LAHM (MCAL)

el Método de Calentamiento por Absorción de Luz

Natural Systems Research LLC.

Eldora, Colorado

www.naturalsystemsresearch.com

naturalsystemsresearch@gmail.com

Artwork by Ariana Kendall

Introducción:

El instrumento del Método de Calentamiento por Absorción de Luz (también conocido como LAHM, por sus siglas en inglés) se ha desarrollado en respuesta a las necesidades de la comunidad de investigación: un método de bajo costo para cuantificar la capacidad de absorción de las partículas recolectadas en los filtros. Inicialmente desarrollado para la medición de partículas que absorben la luz en la nieve, el instrumento LAHM también se puede utilizar para filtros de contaminación del aire (PM2.5, etc.). Este documento es tanto una introducción a la teoría como un manual del usuario para el instrumento.

Teoría instrumento:

El instrumento LAHM es un instrumento de “primeros principios” que aprovecha las leyes básicas de la física. Las partículas, que se capturan en un filtro, están expuestas a la luz visible. Las partículas absorben la luz visible y como resultado aumentan la temperatura. El aumento de temperatura puede estar directamente relacionado con la masa de partículas en el filtro mediante el uso de filtros de calibración con cantidades conocidas de materiales que absorben la luz. En la práctica, no es tan simple, debido a la variabilidad de la sección transversal de absorción de masa (MAC) de diferentes partículas. Se ha demostrado que diferentes tipos de hollín difieren en un factor de dos en MAC, y el polvo puede tener un MAC 60 veces más pequeño que el hollín. Por esa razón, los resultados del instrumento LAHM deben incluir una referencia al material de calibración. Por ejemplo, las partículas en un filtro absorben la misma cantidad de luz que XX microgramos de carbón negro tipo fullereno (un hollín industrial que se usa a menudo para calibrar instrumentos de medición de carbono negro).

Sobre nosotros:

Natural Systems Research LLC. es una sociedad registrada en el estado de Colorado en 2016, propiedad y administrada por el Dr. Carl Schmitt y la Dra. Rebecca Cole. Natural Systems Research LLC. tiene su sede en Eldora, Colorado e incluye una tienda electrónica y maquinas en sus instalaciones, así como recursos informáticos suficientes para modelos básicos. Actualmente, fabricamos y vendemos el instrumento LAHM y estamos solicitando financiamiento de SBIR para desarrollar más instrumentos.

Cuándo compras un LAHM, ¿Qué recibes?

Su LAHM se envía con todo lo que necesita para comenzar. Los componentes del instrumento están montados en una base de plexiglás. La Figura 1 muestra un boceto de la base y los componentes adicionales que recibirá. Éstas incluyen:

A. Base: incluye un controlador de potencia, Arduino con el último software, base de instrumentos con termómetro de infrarrojos.

B, C, D. Placas de plexiglás de 2,6 mm de espesor de 15 x 15 cm: tres placas con agujeros de 3,0 cm (B), 4,1 cm (C) y 6,5 cm (D) perforados en el centro.

E, F. Placas de plexiglás de 0,4 mm de espesor de 2,5 x 15 cm: Dos tiras de plexiglás que proporcionan un espacio para que escape el aire cálido que está sobre el filtro.

G. Placa de plexiglás de 0.4 mm de espesor de 15 x 15 cm: Esta placa incluye cuatro topes de goma para colocar la luz.

H. Luz y cable: un cable de alimentación con una luz LED.

I. Cable de conexión USB para comunicarse con el Arduino.

J. Convertidor de potencia opcional para regiones con potencia estándar de 220V. (Los componentes del instrumento solo funcionarán con 110V de potencia).

K. Varios filtros de calibración.

Figura 1:

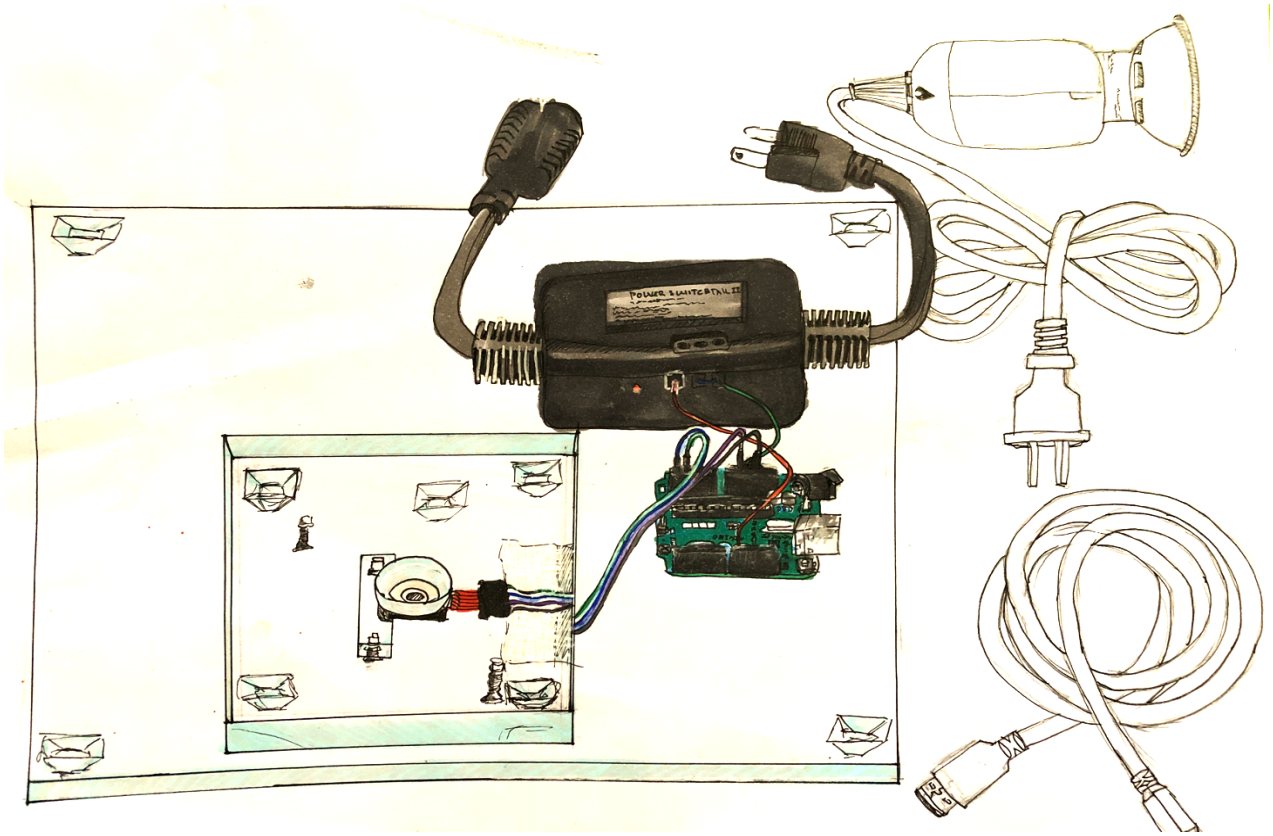


Figura 1: Dibujo del instrumento LAHM.

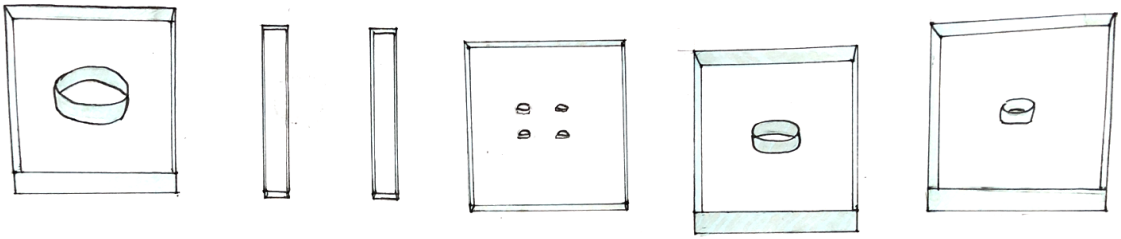


Figura 1b: Piezas adicionales enviadas con instrumentos LAHM. Construyendo el "apilado"

Para realizar mediciones con LAHM, es necesario construir el apilado de placas como se muestra en la Figura 2. El apilado de placas consta de cinco componentes: dependiendo del tamaño del filtro, las placas B y C o C y D, las dos tiras de plexiglás E y F, y la placa superior G.

Para filtros de 25 mm, el apilado constará de placas B y C, luego E y F paralelos y en los bordes de C, luego la placa G en la parte superior. Para filtros de 47 mm, el apilado constará de placas C y D, luego E y F paralelos y en los bordes de C, luego la placa G en la parte superior. Para filtros de 25 mm, el filtro se coloca directamente sobre el orificio de 22 mm en la base del instrumento (sobre el sensor del termómetro infrarrojo, vea la Figura 3). El apilado se coloca sobre la parte superior de la placa base. Para filtros de 47 mm, la placa C permanece en la parte superior de la base y el filtro se coloca en la placa C centrada sobre el orificio. El resto del apilado de coloca arriba. Finalmente, la luz se equilibra en los cuatro topes de goma sobre la parte superior del orificio y está listo para las mediciones.

Figura 2, el apilado:

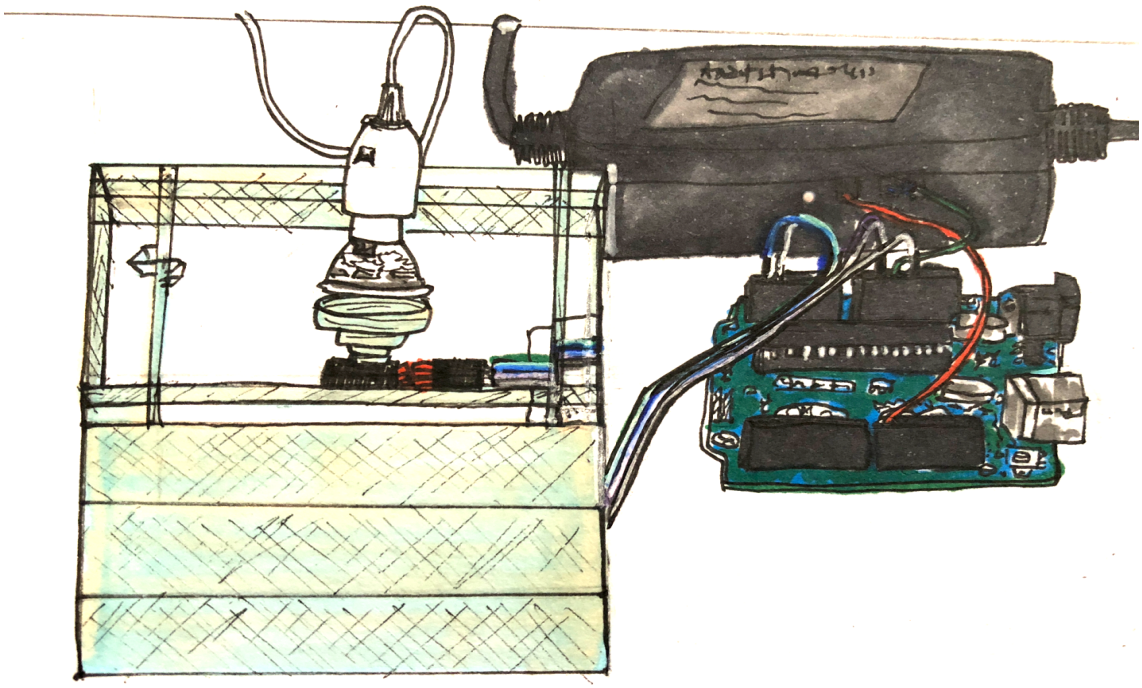


Figura 2: el apilado: la base del instrumento con dos placas gruesas y la placa de medición.

Figura 3, colocando el filtro sobre el agujero:

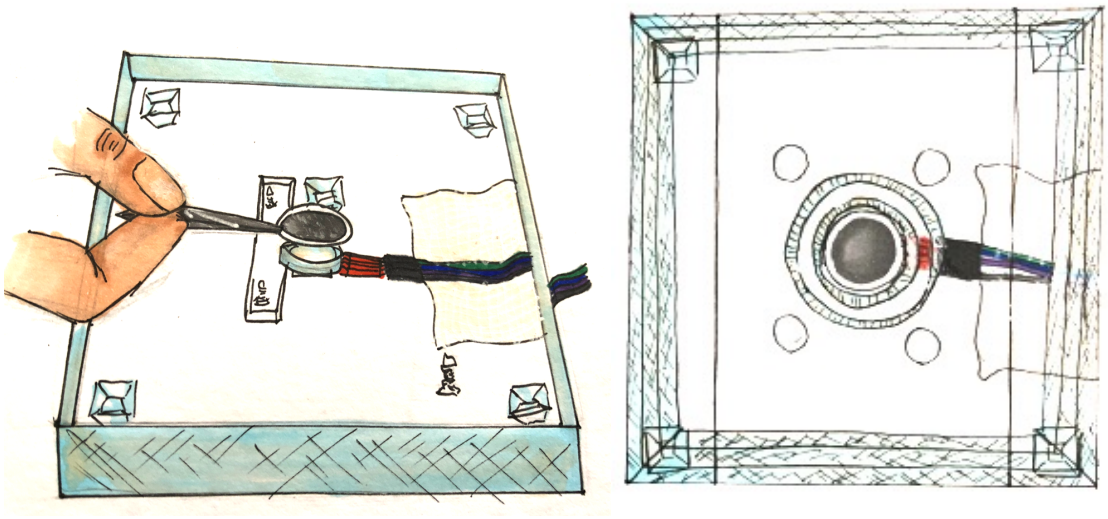


Figura 3: Colocación del filtro sobre el sensor (izquierda) y la vista desde la parte superior con el filtro perfectamente centrado en círculos concéntricos (derecha).

Software:

Su instrumento vendrá precargado con el último software en el microprocesador Arduino. Es necesario usar una computadora (con un puerto USB funcional) para comunicarse con el Arduino. Instale y cargue el software de la plataforma Arduino desde www.arduino.cc (las versiones 1.6.5 y 1.8.5 han sido probadas). La versión más reciente del software de operación se enviará por correo electrónico a los compradores, el código ya está cargado en el Arduino. Solo necesita el software arduino para interactuar con la placa.

Instrucciones de operación:

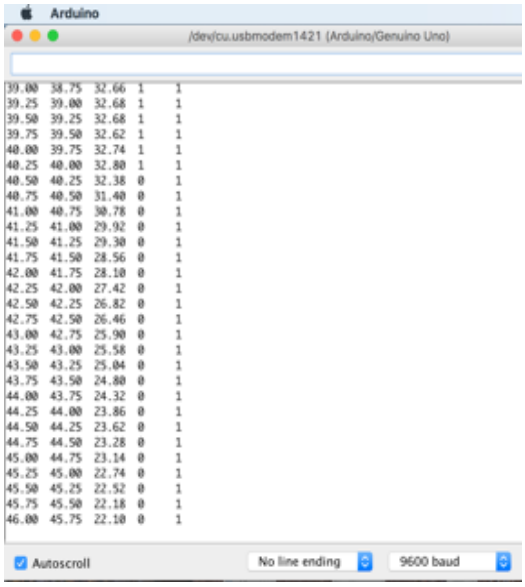
1. De acuerdo con la descripción del instrumento, coloque un filtro en el instrumento y construya el apilado de placas. Enchufe el cable de luz en el extremo receptor del PowerSwitch Tail II. Conecte el otro extremo del PowerSwitch Tail II en un cable de extensión (y si es necesario en el convertidor de potencia de 220V a 110V), luego en un tomacorriente estándar.

2. Conecte el cable USB a su computadora, luego conecte el otro extremo al Arduino. Esto alimentará el Arduino y comenzará una medición. Tenga en cuenta que para obtener los mejores resultados, el instrumento debe calentarse. No se preocupe por recopilar datos cuando encienda el Arduino por primera vez. La luz se debe encender y apagar de vez en cuando (si no lo hace, verifique el interruptor en el cable de la luz).

3. Se tarda aproximadamente 11.5 minutos para un ciclo de medición. En ese momento, la luz iluminará el filtro 5 veces, 4 veces durante 30 segundos y la hora final durante 2 minutos con 90 segundos para enfriarse después de cada período de iluminación. Permita que el instrumento ejecute su ciclo completo de 11.5 minutos, luego continúe con el paso 4.

4. Abra el software Arduino en su computadora. Verá algo parecido al lado derecho de la Figura 4 a continuación.

5. Para iniciar un nuevo ciclo para el instrumento, elija el menú “Herramientas” y seleccione “Monitor de serie”. Esto reinicia el software en el Arduino y también muestra los datos en bruto en la ventana serial. A continuación se muestra un ejemplo en el lado izquierdo de la Figura 4:



6. El monitor serie muestra los siguientes datos:
Columna 1: el tiempo total (0-690 segundos 0.25 por línea)
Columna 2: el tiempo dentro del ciclo (0-120 para los primeros cuatro ciclos, luego 0-210 para el final)
Columna 3: la temperatura del filtro en C.
Columna 4: o bien 1 (si la luz está encendida) o 0 (si la luz está apagada)
Columna 5: el número del ciclo (1-5)

7. Cuando se realiza la medición (691,25 segundos en la columna 1), el Arduino dejará de escribir datos en el monitor serie. Guardar los datos. Coloque el mouse sobre el monitor de serie y haga clic en algún lugar de la ventana para asegurarse de que el monitor de serie sea la ventana activa. Luego, elija “seleccionar todo”, desde el menú “editar”, luego “copiar” desde el menú “editar” (o control-A, control-C en Windows o comando-A, comando-C en una Mac). Abra un archivo de texto plano (Bloc de notas en Windows, TextEdit en una Mac) y “pegue” los datos en un archivo vacío. (Para usuarios de Mac, en TextEdit, elija el menú “Formato”, luego selecciones “Hacer texto sin formato”). Guarde el archivo con un nombre apropiado para el filtro.

8. Para realizar el siguiente filtro, primero retire el apilado de placas, reemplace el filtro con el nuevo filtro, luego reemplace el apilado y la luz. Luego cierre la ventana “Monitor de serie”, luego abra el “Monitor de serie” desde el menú “Herramientas” (vaya al paso 5 y repita).

9. Cuando termine, retire el cable USB del Arduino, retire el filtro final y guárdelo adecuadamente, y coloque el instrumento LAHM en un lugar seguro con una cubierta contra el polvo si es necesario.

Resultados:

Usted tendrá la opción de recibir el software de cálculo de resultados en varios formatos: una hoja de cálculo Excel, o código en Python o IDL.

Hoja de cálculo de Excel: para obtener resultados de la hoja de cálculo de Excel, copiará y pegará los datos del archivo de texto en la hoja de cálculo Excel. Los resultados aparecerán en las columnas a la derecha de los datos. La hoja de cálculo de Excel contiene cálculos para determinar la cantidad de carbono negro efectivo en el filtro en microgramos (capacidad de absorción de la luz en unidades de absorción de luz por carbón negro tipo fullereno). También se incluye una conversión para determinar la proporción de mezcla de masa basada en la cantidad de agua filtrada (para el trabajo de partículas absorbentes de luz del glaciar). Los resultados, las incertidumbres y una explicación de los diferentes cálculos se dan en la hoja de cálculo. Consulte las instrucciones y la documentación de filtrado incluidas o en línea en www.naturalsystemsresearch.com para obtener instrucciones sobre cómo calcular los valores pertinentes para la investigación de glaciares y nieve.

Especificaciones técnicas:

Instrumento del Método de Calentamiento por Absorción de Luz, versión 6.1	
Parámetro	Especificación
Parámetro medido	Aumento de temperatura por absorción de la luz
Parámetro derivado	Carbono negro efectivo (eBC)
Unidades	Microgramos de carbono negro en un filtro
Definición de unidades	El carbono negro efectivo es una unidad de absorción de luz (no una masa de carbón negro). 1.0 microgramos de eBC es la cantidad de luz que absorbe 1.0 microgramos de hollín de fullereno.
Rango de tamaño de partícula	depende del filtro (aproximadamente el 90% de la masa capturada con filtros de cuarzo pall tissu)
cantidades derivadas	eBC / volumen de filtrado (gramos de BC por gramo de agua, por ejemplo)
microcontrolador	Arduino
Temperatura de sensor	MLX9061 módulo de termómetro infrarrojo
Calibración	Muestras de filtro calibrado suministradas y calibradas de nuevo a la unidad primaria en EE. UU.
Software	Bosquejo de Arduino proporcionado
Potencia de cálculo necesaria	computadora con puerto USB (Windows o Mac) con el software Arduino (probado 1.6.5)
Análisis de software	IDL código y / o archivo de Excel proporcionado para el análisis
actualizaciones de software	proporcionado según sea necesario para la operación y el análisis
condiciones de operación	laboratorio, fuera de la luz solar directa, preferiblemente a temperatura casi constante
tamaño	placa base: 18x24 pulgadas, altura ~10 pulgadas cuando está funcionando
Peso	Aproximadamente 6 libras
requerimientos de energía	Enchufe de pared estándar (110 o 220, debe especificarse cuando se construye)
Opciones	Adaptador de filtro PM2.5 (acomoda filtros de 47 mm, experimentales)