Pontificia Universidad Católica de Chile
Instituto de Ingeniería Biológica y Médica
IBM2101 – Imágenes Biomédicas
2do Semestre del 2022

Tarea 2

Profesor: Carlos A. Sing Long
Ayudante: Iván Vergara Lam

Problema 1

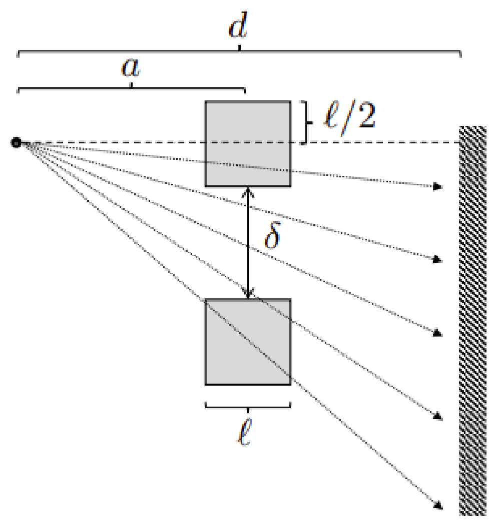


Figura 1: Montaje experimental para el Problema 1

Problema 2

El coeficiente de atenuación lineal está determinado por:

$$\mu(x, E) = \begin{cases} \mu_0 \cdot e^{\frac{-E}{E_0}} & si\ x \in [0, L] \\ 0 & e.o.c. \end{cases} \tag{1}$$

(2.1) El coeficiente de atenuación lineal es nulo cuando x es menor a 0 o mayor a L. Sin embargo, cuando se encuentra ellos, su valor esta determinado por una exponencial cuyo exponente toma valores negativos, por lo que obedece un comportamiento decreciente, en otras palabras, se tiene que: a medida que la energía aumenta, el coeficiente de atenuación lineal decrece. Escrito matemáticamente, se tiene:

$$\lim_{E \to \infty} \mu(x, E) = 0$$

(2.2) Por la Ley de Beer-Lambert, se tiene:

$$I = I_0 \cdot e^{-\int_0^L \mu(x) dx} \tag{2}$$

Reemplazando (2) en (1), se tiene:

$$I = I_0 \cdot e^{-\int_0^L \mu_0 \cdot e^{\frac{-E}{E_0}} dx}$$

En el enunciado se menciona que el material es homogéneo, por lo tanto, el resultado de la expresión anterior corresponde a:

$$I = I_0 \cdot e^{-L \cdot \mu_0 \cdot e^{\frac{-E}{E_0}}} \tag{3}$$

Lo que representa la variación en la intensidad que experimenta el rayo de fotones de energía E una vez que atraviesa el material.

(2.3) La intensidad de los rayos está dada por:

$$I_{rayo}(E) = \begin{cases} I_0 & si\ E \in [E_{min}, E_{max}] \\ 0 & e.o.c. \end{cases}$$

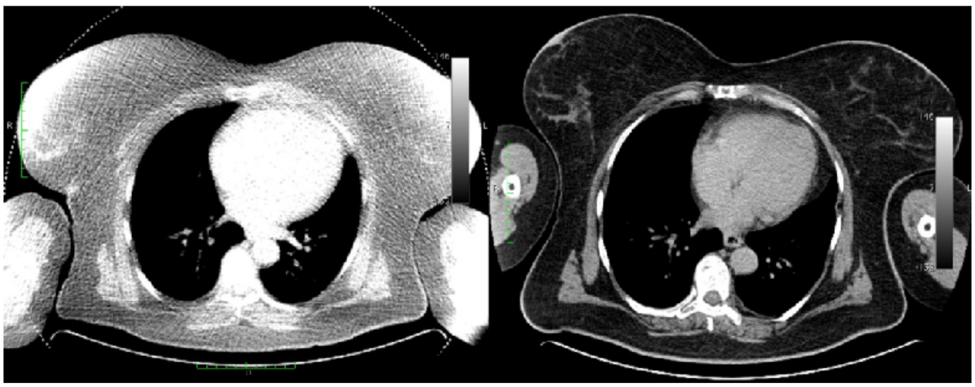
Utilizando la expresión (3), se tiene que:

$$I(E) = \begin{cases} I_0 \cdot e^{-L \cdot \mu_0 \cdot e^{\frac{-E}{E_0}}} & si\ E \in [E_{min}, E_{max}] \\ 0 & e.o.c. \end{cases}$$

A medida que se aumenta el valor para x, la intensidad también aumentará, debido a que la exponencial que escala a I_0 tomará valores que se acerquen al 1. De esta manera, cuando $x = L$ la intensidad del rayo es mayor que el caso en que $x = 0$.

(2.4) Un rayo policromático corresponde a un rayo que está compuesto por muchas frecuencias distintas, por lo que, cuando este incide en un cuerpo, la atenuación y absorción variará dependiendo del rayo. Por lo tanto, existe una no linealidad de la atenuación total medida en objetos homogéneos, dado que se deben considerar varios perfiles energéticos.

Lo anterior implica que en muchos casos existan estructuras que no son identificables en las imágenes de rayos X. Para solucionar el problema anterior se presentan varias soluciones, en muchos casos se multiplica la imagen por un factor que cumple el rol de «reducir las sombras o las altas luces» en una imagen. Por ejemplo, en la imagen inferior se exhibe una figura de rayos X con endurecimiento de los rayos, al lado de una imagen que ha sido procesada para erradicar este efecto.



Problema 3

Tanto el Tungsteno como el Molibdeno se caracterizan por presentar un alto número atómico y un punto de fusión elevado. En cuanto a sus aplicaciones, ambos son comúnmente utilizados en el ánodo de los tubos de rayos X, es decir, el objetivo para recibir el bombardeo de electrones.

Se diferencian en que el Molibdeno es empleado principalmente en fuentes de rayos X de bajo voltaje para usos especializados como la mamografía. Mientras tanto, el Tungsteno es utilizado principalmente para tejidos más densos, como el tejido óseo.

La radiación característica es generada por una sustancia de forma particular y específica, su origen está en los fotones emitidos tras la reorganización interna de las capas de electrones que pasan a niveles de menor energía, tras haber sufrido la interacción o choque de su materia con electrones a gran velocidad. En base a lo anterior, se presentan los espectros de absorción y emisión característicos de cada material.

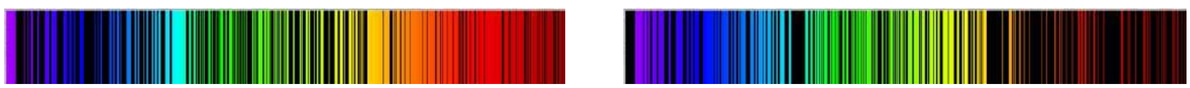


Figura 2: Espectro de absorción y emisión Molibdeno

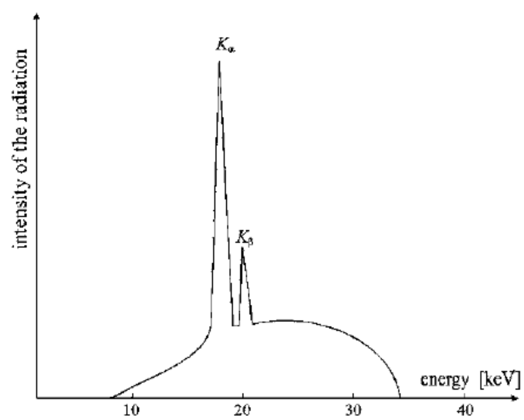


Figura 3: Espectro de emisión del Molibdeno

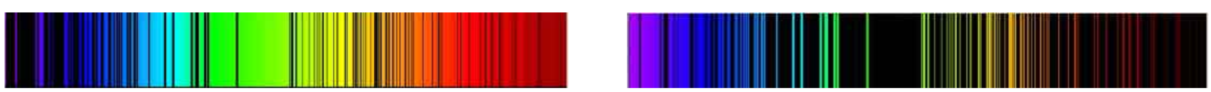


Figura 4: Espectro de absorción y emisión Tungsteno

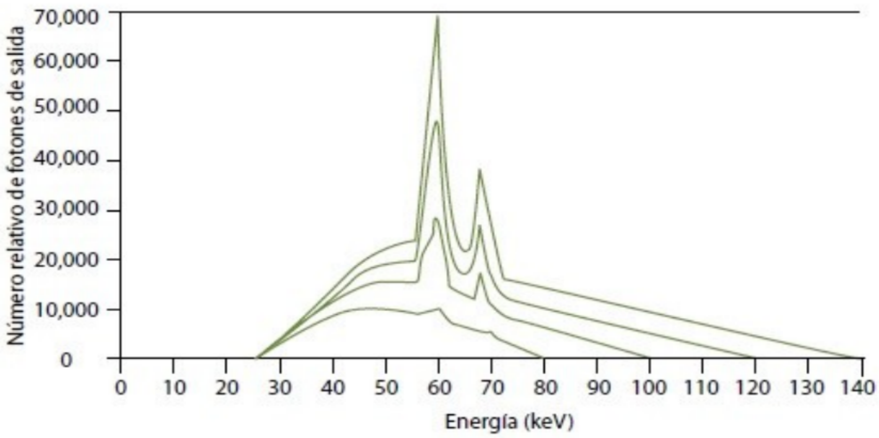


Figura 5: Espectro de emisión del Tungsteno