

## Explorando propiedades: Transferencia de calor

### ¡Intenta esto!

1. Toca ambos bloques. ¿Cuál se *siente* más caliente al tacto?
2. Haz una predicción: ¿Qué bloque hará que el hielo se derrita más rápido?
3. Coloca un cubo de hielo en cada bloque. ¿Se derriten al mismo tiempo? ¿Cuál se derrite más rápido?



### ¿Qué sucede?

Uno de los bloques está hecho de aluminio y el otro está hecho de hule espuma de alta densidad. Ambos están a temperatura ambiente, pero a pesar que el bloque de aluminio se *siente* más frío, ¡hace que el hielo se derrita más rápido!

Cuando tocas el bloque de aluminio, el calor de tu mano se transfiere rápidamente al bloque. Esto deja a tu mano sintiéndose fría. Pero cuando tocas el bloque de hule espuma, sólo un poco de calor se transfiere al bloque. Así que tu mano se siente aún tibia. Recuerda que ambos bloques están a temperatura ambiente, ¡mucho más caliente que un cubo de hielo! El calor se transfiere rápidamente del bloque de aluminio al cubo de hielo, derritiéndolo muy rápidamente. Pero el calor se transfiere lentamente del bloque de hule espuma al cubo de hielo, haciendo que se derrita más lentamente.

La diferencia ocurre debido a la **conductividad térmica**. La conductividad térmica mide lo rápido que el calor fluye a través de un material. El aluminio tiene una mayor conductividad térmica y la hule espuma tiene una conductividad térmica más baja.

### Ahora, ¡intenta esto!

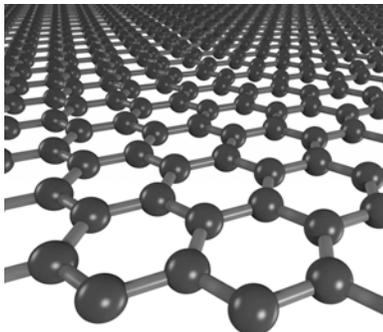
1. Presiona el borde de la pieza de grafito en un cubo de hielo.
2. ¿Qué sucede con el hielo? ¿Sientes algo sorprendente en los dedos que sostienen el grafito?



### ¿Qué sucede?

¡Estás cortando el hielo con el calor de tu mano! El pequeño trozo de grafito es un excelente conductor de energía térmica. El calor fluye de tu mano de forma rápida y fácil del grafito al hielo. En la demostración, la pieza de grafito es una forma muy pura y altamente ordenada de grafito, a diferencia del grafito de un lápiz regular, el cual contiene varias arcillas.

### ¿Por qué es nanotecnología?



Grafeno

La forma en que un material se comporta en la macroescala se ve afectada por su estructura a escala nanométrica. El grafeno es una sola capa de átomos de carbono dispuestos en un patrón de panal (como el de las abejas). Es el material más delgado que existe.

Aunque la mayoría de las capas nanométricas tienen baja conductividad térmica, el grafeno tiene una excelente conductividad térmica. En el año 2008, investigadores de la Universidad de Riverside en California mostraron que la conductividad térmica del grafeno es aproximadamente 20 veces mayor que la del aluminio, 10 veces mayor que la del cobre, y de 3 a 5 veces mayor que la del diamante (el récord anterior). ¡El grafeno tiene el potencial de desempeñar un papel importante y evitar el sobrecalentamiento de futuros aparatos electrónicos!

## Learning objectives

1. The way a material behaves on the macroscale is affected by its structure on the nanoscale.
2. Heat flows through different materials at different rates.

## Materials

- Black aluminum block
- Black high-density foam block
- O-rings (2)
- Pyrolytic graphite piece
- Sponge
- Insulated bag
- Ice cube tray and ice
- “Thermal Conductivity of Graphene” sheet

Ice-melting block sets are available from scientific suppliers, such as [www.arborsci.com](http://www.arborsci.com) (#P6-7060).

Pyrolytic graphite pieces are available from magnet suppliers, such as [www.kimagnetics.com](http://www.kimagnetics.com) (#PG1).

## Notes to the presenter

**Important note:** Take care when using the pyrolytic graphite piece. It is fragile and can break easily. For younger visitors, offer to help them slice the ice and then allow them to touch the graphite piece to feel the cold.

### Advanced preparation:

Be sure to have enough ice on hand for the number of visitors you are expecting. The ice should be stored in the freezer until it is needed for the activity. If you make the ice in advance and mix it all together in the freezer bag, be sure it doesn't stick together as this can make it harder to do the activity.

### During the activity:

- The provided insulated bag will help to keep the ice cool during the activity for at least a few hours, but may need to be emptied and refilled if the ice begins to melt.
- The O-rings are meant to contain the water on the block after the ice is melted. They may be omitted from the activity if you wish.
- After performing the demo, be sure to dry off the blocks with the sponge provided in preparation for the next visitor.

### Discussion ideas:

In your discussion of thermal conductivity, use familiar examples to illustrate how thermal energy flows between materials. Some visitors may have noticed that in the morning, bathroom tiles feel cold and uncomfortable, while a bathroom rug feels warmer. The rug and the tiles in the room are the same temperature, but the tiles have a higher thermal conductivity and the heat from your feet flows more quickly into them—making them feel cold to the touch.

You may also want to discuss how the materials we use for certain products are influenced by their thermal conductivity. In cooking, we use copper, aluminum, and stainless steel pots because those materials quickly transfer heat from the burner to the food. (They have a high thermal conductivity.) On the other hand, materials like Styrofoam and feathers transfer heat slowly—they have a low thermal conductivity. These materials make good insulators, so we use them in products like coolers or jackets to prevent heat from being transferred. You can connect these examples to graphene by saying that engineers are still trying to find or create materials that have even better heat transfer properties, and one of the promising materials is graphene.

## Related educational resources

The NISE Network website ([www.nisenet.org](http://www.nisenet.org)) contains additional resources to introduce visitors to the fundamentals of nanoscale science and technology:

- Public programs include *Nanotechnology: Small Science, Big Deal!*, *Forms of Carbon*, *World of Carbon Nanotubes*, and *The Future of Computing*.
- NanoDays activities include *Exploring Materials—Graphene*, *Exploring Materials—Nano Gold*, and *Exploring Properties—Invisibility*.
- Media include the *Intro to Nanotechnology* video, the *Mr. O* video series, and the *Nano and Me* video series.

## Credits and rights



This project was supported by the National Science Foundation under Award No. 0940143 and 0937591. Any opinions, findings, and conclusions or recommendations expressed in this program are those of the author and do not necessarily reflect the views of the Foundation.

Copyright 2014, Sciencenter, Ithaca, NY. Published under a Creative Commons Attribution-Noncommercial-ShareAlike license: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0>.