

Absorción de luz en la materia

(exp. id 20201012-I-V2)

Un experimento propuesto por

Michael Rotondo – Istituto di Istruzione Superiore Campus dei Licei “M. Ramadù” - Cisterna di Latina (Italia)

Introducción

Este experimento está dedicado al estudio de la atenuación de la iluminancia producida por una fuente cuando la luz atraviesa algún medio.

La medición de la iluminancia puede hacerse, por ejemplo, utilizando el sensor de luz ambiental presente en muchos smartphones.

Para el experimento medimos la iluminancia en función de la longitud del recorrido de la luz para un medio determinado.

Gracias a la sensibilidad del sensor instalado en los smartphones, es posible registrar la variación de la iluminancia del orden de 1 lux.

El gráfico de los datos recogidos puede analizarse fácilmente para deducir la ley de Bouguer-Lambert-Beer y estimar el coeficiente de absorción de la luz del material utilizado.

Materiales

- Un smartphone con sensor de luz ambiental
- Un portalámparas de cocina con una lamparita led
- Un tubo cilíndrico de cartón con un diámetro de unos 4 cm y una altura de 20-30 cm
- 20-30 cuadrados de material transparente (con una superficie de unos 40 cm²) obtenidos a partir de carátulas de encuadernación A4 de PVC fino de 0,2 mm
- Una cinta métrica

Cómo hacer las mediciones

Este experimento requiere un smartphone equipado con un sensor de luz ambiental.

Puede encontrar el sensor de luz ambiental entre los sensores que aparecen en la lista de la aplicación PHYPHOX.

Al hacer clic en el pequeño triángulo pulsante situado en la parte superior derecha de la pantalla (botón de inicio), el sensor comienza a registrar la iluminancia.

Puede visualizar los valores numéricos o un gráfico de iluminancia vs. tiempo.

Para el experimento:

1. colocar el smartphone por encima de un plano horizontal a una distancia del orden de 1 m de la lamparita led suspendida a lo largo de la dirección vertical, que cruza el sensor de luz ambiental;
2. coloque el tubo cilíndrico de cartón en la pantalla del smartphone con su eje longitudinal a lo largo de la dirección vertical, para seleccionar la luz que sale directamente de la lamparita;
3. después de unos 10 segundos de adquisición de datos poner un primer cuadrado de PVC transparente en la parte superior del tubo y esperar otros 10 segundos;
4. repita el paso anterior para cualquier cuadrado transparente añadido.

PHYPHOX nos permite recoger los datos adquiridos en una tabla que se puede exportar de varias formas, con el fin de:

- evaluar el valor medio de la iluminancia para cualquier longitud del recorrido de la luz;
- evaluar la desviación estándar asociada a cualquier valor medio de la iluminancia;
- comparar la desviación estándar anterior con la sensibilidad del sensor de luz ambiental del smartphone utilizado;
- trazar la iluminancia en función de la distancia del recorrido de la luz.

Observaciones generales _____

Intente siempre estimar correctamente las incertidumbres de cada medición. ¿Puede detectar alguna fuente de error sistemático? ¿Puede estimar su tamaño? Antes de iniciar cualquier serie de mediciones, haga algunas pruebas para entrenar su capacidad de realizar las operaciones sin problemas. Anote las mediciones de forma ordenada y completa (indicando valores, incertidumbres y unidades). Utiliza adecuadamente las tablas y los gráficos.

Trazado y lectura de la gráfica _____

Haz un gráfico lineal de la iluminancia frente a la distancia del recorrido de la luz, medida en unidades del número de absorbentes. Presta atención a la escala de los ejes. En un gráfico bien hecho, los puntos experimentales deben estar bien espaciados en ambos ejes. ¿Los puntos del gráfico están alineados entre sí o no? ¿Qué significa esto?

Sea E_n la iluminancia medida cuando el material absorbente se compone de n cuadros. ¿Qué pasa con el gráfico lineal E_{n+1}/E_n frente a n ?

Utilizando los mismos datos, haz un gráfico logarítmico-lineal de la iluminancia frente a la distancia del recorrido de la luz. Dibuja el mejor ajuste y luego lee su intercepción con el eje vertical en la gráfica; luego, estima la pendiente.

¿Qué significan estos valores?

Para el docente

(exp. id 20201012-I-v2)

1. Una forma sencilla de tratar los datos es registrarlos en una hoja de cálculo de Google. A nivel universitario, sería apropiado guardar los datos en archivos de texto, y recuperar los archivos a través de scripts de python para trazar y ajustar.
2. El mejor ajuste de un gráfico puede dibujarse de muchas maneras, más o menos complicadas. Corresponde al docente elegir el método apropiado para la clase.
3. El gráfico lineal E_{n+1}/E_n frente a n muestra que para cualquier cuadrado transparente añadido la iluminancia disminuye de un factor constante y esto es un indicio de una atenuación exponencial.
4. La atenuación de la luz se debe, en parte, a la absorción de la luz por el medio atravesado y, en parte, a la reflexión de Fresnel del haz de luz en las superficies de las capas absorbentes. En ciertos casos, es posible que se produzcan fenómenos de interferencia que pueden llegar a anular la luz transmitida.
5. El experimento puede servir para estudiar la ley de Beer-Lambert, sustituyendo los absorbentes de plástico por un líquido transparente con diferentes concentraciones de un colorante, relacionando la transmisión de luz con la concentración de colorante.
6. La pendiente de la línea en el gráfico logarítmico-lineal puede utilizarse para determinar el coeficiente de absorción de la luz, mientras que el intersección nos da la iluminancia registrada por el sensor en ausencia de los absorbentes.
7. En este experimento la bombilla led no emite luz monocromática, por lo que la estimación del coeficiente de absorción de la luz (que depende de la longitud de onda λ de la luz) debe considerarse como un valor medio. El mismo experimento puede realizarse utilizando láseres de diferentes colores para mostrar cómo el coeficiente de transmisión depende de λ .
8. El experimento puede realizarse para introducir las leyes exponenciales, así como las soluciones de las ecuaciones diferenciales separables.
9. Este experimento ha sido probado con éxito por un equipo de profesores de secundaria en un curso de formación de la Universidad Sapienza de Roma.

Objetivos

1. Objetivo principal: Disfrutar y practicar en experimentos empíricos.
2. Objetivo principal: Desarrollo de habilidades de investigación científica.
3. Objetivo principal: Obtener datos que puedan ser trazados y ajustados, sin necesidad de mucho análisis.
4. Adecuado para: la escuela secundaria.
5. Duración: no más de 1 hora de adquisición de datos, + 1 hora de trazado de datos, + redacción de un breve informe.

Revisión histórica

- v2 [G.Cristofolini]: Se han eliminado las referencias explícitas a la ley de Beer-Lambert (pero en la variación propuesta del experimento, en la sección del profesor), para que el experimento sea más genérico y tenga en cuenta otros fenómenos. Se discuten los efectos de las reflexiones de Fresnel y las posibles interferencias.

Para profundizar online

Deja opiniones, sugerencias, comentarios y noticias sobre el uso de este recurso en el canal correspondiente a este experimento dentro del espacio de trabajo de Slack “smartphysicslab.slack.com”. Los profesores pueden solicitar su registro en la plataforma a través del formulario de la *página de*

inicio de smartphysicslab.org, y obtener la invitación para registrarse en Slack y ser incluidos en la *lista de correo* de [smartphysicslab](http://smartphysicslab.org).