



Año Mundial de la Física

- Tema:** Electrofisiología, superconductividad, relatividad especial, nanotecnología y levitación superconductora
- Stand:** Detección de impulsos nerviosos; Levitación superconductora; Nacimiento de la relatividad: Experimento de Michelson-Morley; Nanotecnología
- Páginas web:** www.uam.es
http://www.ft.uam.es/Neurociencia/gonzalo/Leech_page.htm
www.uam.es/departamentos/ciencias/fismateriac/especifica/LBT/lbt.htm
- Responsables:** **Coordinadores UAM:** PEDRO MARTÍNEZ LILLO, GINÉS LIFANTE y PABLO FERNÁNDEZ
GONZALO G. DE POLAVIEJA, SARA ARGANDA, GABRIEL GONZÁLEZ, RAÚL GUANTES, LUCÍA PRIETO, MARTA RIVERA, SEBASTIÁN VIEIRA, VANESA CRESPO, JAVIER MANZANO, CARMEN DE LAS HERAS, ANA FERNÁNDEZ DEL RÍO, ALBERTO RAMOS, JOSÉ MANUEL BLANCO RAMOS, PILAR FERNÁNDEZ DE PABLOS y PABLO POU BELL

1. Detección de impulsos nerviosos. Departamento de Física teórica e Instituto

de Ciencia de Materiales Nicolás Cabrera Disciplina: Física y Biología Dirigido a: ESO y Bachillerato

Fundamento científico

Las neuronas se comunican entre sí utilizando dos mecanismos. La sinapsis es el proceso mediante el cual se comunican dos neuronas. En la sinapsis, una neurona libera una sustancia química que pasa a otra neurona y se produce una corriente eléctrica. Otro mecanismo es la transmisión de la información a lo largo de una neurona usando el impulso nervioso. Este impulso consiste en la propagación de una excitación eléctrica a lo largo de la neurona.

Un sistema nervioso se comporta entonces como un circuito eléctrico combinado con propiedades químicas (sinapsis). ¡Aquí es donde es importante la física! La física nos ayuda a entender estos circuitos y, además, ofrece técnicas de amplificación de las señales eléctricas. La técnica más usada se llama electrofisiología. En realidad, funciona como un voltímetro: medimos la diferencia de potencial entre un cable que insertamos en una neurona y un cable que colocamos fuera de ella.

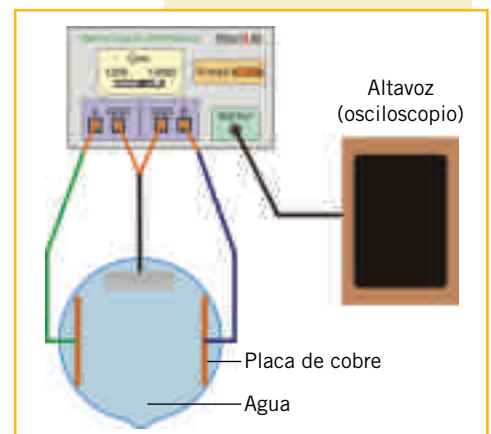
Desarrollo

La electrofisiología se aplica al estudio de circuitos neuronales y en los músculos, y también al estudio de patologías musculares.

Un experimento sencillo de detección de señales eléctricas en humanos se puede realizar para comprobar los impulsos eléctricos en el músculo (ver dibujo). Dos placas de cobre de unos 10×10 cm y un bloque de algún metal y se introducen en un barreño con agua del grifo.

Estas piezas se conectan a un amplificador diferencial, cuya salida se lleva a un osciloscopio (una opción más barata es llevar esta salida a un amplificador de corriente que conectamos a un altavoz, como en la figura). Ahora ya está todo listo para el experimento: introduce el brazo en el barreño y ¡aprieta el puño!

¿Tienen sólo las neuronas propiedades eléctricas? No, de hecho son bastante comunes en otros tipos de células. Por ejemplo, las plantas pueden usar impulsos nerviosos. También los músculos usan la propagación de impulsos eléctricos.



2. Levitación superconductor. Laboratorio de bajas temperaturas

Departamento de Física de la Materia Condensada Disciplina: Física Dirigido a: Bachillerato

Fundamento científico

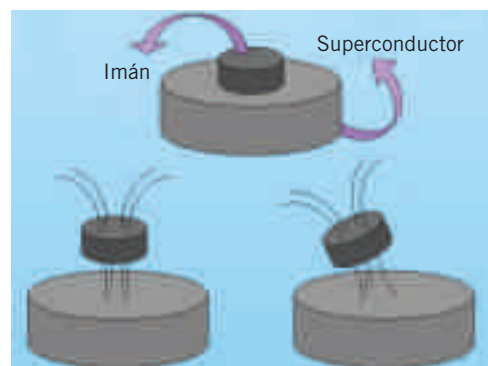
El estado superconductor es aquel en el que se encuentran algunos materiales, entre ellos diversos elementos, para temperaturas menores que una temperatura crítica, T_C , y campos magnéticos inferiores a ciertos valores críticos. Las dos características visibles más importantes de este estado son la ausencia total de resistencia eléctrica, fenómeno descubierto por **Kamerlingh Onnes** en 1911 en el mercurio, y el perfecto diamagnetismo, ya que al enfriar el material en un campo magnético no muy elevado, éste es expulsado del interior a T_C . Esta segunda propiedad fue descubierta por **W. Meissner** en 1934.

En 1957, **Bardeen, Cooper y Schrieffer** elaboraron una teoría microscópica que, utilizando la mecánica cuántica, explica el fenómeno de la superconductividad.

Desarrollo

En función de la respuesta al campo magnético aplicado, los superconductores se clasifican en dos tipos. Los interesantes en cuanto a las aplicaciones son aquellos (tipo II) que a partir de cierto campo magnético dejan que éste penetre en forma de tubos: los vórtices.

Para observar la levitación superconductor, utilizamos un superconductor de tipo II $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$ ($T_C = 92 \text{ K}$, -181 °C), enfriado con nitrógeno líquido (77 K). Se llena un recipiente, aislado térmicamente, con nitrógeno líquido y se sumerge el superconductor en él. Cuando se acerca un imán, éste experimentará la fuerza que el superconductor realiza para expelerlo. Es fácil conseguir, mediante una adecuada manipulación, que algunas líneas de campo penetren en el superconductor, y que el imán levite de forma estable sobre el superconductor.



El anclaje de los vórtices es el responsable de proporcionar estabilidad.



Enfriamiento con nitrógeno líquido y levitación del imán.

Aplicaciones

Aprovechando la resistencia nula al paso de la corriente eléctrica se fabrican cables superconductores con los que se consiguen campos magnéticos elevados. Tal es el caso de las bobinas utilizadas en los equipos de resonancia magnética.

La levitación superconductor podría utilizarse en los transportes, trenes de levitación superconductor, donde el tren levita sobre los raíles. Hoy por hoy, el principal impedimento reside en las bajas temperaturas necesarias para alcanzar el estado superconductor.

Visita del premio Nobel de Física 2003, **A. Leggett** (derecha de la foto), a nuestro stand de levitación superconductor. Podemos ver también a José María Gómez (centro), decano de la Facultad de Ciencias Físicas de la UCM y a Vanesa Crespo (izquierda), doctoranda del LBTUAM.



3. Nacimiento de la relatividad especial:

Experimento de Michelson-Morley. Departamento de Física de Materiales

Facultad de Ciencias (UAM) Disciplina: Física Dirigido a: Bachillerato

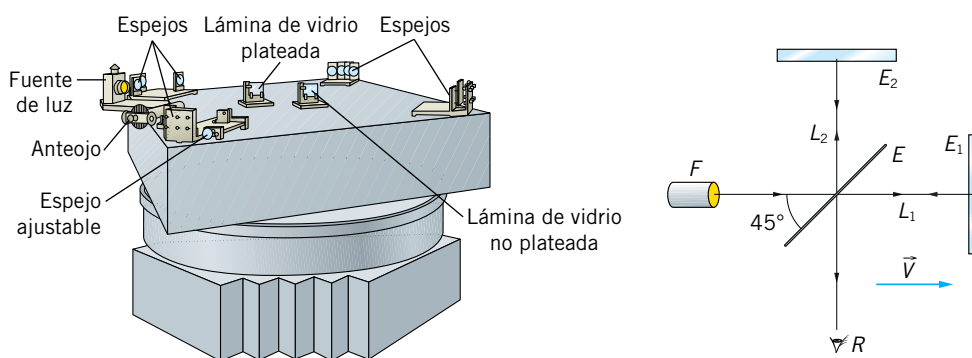
Fundamento científico

El experimento de Michelson-Morley fue llevado a cabo en 1887. Por aquel entonces se describía la luz como una onda y se postuló que, como sucedía con todas las ondas conocidas, éstas necesitarían un medio por el que propagarse, el llamado «éter lumínico», que debía llenar todo el Universo.

La Tierra debía estar atravesando el éter a una cierta velocidad, creando un efecto de «viento de éter» en su superficie. La velocidad de la luz en la superficie de la Tierra debía variar entonces según la dirección en que se midiese. Esto es lo que intentaron comprobar Michelson y Morley utilizando el interferómetro de Michelson.

Desarrollo

El dispositivo hace que la luz se divida en dos haces que se desplazan perpendicularmente hasta llegar a sendos espejos en los que son reflejados y finalmente se recombinan creando un patrón de interferencia observado en el catalejo. La posición de los anillos de interferencia que aparecen depende de la diferencia entre los tiempos que tarda cada haz en hacer su recorrido y es extremadamente sensible a cualquier cambio en la distancia recorrida o en su velocidad. La idea de Michelson y Morley fue colocar este interferómetro sobre una plataforma giratoria y observar el desplazamiento de la posición de las bandas de interferencia al girar todo el experimento. Pero no vieron ningún desplazamiento, de donde se deduce que, sorprendentemente, la velocidad de la luz es constante, con independencia de la velocidad que lleve el observador.



Experimento de Michelson-Morley. Aparato utilizado en 1887 (a). Esquema de experimento (b).

La luz parte del foco F y se bifurca en el espejo semiplatedado E . Después de recorrer los caminos EE_1E ($2L_1$) y EE_2E ($2L_2$), los haces de luz se reúnen y se recibe la luz en R , donde se producen las interferencias. (\vec{v} : velocidad de traslación terrestre; $v = 30$ km/s).

Aplicaciones

Los interferómetros tienen innumerables aplicaciones prácticas, más allá de proporcionar medidas precisas de la velocidad de la luz. Pero el valor fundamental del experimento de Michelson-Morley fue el de abrir la puerta a la teoría de la relatividad especial de Einstein (1905), que revolucionó por completo nuestra forma de entender y de hacer física en el siglo XX.

4. Nanotecnología: Simulando lo más pequeño

Departamento de Física Teórica de la Materia Condensada. Facultad de Ciencias

Disciplina: **Física** Dirigido a: **Bachillerato**

Fundamento científico

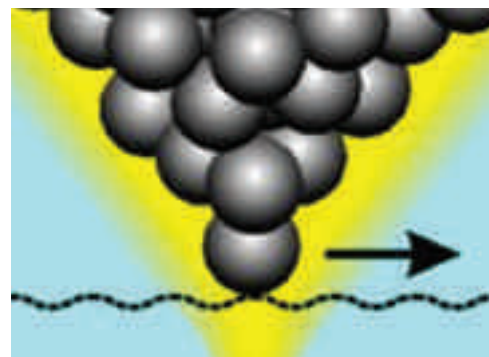
La **nanotecnología** es el estudio, diseño y creación de materiales y dispositivos a través del control de la materia a escala nanométrica (1-100 nm). Un nanómetro equivale a la millonésima parte de un milímetro. Los sistemas nanométricos, por tanto, comprenden desde unas decenas hasta unas centenas de átomos o moléculas.

La nanotecnología no sólo abarca el campo de la física, sino que es multidisciplinar: biología molecular, ingeniería, química, etc. La creciente demanda tecnológica de dispositivos más pequeños y más rápidos ha favorecido el desarrollo de la nanotecnología. Sin embargo, la materia a una escala tan pequeña presenta unas nuevas propiedades, «invisibles» en el mundo macroscópico en el que vivimos, que conocemos como efectos cuánticos.

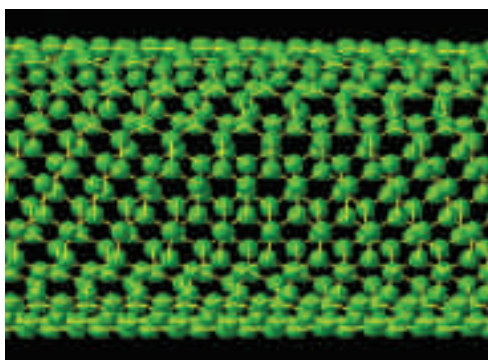
Aplicaciones

Actualmente se utilizan componentes nanométricos en equipos deportivos, tejidos impermeables y transpirables, gafas, lociones solares, etc. En el futuro, se piensa en aplicaciones nanoelectrónicas, sistemas de detección y análisis médicos, suministro selectivo de fármacos; tecnologías de la información (almacenamiento de datos); sistemas de visualización; almacenamiento de energía; resistencia de materiales...

La simulación o experimentos computacionales nos ayudan a entender las propiedades y el funcionamiento de los sistemas de escala nanométrica. En este caso, nuestra exposición guiada ha mostrado el comportamiento de algunos de estos sistemas con gran interés tecnológico: nanotubos de carbono, nanocontactos, nanocatálisis, fractura..., y los instrumentos y técnicas experimentales (microscopio de efecto túnel, de fuerzas, etc.) que permiten la investigación, manipulación y control a escala atómica.



Microscopio STM.



Nanotubo de carbono.



Nanocontacto metálico.