



Interacción de la radiación con la materia y Efectos de la Radiación Ionizante

Óptica y Radiaciones

3er Semestre – Tecnólogo en Ingeniería Biomédica

Baldezzari, Lucas Matías – Billordo Javier

1 de Junio de 2019



TEMAS

- Interacción de la radiación con la materia.
- Causas
- Ejemplos de aplicación
- Ejercicios



Interacción de la radiación con la materia

¿Cómo interactúa?

La radiación por partículas cargadas (α y β) y la radiación electromagnética (fotones de rayos X y γ) **transfieren energía** a la materia cuando la atraviesan.

¿Cómo?

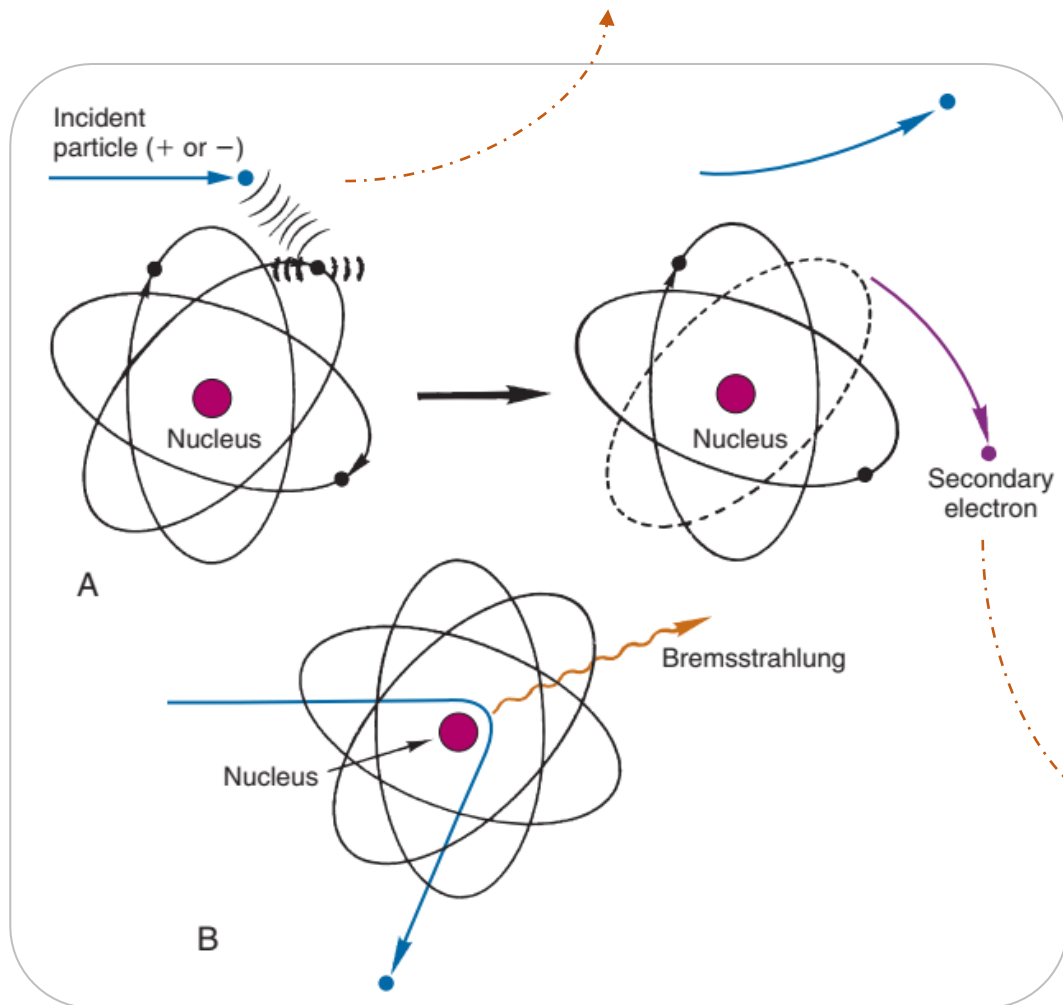
- Partículas α y β “*colisionan*” con los electrones orbitales *expulsándolos* de sus órbitas o causando una *excitación* atómica.
- Los fotones de rayos X y γ transfieren su energía a los electrones, expulsándolos de sus orbitas con grandes K_c .
- Las partículas cargadas *penetran* la nube electrónica e interactúan con el núcleo generando fotones de radiación EM llamados fotones *bremssstrahlung*.



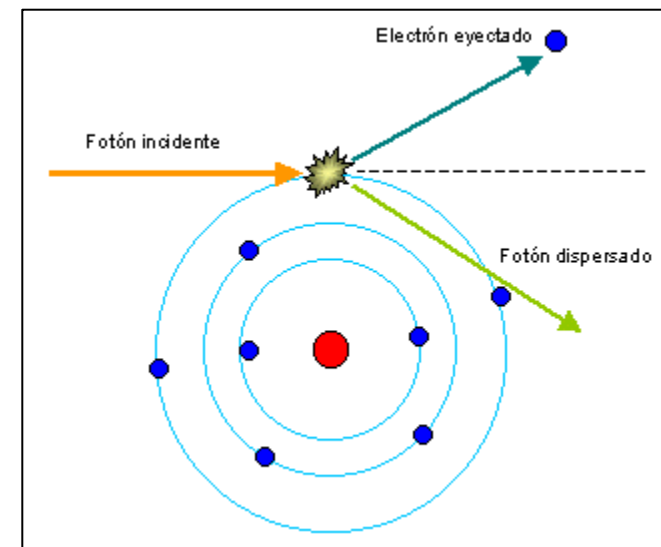
Interacción de la radiación con la materia

¿Cómo interactúa?

“Colisión”



Efecto fotoeléctrico



Podría generar más ionizaciones.

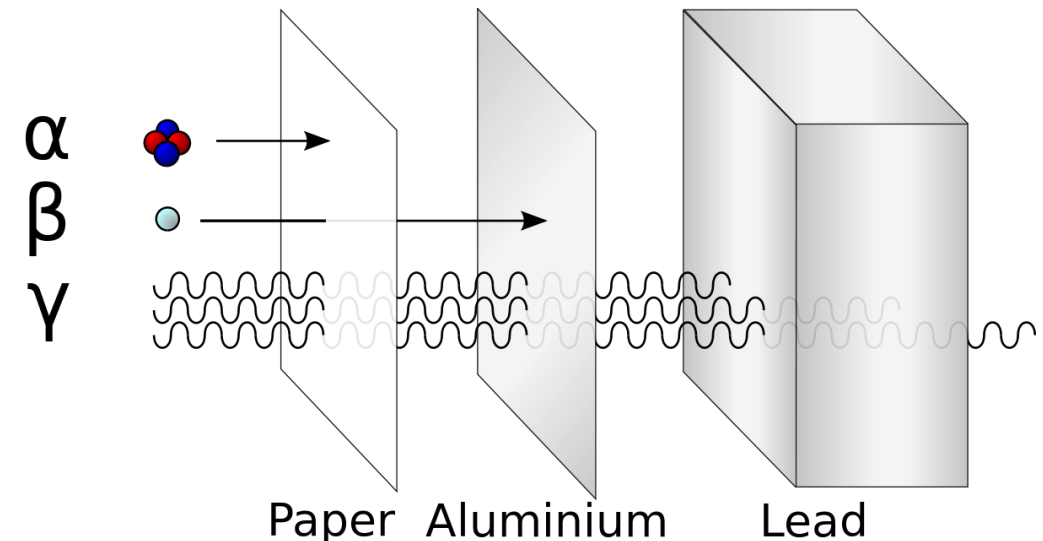
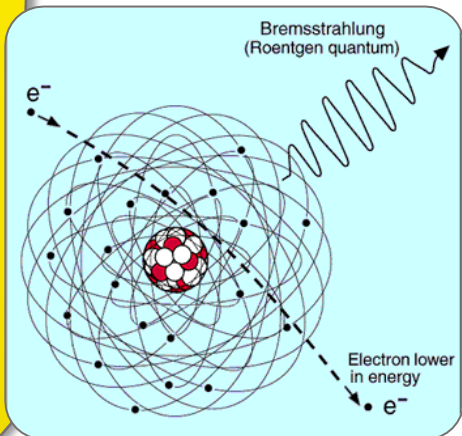
Estos electrones se llaman electrones δ

Interacción de la radiación con la materia

Perdidas de energía por colisión y por radiación

Encontramos dos formas de perder energía en un suceso de interacción,

- **Pérdidas por “colisión”:** Las partículas cargadas pierden energía a medida que interactúan con otras partículas cargadas a nivel electrónico. Estas colisiones liberan electrones de las órbitas o excitan al átomo.
- **Pérdidas por radiación:** Suceden a nivel nuclear. De estas interacciones se producen los fotones Bremsstrahlung.



Interacción de la radiación con la materia

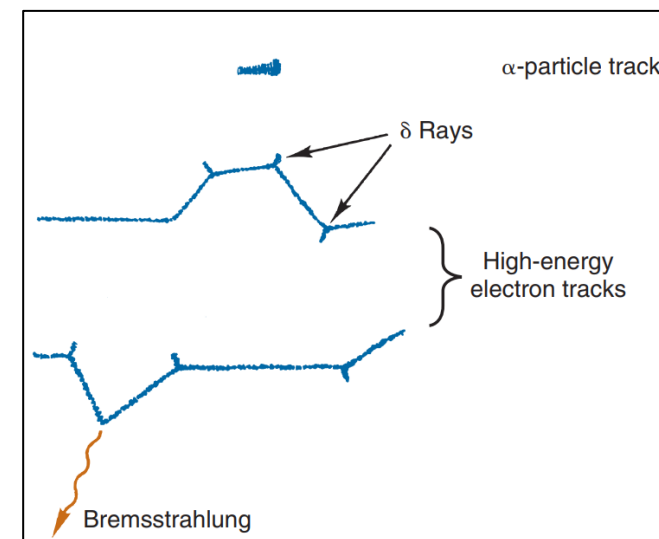
Camino de las partículas cargadas

- **Partículas Alfa:** recorren caminos en línea recta. Pierden pequeña cantidad de energía en cientos de colisiones con electrones.

$$\text{Fracción de pérdida de energía} = \frac{4m}{M}$$

- **Electrones:** Pierden mucha energía en cada colisión. Tienen trayectorias impredecibles. Si llegan a un núcleo, se desvían y emiten un fotón de *rayos X* producto del bremsstrahlung.

Los electrones se mueven mucho mas rápido que las partículas alfa.



Efectos biológicos

Daños

La radiación producirá daño por **ionización**, debido a **partículas cargadas** o bien por efecto **fotoeléctrico**.

La Radiación Ionizante (RI) produce daños **determinísticos** (manifestación segura luego de pasar valores límites) o **estocásticos**.

También suele dividirse a los daños en **somáticos** y **genéticos**.

Daños:

- Quemaduras
- Enfermedades graves
- Alteración de material genético: Cáncer, malformaciones en la descendencia.
- Muerte (destrucción masiva de células tisulares)

NOTA: Cada tejido del organismo posee diferente radiosensibilidad y poseen sus propios factores de riesgo.

Efectos biológicos

Dosimetría

La dosimetría de la radiación describe el efecto de la radiación sobre tejidos vivos.

La **dosis absorbida** se define como la **energía entregada por unidad de masa al tejido**.

$$1rad = 0,01 \left[J/kg \right] = 0,01[Gy](Gray)$$

¿Por qué el Gray no es una buena forma de medir los efectos biológicos?



Efectos biológicos

Dosimetría

Porque distintas clases de radiación con la misma energía, producen efectos biológicos diferentes.

Cada tejido posee lo que se llama un factor **RBE** o **Efectividad Biológica Relativa** (*Relative Biological Effectiveness*) que depende del propio tejido y la radiación, entonces, el **efecto biológico** se describe como,

$$\text{Dosis Equivalente [Sv]}(\text{Sievert}) = RBE \times \text{dosis absorbida (Gy)}$$

De manera equivalente,

$$\text{Dosis Equivalente [rem]}(\text{röntgen}) = RBE \times \text{dosis absorbida (rad)}$$

Entonces, las unidades del RBE podrían ser 1 Sv/Gy o 1 rem/rad y $1 \text{ rem} = 0,01 \text{ Sv}$

Efectos biológicos

Dosimetría

Tabla valores Eficacia Biológica Relativa para diferentes radiaciones

Radiación	RBE (Sv/Gy – rem/rad)
Rayos X o Rayos Gamma	1
Electrones	1 a 1,5
Neutrones lentos	3 a 5
Protones	10
Partículas α	20
Iones pesados	20

Efectos biológicos

Dosimetría

Problema 1

Durante de diagnóstico con Rayos X, una parte de $1,2\text{Kg}$ de una pierna fracturada recibe una dosis equivalente $0,60\text{mSv}$.

- ¿Cuál es la dosis equivalente en mrem?
- ¿Cuál es la dosis absorbida, en mrad y mGy?
- Si la energía de los rayos X es de 80KeV , ¿Cuánta energía se depositó? ¿cuántos fotones de rayos X fueron absorbidos por la parte de la pierna fracturada?



Efectos biológicos

Dosimetría

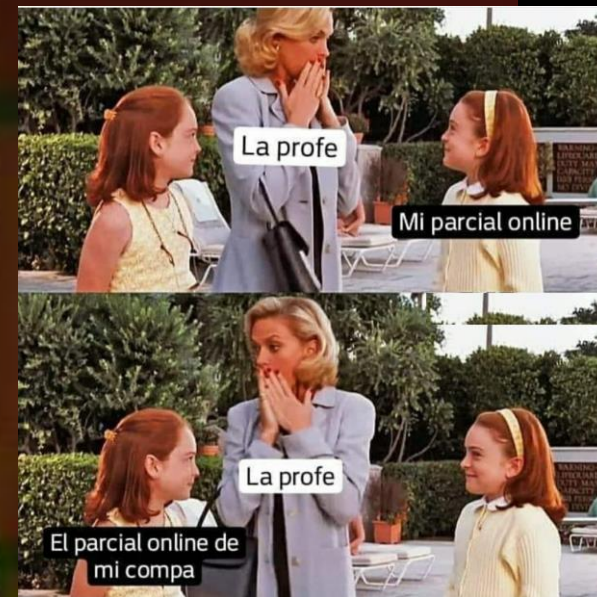
Problema 2

Si la radiación ionizante hubiera sido un haz de partículas α , para las cuales $RBE = 20$, ¿Cuál sería la dosis absorbida necesaria para una dosis equivalente de $0,60 \text{ mSv}$?



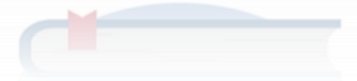


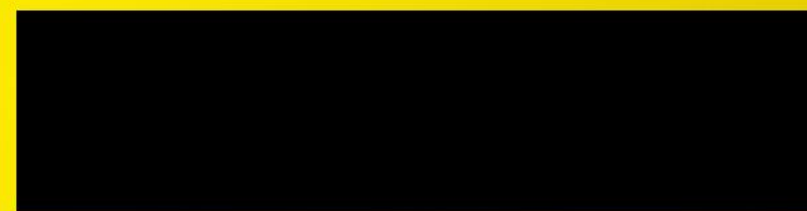
FIN!



Bibliografía

1. Physics in Nuclear Medicine – Simon R. Cherry – Cuarta Edición – (Capítulo 6)
2. Young HD, Sears FW, Freedman, RA & Zemansky MW – “*Física universitaria con física moderna*”, Volumen II. Pearson Educación (CAPÍTULO 43)
3. Serway RA & Jewett JW Jr. “*Física para ciencias e ingeniería con Física Moderna*”, Volumen 2. International Thomson (CAPÍTULO 44).





FIN

Gracias por su atención