

Taller de cámaras de niebla

CONSTRUYA EN CASA SU PROPIA CÁMARA DE NIEBLA

La Tierra está siendo continuamente atravesada por partículas procedentes del Universo; los *rayos cósmicos*. También conocidos como *radiación natural*, son inofensivos e invisibles para nosotros. Las *cámaras de niebla* son detectores que sirven para hacer visibles las trazas de estas partículas. Hace algunas décadas se utilizaron detectores como esos en el CERN en los primeros experimentos para detectar partículas.

¿No estaría bien construir uno de estos detectores en la cocina de tu propia casa y realizar con él tus propias investigaciones...?

Lista de la compra

- *Un recipiente de plástico transparente con los lados planos y abierto por la parte superior, de unos 20 cm x 30 cm (el lado abierto) x 15 cm (altura).*

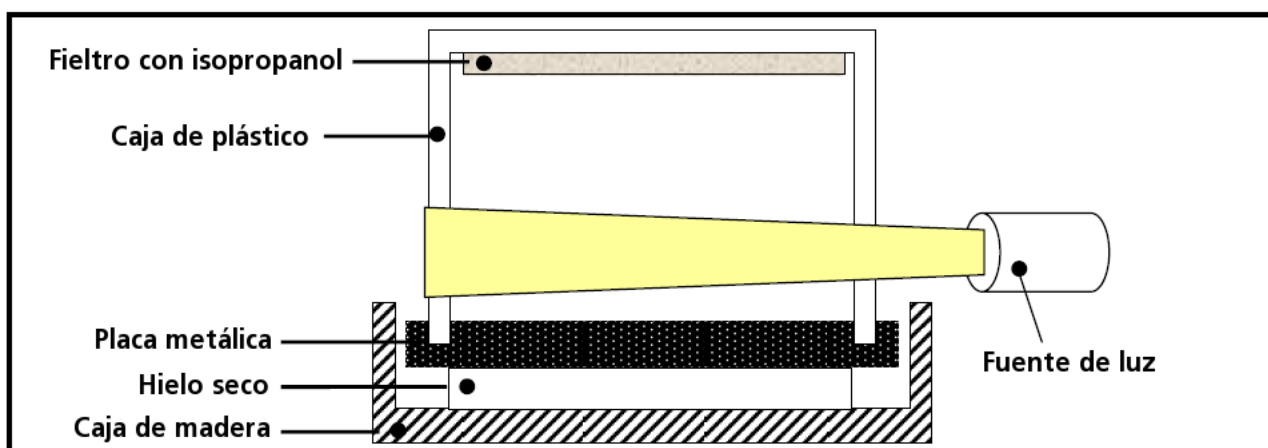


- *Una placa metálica (de al menos 5 mm de grosor) para cubrir completamente la cara abierta del recipiente (debe ser algo mayor que la caja). Preferiblemente, la placa debería ser negra y tener cerca de su borde un canal poco profundo en el que encajen las paredes laterales de la caja. Como probablemente esto es difícil de conseguir, también puede emplearse una chapa metálica plana, usando cinta aislante negra para conseguir una superficie negra.*
- *Una pieza de fieltro grueso (unos pocos mm) y de tamaño algo menor que el fondo de la caja.*
- *4 piezas para sujetar el fieltro al interior del fondo de la caja (bridas para cables y soportes autoadhesivos para las bridas).*
- *Una caja pequeña de madera cuya base sea sólo un poquito mayor que la placa metálica y de unos 5 cm de altura. Más tarde esta caja contendrá las placas de hielo y la placa metálica, pero los lados no deben ser mucho más altos para que no obstruyan la visión de la caja de plástico.*
- *Una luz muy intensa y dirigida, por ejemplo la de un proyector o una linterna potente.*
- *Alcohol isopropílico –isopropanol– puro (no del 70%). Asegúrese de que sea el alcohol correcto, ya que sólo con este funciona correctamente, y manténgalo fuera del alcance de los niños.*
- *Hielo seco (Cuidado con las manos ¡Use siempre guantes gruesos y no toque el hielo directamente! El hielo está a $-78\text{ }^{\circ}\text{C}$ y si lo toca directamente se quemará).*
- *Guantes para manejar el hielo y el alcohol.*
- *Gafas de seguridad para manejar el hielo.*

Aviso de seguridad:

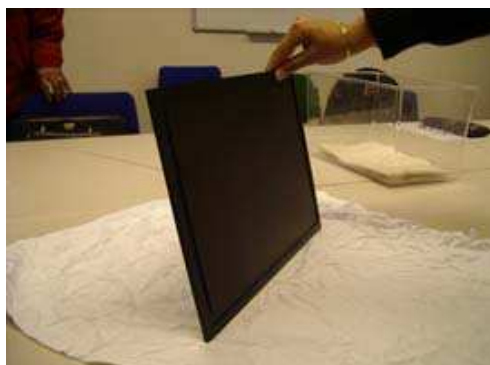
El alcohol isopropílico no es apto para beber y el hacerlo es perjudicial para su salud. Así que ni se le ocurra beberlo y manténgalo fuera del alcance de los niños. Manéjelo siempre con guantes de plástico.

El hielo seco (dióxido de carbono sólido, CO_2) está a $-78\text{ }^\circ\text{C}$, así que no lo toque directamente, ya que le quemará la piel. Use siempre guantes gruesos y gafas de seguridad para manejarlo y vigile de cerca a los niños. Además, el hielo seco se evapora al absorber calor y en grandes cantidades puede ser perjudicial para su salud, de modo que asegúrese de hacer el experimento en una habitación muy bien ventilada.



Instrucciones paso a paso:

1. PREPARACIÓN DE LA PLACA BASE



Si no ha conseguido una placa metálica negra deberá cubrir completamente la chapa o placa metálica con cinta aislante negra. Esto hará que después le resulte mucho más fácil ver las “trazas blancas de partículas” sobre un fondo oscuro. El fondo estará en contacto con el alcohol cuando la cámara esté en funcionamiento, así que procure que ni la cinta ni su adhesivo sean solubles en alcohol. Si ya tiene una placa metálica negra, pase al punto 2.

2. PREPARACIÓN DEL DEPÓSITO DE ALCOHOL

Pegue los soportes para las bridas al fondo de la caja y sujete ahí el fieltro con las bridas. Después tendrá que empapar este fieltro con alcohol, lo que dará lugar a una neblina de alcohol similar a una lluvia fina. También puede taladrar unos agujeros muy pequeños en el fondo de la caja, justo por encima del fieltro. De esta manera, podrá añadir posteriormente alcohol con facilidad para mantener



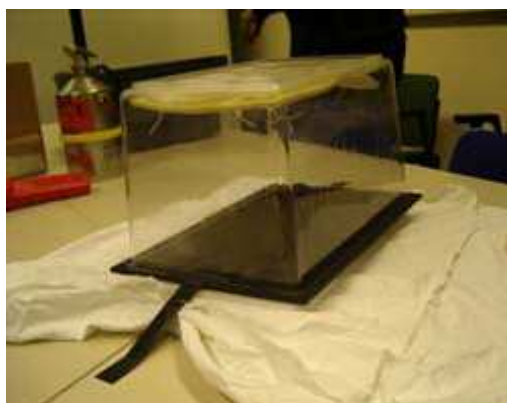
la cámara en funcionamiento durante más tiempo.

3. AÑADIR EL ALCOHOL A LA CÁMARA

Ahora hay que añadir el alcohol a la cámara. Asegúrese de hacerlo con unos guantes puestos para que su piel no entre demasiado en contacto con el alcohol. Repetimos, ¡no se le ocurra beberse el alcohol y manténgalo alejado de los niños! Es crucial que emplee el tipo adecuado de alcohol, ya que la cámara no funcionará con otros. Hay que poner en el fieltro la cantidad suficiente como para empapararlo completamente. Es este alcohol el que después dará lugar a la niebla en la que aparecerán las trazas. Ponga también alcohol en el canal de la placa metálica si es que la tiene; eso ayudará a sellar la cámara.



4. MONTAJE DE LA CÁMARA



Ahora ya se puede cerrar la cámara. Ponga la placa metálica sobre la caja con la superficie negra hacia el interior e invierta la cámara. Con esto, la caja de plástico estará del revés, con la chapa metálica en el fondo. Coloque la caja de modo que sus paredes encajen en el canal de la placa metálica, asegurándose que este tiene algo de alcohol para que el cierre sea más hermético. Si su placa metálica no tiene canal (en cuyo caso puede usarse una chapa, cuyo tamaño debe coincidir con el de la caja que debe tapar), también debe sellarse la caja

poniendo cinta aislante en la unión entre la caja y la placa. Asegúrese de sellar la caja cuidadosamente y de forma completa.

5. PREPARE EL HIELO

Ahora tome el hielo seco y póngalo en la caja de madera. Asegúrese de usar guantes gruesos (como los de manejar objetos pesados o guantes gordos de invierno) y gafas de seguridad para manejar el hielo, ¡su temperatura es de $-78\text{ }^{\circ}\text{C}$! Finalmente, coloque la caja con la placa metálica sobre el hielo.

¡¡¡La cámara ya está lista para detectar trazas de partículas!!!

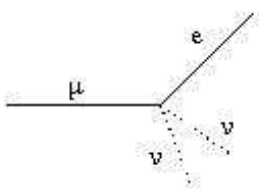
6. FUNCIONAMIENTO DE LA CÁMARA

Pasarán unos minutos antes de que en la cámara se establezca un estado de equilibrio y pueda verse aparecer la primera traza. Apague las luces de la sala y encienda su linterna o proyector de diapositivas, dirigiendo el haz hacia el fondo de la cámara. Al principio sólo verá una neblina de alcohol con aspecto de lluvia fina. La región sensible de la cámara, donde se verán las trazas, está cerca del fondo. Asegúrese de que la cámara permanece herméticamente cerrada y no hay fugas de aire.

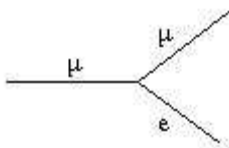
Tras unos diez minutos debería empezar a ver las trazas de las partículas atravesando la cámara. Esas trazas se parecen un poco a hilos de telaraña que atraviesan el fondo de la cámara. Deberían verse como un par de trazas por minuto. Si es necesario, se puede añadir más alcohol por los agujeros de la parte superior de la caja sin abrirla de nuevo.

¿QUÉ SE PUEDE VER?

Verá distintos tipos de trazas que provienen de diferentes partículas cósmicas. Puede darse cuenta de que algunas trazas son muy “brillantes” y gruesas mientras otras son muy débiles. Además de trazas rectilíneas, podría ver:

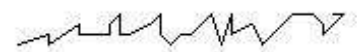


- Una traza recta que bruscamente se tuerce a derecha o izquierda. Se trata de la desintegración de un muón. Las dos líneas de puntos representan a unas partículas llamadas neutrinos, que su cámara no puede detectar.



saliente tras la colisión.

- Tres trazas que coinciden en un punto. En estos sucesos, una de las trazas corresponde a un rayo cósmico; una partícula llamada muón que entra en la cámara. Esta partícula golpea a un electrón atómico que sale despedido dando lugar a otra de las trazas mientras que la tercera corresponde al rayo cósmico saliente tras la colisión.



¿CÓMO FUNCIONA?

Dado que la parte superior de la caja está a temperatura ambiente, el alcohol del fieltro se evapora (es decir, va pasando a su forma gaseosa) y cae lentamente hacia el fondo de la cámara.

Como hay tanto alcohol, la cámara estará saturada de vapor de alcohol. El hielo seco mantiene el fondo muy frío; tanto que el vapor que hay en el fondo alcanza el estado de vapor *sobreenfriado*.

Eso significa que el alcohol está en fase de vapor, pero a una temperatura a la que el vapor no puede existir normalmente. Es como si se tuviera vapor de agua a 95 °C; como el vapor está a una temperatura a la que normalmente no puede existir, condensará muy fácilmente a su fase líquida con cualquier perturbación de su equilibrio.

Y ahora, ¿qué sucede si una partícula cósmica cargada pasa por la cámara?

La partícula ionizará el vapor, arrancando electrones de algunos de los átomos de gas que se encuentre en su camino. Esto deja a los átomos con una carga positiva (ya que se han eliminado electrones, cuya carga es negativa), lo que basta para iniciar el proceso de condensación en el que se forman pequeñas gotitas de alcohol a lo largo de la partícula inicial. Estas gotitas son las trazas que se ven aparecer.

SOLUCIÓN DE PROBLEMAS

Como en cualquier experimento real, puede que encuentre usted alguna dificultad y las cosas no funcionen desde el principio. A continuación se describen algunos problemas comunes y sus soluciones:

- *¡No veo ninguna traza!*
SOLUCIÓN: Asegúrese de que las luces están bien colocadas. La región sensible de la cámara está cerca del fondo, donde está el alcohol sobreenfriado. Asegúrese de que el hielo está bien colocado y en buen contacto térmico con la placa metálica. Pruebe a añadir más alcohol de modo que la cámara esté bien saturada. Compruebe que la cámara está herméticamente cerrada.
- *No veo trazas, sólo una neblina*
SOLUCIÓN: Espere. A la cámara le lleva entre 10 y 15 minutos alcanzar la distribución de temperatura correcta. Asegúrese de que ha empleado el tipo apropiado de alcohol; otros alcoholes tienen distintas “energías de activación” y puede que los rayos cósmicos no sean capaces de iniciar el proceso de condensación.
- *Veo unas grandes nubes en las esquinas de la cámara*
SOLUCIÓN: Eso significa que probablemente tenga un escape de aire. Asegúrese de que la cámara esté bien sellada.

PARA SABER MÁS...

Para aprender más sobre las partículas cósmicas y las cámaras de niebla, consulte las siguientes webs:

A. Foland's cloud chamber page (¡de quien hemos aprendido!)

<http://w4.lns.cornell.edu/~adf4/cloud.html>

Cambridge Physics

www-outreach.phy.cam.ac.uk/camphy/cloudchamber/cloudchamber_index.htm

Cloudchambers

<http://www.cloudchambers.com/>

Science Learning Network

http://www.jsf.or.jp/sln/fog_e/indexpre.html

El taller de cámaras de niebla del CERN fue desarrollado por:

D. BERTOLA, M. CIRILLI, J. FLAMMER, G. SCHLAGER, S. SCHUH y P. SCHUNE

Traducido por Francisco Barradas-Solas

Nota del traductor:

En castellano pueden consultarse también las siguientes páginas y artículos

“La cámara de niebla: partículas de verdad” de Francisco Barradas-Solas

<http://www.i-cpan.es/concurso/ganadores/55CamaraNiebla.pdf>

con información adicional, bibliografía y un cómic divulgativo en

http://palmera.pntic.mec.es/~fbarrada/niebla_casera.html

“Cooking muons”, de Jorge Barrio y Eva López

<http://www.i-cpan.es/concurso/ganadores/73CookingMuons.pdf>

La cámara de niebla. *Investigación y Ciencia*, noviembre 2011, pp. 80 – 82.

http://www.investigacionyciencia.es/03065752000699/La_c%C3%A1mara_de_niebla.htm