

DESARROLLO DE UNA CÁMARA DE NIEBLA PARA USO DIDÁCTICO

Straube B., Carrillo M., Mangussi J.

benstraube@yahoo.com, mcarrillo@herrera.unt.edu.ar, jmangussi@herrera.unt.edu.ar

LABORATORIO DE TRANSDUCTORES Y FÍSICA NUCLEAR - FACET - UNT.

AVDA. INDEPENDENCIA 1800- (4000), SAN MIGUEL DE TUCUMÁN

Resumen

El objetivo de este trabajo fue el de diseñar y construir una cámara de niebla de descompresión a partir de elementos de uso cotidiano con el fin de visualizar en el aula, trayectorias de partículas emitidas por un material radiactivo.

1 Introducción

El uso de una cámara de niebla es una de las pocas experiencias que permite ver a simple vista fenómenos nucleares como por ejemplo la emisión de partículas alfa, beta, positrones, etc.

El objetivo de este trabajo fue el de diseñar y construir una cámara de niebla de descompresión, a partir de elementos de uso cotidiano, a fin de visualizar en el aula, trayectorias de partículas emitidas por un material radiactivo.

Una cámara de niebla consiste en un volumen aislado que contiene una atmósfera saturada de vapor ionizable (niebla), la radiación ionizante que atraviesa esta atmósfera genera núcleos de condensación que dejan a su paso trazas visibles a simple vista con una iluminación apropiada. La atmósfera saturada de vapor de agua se puede obtener principalmente con dos métodos, por sobre-enfriamiento (cámara de niebla de difusión) o por descompresión adiabática. Para una buena visualización de la trazas es necesario además aplicar un campo eléctrico para liberar la cámara de iones residuales, sin el campo eléctrico las trazas se hacen visibles solo en ocasiones excepcionales, [1].

La cámara de niebla fue inventada por Charles Thomson Rees Wilson a quien se le otorgó el premio Noble en 1927 por dicho invento. A partir de ese momento la cámara de niebla tuvo un importante desempeño en los estudios de los rayos cósmicos en los años 30. Con ella Dimitri Skobelzyn observó las

primeras huellas fantasmales dejadas por los rayos cósmicos en 1929. En 1933 Carl Anderson descubrió la antimateria en forma del anti-electrón, llamado más tarde positrón y posteriormente en 1937 descubrió al muon utilizando también una cámara de niebla.

2 Materiales y Métodos

2.1 Sobre la Cámara

En un primer prototipo, la cámara de niebla estaba formada por un frasco pequeño pero alargado (típicamente de alcaparras) y un inflador de pie para bicicletas. Con esta disposición se obtuvo la niebla pero con muchas turbulencias, lo que dificultó la visualización de las trazas. Además resultaba incómodo para la incorporación de cables y elementos conductores para generar el campo eléctrico dentro de la cámara.

El segundo prototipo se construyó con un frasco más grande de aproximadamente 5 *cm* de radio interior y se agregó un bloque de madera dentro del mismo para lograr una descompresión más uniforme y obtener menos turbulencias. Además se incluyeron una base y un anillo conductor para generar un campo eléctrico aplicando una tensión constante de 500 *V*, que limpie la cámara de los iones residuales. Un esquema de la cámara se puede ver en la figura 1. El mecanismo de descompresión es un inflador de bicicletas recortado y adaptado para descomprimir la cámara. Con este segundo prototipo se logró reducir considerablemente las turbulencias dentro de la cámara mejorando las condiciones para observar las trazas.

2.2 Fuente Radiactiva

La fuente radiactiva de partículas alfa que se utilizó fue Am^{241} de aproximadamente 5 *mm* de diámetro encapsulada parcialmente en un cilindro de metal. La energía de las emisiones alfa más intensas del Am^{241} está alrededor de los 5,5 *MeV* y recorren una distancia máxima de 4,1 *cm* en una atmósfera de aire a 15°C con una presión de 760 *mmHg*, [2].

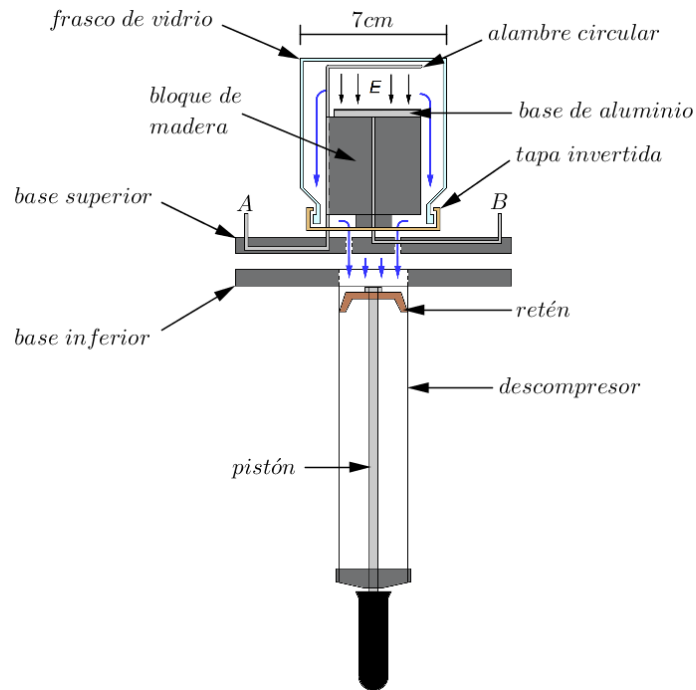


Figura 1: Representación esquemática del segundo prototipo de la cámara de niebla. Las dimensiones del frasco son 7 cm de base y 8 cm de alto, la altura total es 45 cm

2.3 Detalles de la construcción

La construcción de la cámara se realizó en dos partes principales, una base inferior y una superior. Sobre la base superior se colocó una tapa de frasco común invertida, con la rosca hacia arriba. Se realizaron cuatro orificios para el paso del aire desde la parte superior al descompresor sujetado a la base inferior. Se colocó un bloque de madera para reducir el volumen de descompresión y elevar la base de aluminio al fondo del frasco a una distancia de aproximadamente 2 cm del anillo conductor. También se realizaron dos orificios más para pasar las conexiones de alta tensión que fueron sellados con silicona para evitar filtraciones de aire. En la base inferior se perforó un orificio del tamaño del tubo descompresor para sujetarlo. El tubo fue pegado y atornillado para que no tenga pérdidas y pueda soportar las descompresiones realizadas con el pistón. Finalmente se juntaron la base inferior y superior con tornillos aplicando, además, una capa de silicona entre ambas partes.

2.4 Funcionamiento

Siguiendo el esquema de la figura 1 se coloca una fuente radiactiva dentro de la cámara sobre la base de aluminio y se cierra la cámara enroscando el frasco de vidrio en la tapa invertida sujeta a la base superior. La niebla se forma por la saturación del aire con agua debido a la expansión generada por descompresión. Sobre la base de aluminio se colocó un paño negro humedecido con agua, que proporciona la humedad de la cámara. La descompresión de la cámara se logra al tirar del pistón de la bomba de vacío que está sujeta a la base inferior. El aire que se encuentra en la zona superior de la cámara sufre una expansión aproximadamente adiabática y se satura de vapor de agua. Este estado de la atmósfera dentro de la cámara dura un instante de tiempo muy corto. Si partículas alfa provenientes de la fuente radiactiva atraviesan esta atmósfera durante ese periodo, ionizan moléculas de vapor formando los núcleos de condensación esperados que pueden durar unos pocos segundos hasta que el agua condensada regresa a su estado de vapor. Es importante no iluminar el paño para no disminuir el contraste y así las trayectorias se aprecian con mayor nitidez.

3 Resultados

Con la cámara construida se logró observar a simple vista las trazas de partículas alfa emitidas por una fuente radiactiva de Americio-241. En la figura 2 se puede ver una imagen obtenida a partir de una videofilmación donde se puede observar claramente las trazas logradas. La figura 3 es la misma imagen pero procesada digitalmente para aislar las trazas y proyectarlas en busca de su origen. En este caso se utilizó agua pura para formar la niebla. En la parte inferior de la imagen se encuentra la fuente radiactiva (marcado su contorno en azul en la figura 3)

También se observa una porción de anillo que es el borde de la base del frasco utilizado. Los puntos en la parte central de la imagen de la figura 2, son partículas de polvo sobre el paño negro, iluminadas por la fuente de luz. Se puede apreciar zonas de bruma debidas a la presencia de vapor de agua libre. Hay trazas deformadas a causa de turbulencias y trazas discontinuas debido a que la atmósfera dentro de la cámara vuelve rápidamente a su equilibrio y deja de estar saturada de vapor de agua. En otras palabras, las pequeñas gotas condensadas vuelven a su estado de vapor y las trazas se borran. También

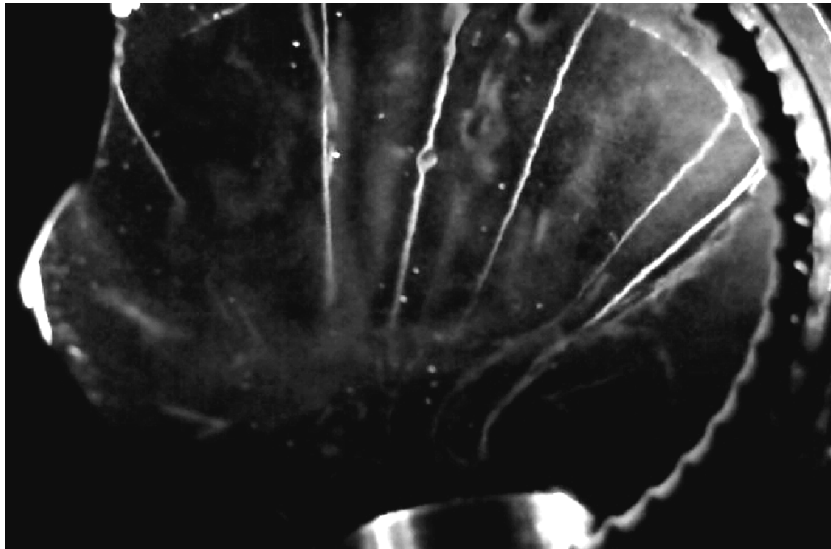


Figura 2: Visualización de trayectorias de partículas alfa.

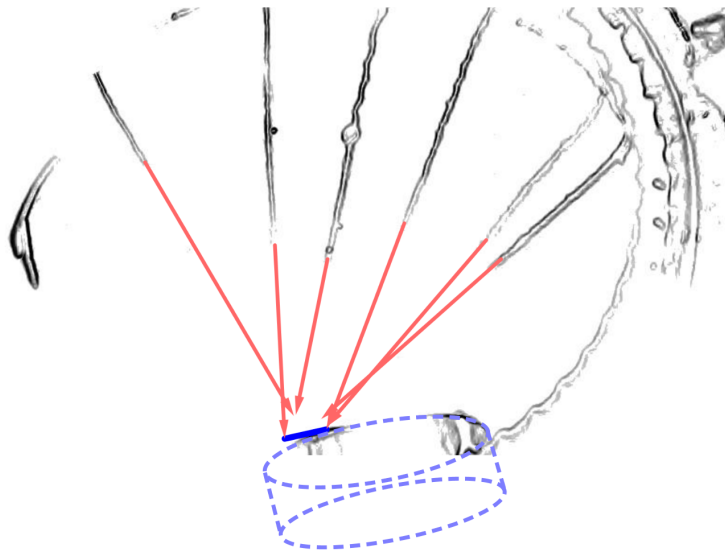


Figura 3: Prolongación de las trayectorias de la figura 2.

se observa una deformación (aproximadamente circular) en la traza central fruto de aberraciones producidas por una irregularidad del vidrio del fondo del frasco. En la figura 3, se puede notar que las proyecciones de las trazas no parten desde un mismo punto, lo cual indica que la fuente radiactiva no pue-

de considerarse puntual ya que, evidentemente, el radioisótopo se encuentra distribuido en una sección considerable de su soporte. Un hecho curioso es que, como se ve en la figura 3, la zona de origen de las trazas no coincide con el centro geométrico de la fuente. Esto se debe a la traslación de la niebla (como un todo) hacia la izquierda de la imagen durante la expansión de la atmósfera de la cámara.

4 Conclusiones

Como se dijo anteriormente, la experiencia de la cámara de niebla es una de las pocas que permite ver, a simple vista, los efectos de fenómenos nucleares. Con este instrumento se hicieron importantes descubrimientos de partículas elementales y fue el primer escalón en la historia de la física de partículas. Si bien, la cámara de niebla hasta aquí desarrollada tiene grandes limitaciones, representa un excelente recurso para fines didácticos. Aún cuando este prototipo no se puede utilizar para análisis cuantitativos de emisión y comportamiento de partículas alfa, permite la confirmación clara de su presencia. Con algunas mejoras, el instrumento podría emplearse para medir el alcance de radiaciones alfa de distintas energías y analizar su capacidad de penetración. Para esto, se prevé distintas mejoras en un futuro próximo:

- Aumentar las dimensiones de la cámara para superar el alcance de las partículas alfa y visualizar las trazas completas
- Implementar algún sistema de medición de distancias que permita hacer análisis cuantitativos.
- Minimizar las vibraciones que se producen al tirar del pistón (lo que influye negativamente en la toma de fotografías) separando la cámara del descompresor por medio de una conexión flexible.
- Minimizar turbulencias mejorando el sistema de descompresión
- Mejorar la visibilidad utilizando, como ventana de observación, un vidrio plano sin deformaciones para evitar las aberraciones propias del frasco.
- Probar y evaluar distintos medios de condensación.

Referencias

- [1] *The Cloud Chamber*. The Cavendish Laboratory web site, University of Cambridge, 2002. URL http://www-outreach.phy.cam.ac.uk/camphy/cloudchamber/cloudchamber1_1.htm. 1
- [2] Glenn F. Knoll. *Radiation detection and measurement / Glenn F. Knoll*. Wiley, New York :, 2nd ed. edition, 1989. ISBN 0471815047. 2

CLOUD CHAMBER DEVELOPMENT FOR DIDACTIC USE

Straube B., Carrillo M., Mangussi J.

benstraube@yahoo.com, mcarrillo@herrera.unt.edu.ar, jmangussi@herrera.unt.edu.ar

LABORATORIO DE TRANSDUCTORES Y FÍSICA NUCLEAR - FACET - UNT.

AVDA. INDEPENDENCIA 1800- (4000), SAN MIGUEL DE TUCUMÁN

Abstract

The goal of this project was the design and construction of an Expansion Cloud Chamber from daily use material in order to make visible during a lesson, the trajectories of particles emitted by a radioactive material.