrece menos resistencia eléctrica que el Cu, sin embargo no se lo usa para fabricar cables. ¿Por qué?

#### SUPERCONDUCTORES, UNA PROPUESTA IRRESISTIBLE

La superconductividad permite **crear cables que conducen electricidad sin presentar resistencia eléctrica, por lo tanto, la transportan sin pérdida de energía.**

Hoy existen muchos materiales artificiales o en la Naturaleza que se convierten en SUPERCONDUCTORES a bajas temperaturas. Y en algunos casos ya es ventajoso utilizarlos, como en el Gran Colisionador de Hadrones en Suiza.



**Cuanto más grueso es un cable común, menos resistencia eléctrica ofrece.** Pero como el superconductor no presenta esa resistencia, resulta mucho más delgado para transportar igual cantidad de energía; como se ve en la imagen, que compara cables del gran Colisionador de Hadrones.

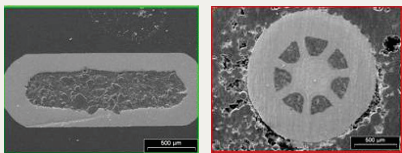
Licencia Creative Commons Attribution-Share Alike 2.0 France

### FRÍAS DIFICULTADES PARA LAS CASAS

Hoy no es posible utilizar materiales superconductores en la vida cotidiana, porque **deben mantenerse a temperaturas inferiores a los 180 grados bajo cero para que no ofrezcan resistencia eléctrica.**

Además, estos materiales presentan otra dificultad, y es que la superconductividad se inhibe en cierta medida -e incluso puede desaparecer del todo- ante la presencia de un campo magnético.

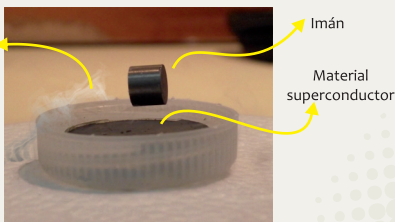
Por eso se continúa investigando. Algunos nuevos materiales -como aleaciones de niobio (Nb) y estaño (Sn)- superan estas barreras de campo magnético y temperatura, y aunque no se usan en hogares, con ellos se fabrican electroimanes superconductores potentes.



Aquí podés ver dos cables superconductores (el primero tipo cinta y el segundo multifilamentario) de **menos de 1,5 mm**. Están hechos de magnesio (Mg) y boro (B) y pueden utilizarse para equipos de Resonancia Magnética. Fueron fabricados por el Grupo Caracterización de Materiales del Centro Atómico Bariloche.

El principio por el que los trenes de la línea Mag Lev no tocan las vías está relacionado con el imán que levita. ¿Cómo lo hace?

Para enfriar el superconductor a unos **200 grados bajo cero**, se utiliza nitrógeno líquido (N<sub>2</sub>), que a temperatura ambiente comienza a evaporarse.



El imán induce corrientes eléctricas en el material superconductor, y estas corrientes generan un campo magnético. Pero el campo del imán y el del superconductor se oponen, entonces **se genera un punto de equilibrio en el que el imán no se aleja del superconductor ni cae sobre él.** ¡El imán levita!

### LAS MÚLTIPLES APLICACIONES DE LA SUPERCONDUCTIVIDAD

Hoy ya están en uso algunos materiales superconductores, por ejemplo en filtros electrónicos para equipos usados en telecomunicaciones y entre otras más...



Autor: Jan Ainali licencia Creative Commons Attribution 3.0 Unported

Una de las aplicaciones más importantes de los electroimanes superconductores es en la generación de campos magnéticos muy intensos en los equipos de imágenes por Resonancia Magnética (que se utilizan para diagnóstico médico). El mismo imán se podría hacer de cobre, pero consumiría tanta corriente que resultaría demasiado caro de operar.

Si querés recordar qué es un electroimán, fijate en el folleto **ELECTRICIDAD Y MAGNETISMO, DOS CARAS DE UNA MISMA MONEDA**

En Shanghai, existe una línea de trenes -llamada Mag Lev- que usa electroimanes superconductores para mantener al tren circulando elevado unos centímetros sobre las vías, y así alcanza velocidades mucho más altas que la de los trenes convencionales. **¿Cómo puede ser? Fijate acá...**



Creative Commons Attribution 2.5 Generic

¿Te imaginás cómo será el sistema de refrigeración de los electroimanes superconductores del Mag Lev?

### LA HISTORIA RECIÉN COMIENZA

Por ahora, la superconductividad tiene un mercado restringido, ya que muchas aplicaciones resultan muy caras. Sin embargo, hay gran actividad científica y tecnológica en este campo para poder transformar este fascinante fenómeno en algo más práctico. Aún quedan muchas preguntas sin responder y cosas por descubrir en la superconductividad, desde entender mejor la teoría básica de los nuevos superconductores a encontrar otros materiales más útiles que los ya conocidos.

### NOS PRESENTAMOS:

En el laboratorio de Bajas Temperaturas del Centro Atómico Bariloche, estudiamos algunas propiedades de los materiales que cambian con la temperatura, como la superconductividad y el comportamiento eléctrico y magnético, entre otros. Lo logramos enfriándolos con nitrógeno líquido (196 °C bajo cero) o helio líquido (269 °C bajo cero, 4 grados encima del cero absoluto). En general, buscamos extender el conocimiento sobre materiales novedosos e interesantes, que en algún momento pueden ser de utilidad práctica.

Encontrás información sobre campos magnéticos y sobre inducción en los folletos ¡**ATRAÍDOS POR EL MAGNETISMO!** y **ELECTRICIDAD Y MAGNETISMO, DOS CARAS...**

¿Qué aplicaciones considerarás que podrán tener los superconductores si se logra que funcionen de modo que puedan ser utilizados en una casa u otros ámbitos cotidianos?

Pablo Pedrazzini - pedrazp@cab.cnea.gov.ar

Contacto