

εσταδιστιχ̄

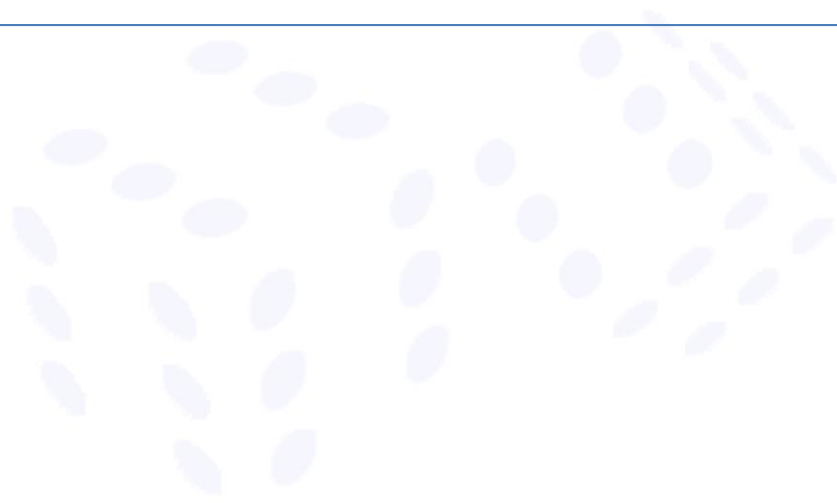
εσταδιστιχ̄

Biofísica

Grado en Medicina UAB 2/3

ΕΣΤΑΔΙΣΤΙΧ

Apuntes



Tema 4. RADIACIONES

4.1 INTRODUCCIÓN

Las radiaciones son fenómenos físicos de naturaleza muy diversa. Hay de dos tipos:

Radiaciones electromagnéticas o no corpusculares: formadas por partículas sin masa, como los fotones. Se propagan en la materia y el vacío.

Radiaciones corpusculares: formadas por partículas con masa, como las partículas subatómicas. Un ejemplo es la radioactividad, que produce mutaciones y que se utiliza en radioterapia (para matar células tumorales).

4.2 RADIACIONES ELECTROMAGNÉTICAS O NO CORPUSCULARES

Estas radiaciones de energía se comportan como ondas o partículas en función de la situación.

Onda mecánica: propagación de una perturbación a través de un medio material. Ej. Sonido.

Onda electromagnética: propagación de oscilaciones de campos magnéticos y eléctricos debido al movimiento de cargas eléctricas. Estas ondas electromagnéticas pueden transmitirse en el vacío.

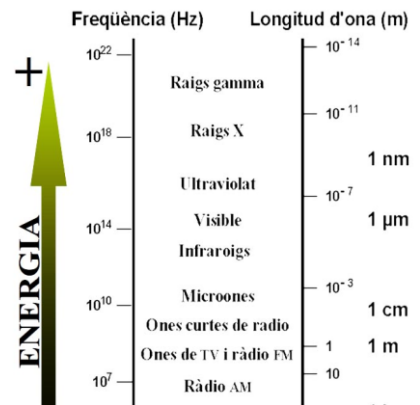
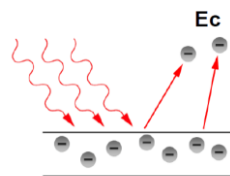
Magnitudes que definen a una onda:

$$c = \frac{\lambda}{T} = \lambda \cdot v \quad \left\{ \begin{array}{l} c: \text{velocidad de luz } (3 \cdot 10^8 \text{ m/s}) \\ \lambda: \text{longitud de onda (m)} \\ T: \text{periodo (s)} \\ v: \text{frecuencia (Hz o c/s)} \end{array} \right.$$

$$T = \frac{1}{v}$$

Espectro electromagnético: las distintas radiaciones que podemos encontrar con su energía correspondiente. A partir del ultravioleta son radiaciones **ionizantes**, es decir, que pueden producir **efecto**

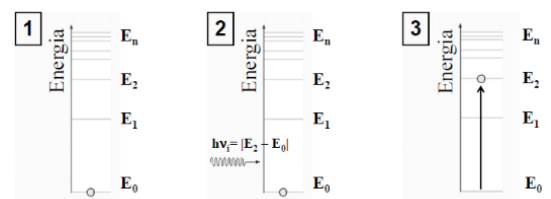
fotoeléctrico:



$$E_{\text{de un fotón}} = h \cdot v \quad \left\{ \begin{array}{l} E: \text{energia (J o rad)} \\ h: \text{constante de Plank } (6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}) \\ v: \text{frecuencia (Hz o cicles/s)} \end{array} \right. \quad E_{\text{de un fotón}} \uparrow \text{ si } v \uparrow \text{ o } \lambda \downarrow$$

ABSORCIÓN DE LA RADIACIÓN

Los niveles energéticos de la materia están cuantizados. Para cambiar de nivel, la materia debe absorber un fotón con una energía igual a la de la diferencia entre dos de sus estados (condición de absorción). Sólo se absorbe un fotón en cada transición y después de un tiempo se vuelve al estado fundamental.

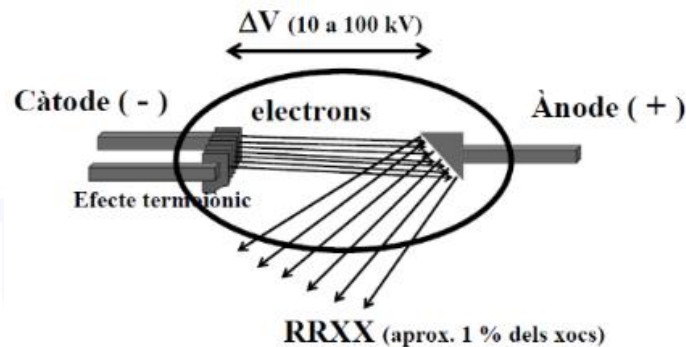


4.3 RAYOS X

PRODUCCIÓN: EL TUBO DE COOLIDGE

Los rayos X se pueden producir con un aparato llamado tubo de Coolidge, es un tubo de vidrio donde en el interior se encuentra el vacío y están ensamblados dos elementos metálicos, el cátodo y el ánodo.

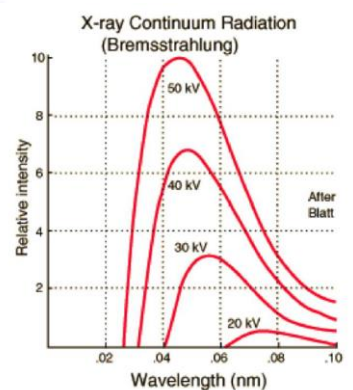
En el cátodo existe una resistencia y en el ánodo hay un bloque de metal pesado (tungsteno).



Cuando los electrones pasan por la resistencia ésta se calienta y hace que estos electrones queden liberados del metal (efecto **termoiónico**) y sean acelerados hacia el ánodo por la diferencia de potencial (voltaje), produciendo choques. Debido a estos choques de electrones con el ánodo se producen los fotones. Tan sólo un 1% de los choques producen fotones, gran parte de la energía se disipa en calor.

La **energía de los rayos X** o de los fotones emitidos depende directamente de energía cinética de los electrones en el momento de impactar con el ánodo que viene dada por la **diferencia de potencial** (voltaje).

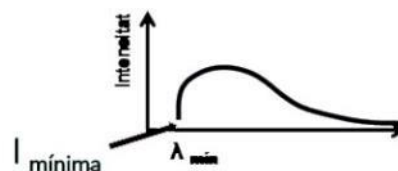
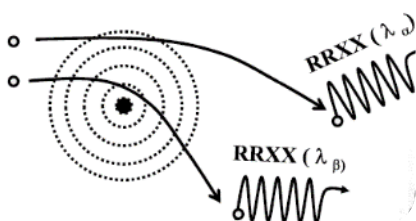
La **intensidad o cantidad de rayos X** emitidos depende del número de electrones que se liberan (intensidad eléctrica) aunque también depende del voltaje.



Por seguridad, una máquina de rayos X siempre está recubierta de **plomo** para proteger al personal y tiene el ánodo situado sobre un motor que **gira continuamente** para evitar que se derrita por el calor.

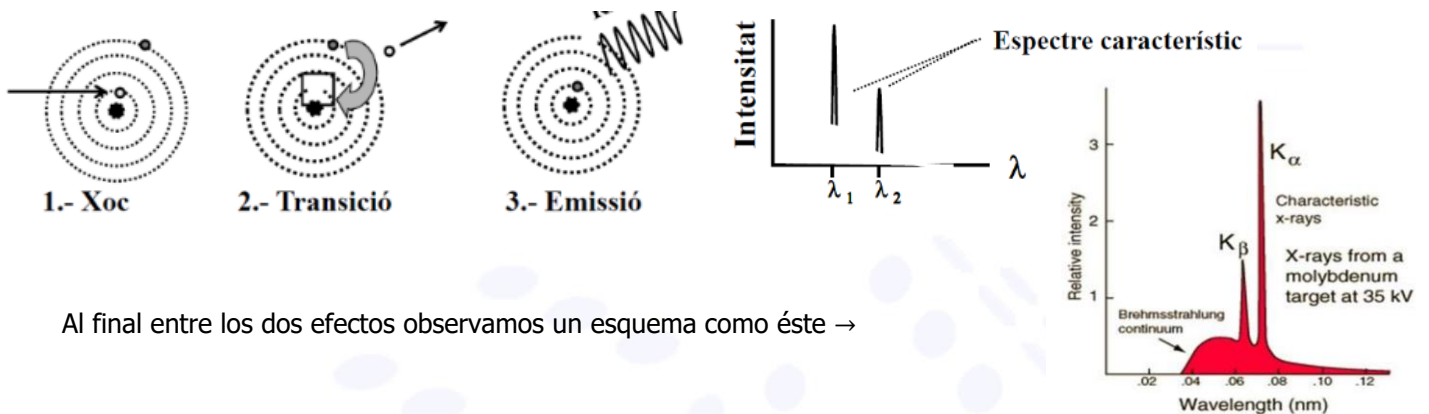
En el tubo se producen simultáneamente **dos mecanismos**:

- **Mecanismo de frenado (produce un espectro continuo de intensidades)**: el electrón (-), debido al acercamiento con los núcleos de los átomos del metal (+) cambia su trayectoria rectilínea por una trayectoria circular y se frena (efecto **electroestático**), liberando un fotón de la energía perdida. Cuanto más cerca pase el electrón del núcleo, más desviará su trayectoria, y por tanto liberará un fotón de más energía (λ más pequeña). Los fotones más energéticos son los que tienen la λ_{min} . La energía del fotón se corresponde con la energía cinética perdida del electrón.



Mecanismo de transición electrónica (produce un espectro característico de intensidades):

Se produce cuando un e^- acelerado choca con un e^- del metal y lo expulsa del átomo. Cuando ocurre esto, se genera una transición electrónica de orbitales de mayor energía a orbitales de menor energía. Esta transición electrónica libera fotones con una energía determinada, que se corresponde a la diferencia de energías entre aquellos dos niveles energéticos. Cuanto más lejos estén los orbitales entre los que se produce la transición electrónica, mayor será la diferencia de energías, y por tanto se liberará un fotón de mayor energía.



Al final entre los dos efectos observamos un esquema como éste →

PREGUNTAS TEST

1) El mecanismo de frenado explica:

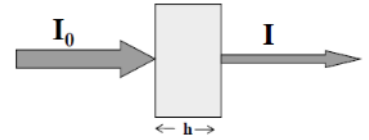
- el espectro característico de los rayos X producidos en un tubo de Coolidge
- el espectro continuo de los rayos X producidos en un tubo de Coolidge
- la existencia de una λ mínima en el espectro continuo
- la existencia de una λ máxima en el espectro continuo

2) El impacto con el ánodo de los electrones acelerados en un tubo de Coolidge puede tener como consecuencia

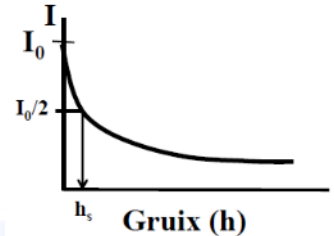
- traslaciones electrónicas en los átomos del ánodo en el tubo de los Coolidge
- la emisión de partículas beta.
- la desviación de la trayectoria de los electrones por efecto de los núcleos de los átomos del ánodo
- la emisión de fotones

ABSORCIÓN

La **absorción** describe la interacción de los fotones con la materia, ya que no se absorbe por igual, depende del **coeficiente de atenuación** (μ). Este coeficiente depende del tipo de material y de la energía de los fotones. También afecta el grosor ya que a mayor grosor de material más se absorbe y queda menor intensidad final.



$$I/I_0 = e^{-\mu h} \quad \left\{ \begin{array}{l} I: \text{intensidad de la radiación final} \\ I_0: \text{intensidad de la radiación inicial} \\ \mu: \text{coef. de atenuación/extinción (m}^{-1}\text{)} \\ h: \text{grosor del material (m)} \\ e: \text{número de euler (2,718)} \end{array} \right.$$



Capa semi-reductora: es el grosor de material que reduce el número de fotones a la mitad.

Si conocemos la reducción de la intensidad final podemos calcular el grosor que debía tener el material:

$$h_{\text{capa reductora } I/I_0} = \frac{-\ln(I/I_0)}{\mu} \quad h_{\text{capa semireductora CSA (0,5)}} = \frac{-\ln(1/2)}{\mu} = \frac{0,693}{\mu}$$

$$\text{Coeficiente de atenuación másico } \left(\frac{\text{m}^2}{\text{Kg}} \right) = \frac{\text{Coeficiente de atenuación (m}^{-1}\text{)}}{\text{Densidad (Kg/m}^3\text{)}}$$

PREGUNTAS TEST

1) Un haz de rayos X incide sobre una placa de aluminio de 1cm de espesor. Si la relación de intensidades I/I_0 es $1/e$ ¿cuál es el coeficiente de atenuación?

- a) 100 b) 0.01cm^{-1} c) 100m^{-1} d) 1 cm^{-1}

2) La capa semirreductora de un material con un coeficiente de atenuación de 1cm^{-1} es:

- a) 69,3m b) 0.00693m c) 0.00693m^{-1} d) $1/100\text{m}$

3) La relación de intensidades I/I_0 cuando un haz de rayos X incide sobre una placa de plomo de 1 cm de espesor, con un coeficiente de atenuación de 200m^{-1} es

- a) e^2 b) 10 c) e^{-2} d) $1/e^2$

4) Cuando un material es irradiado con rayos X, su coeficiente de atenuación

- a) depende de la energía de los rayos X
 b) es independiente de la energía de los rayos X
 c) depende de la naturaleza del material
 d) depende del grosor del material

Ejemplo 1: la capa de semiatenuación de un haz de rayos X monocromáticos es de 0.2cm de grosor. ¿Qué grosor de este metal habría que tener para reducir el número de fotones a 1/1000 de su valor inicial?

Ejemplo 2: una lámina de plomo de 2,3cm de espesor reduce a una centésima parte el número de fotones monocromáticos de 1 MeV que incide sobre ella. Calcule el coeficiente lineal global de atenuación del plomo para esa radiación.

Ejemplo 3: un haz monocromático de fotones atraviesa una lámina de 1,2 cm de aluminio (CSA de 3 mm). ¿Cuál es el porcentaje de fotones transmitidos?

Este dossier está hecho para seguir la clase de prueba.

Si te apuntas al curso te enviaremos por correo el dossier entero con todos los temas que faltan, ejercicios y exámenes de años anteriores

Más información en:

www.estadistix.com

**Y si tienes cualquier consulta,
escríbenos un whatsapp al 644310902**

