

Problemas de Tarea (Física de Radiaciones y Nuclear, Física Médica)

No. 1: Una fuente puntual de ^{60}Co que emite rayos γ en forma isotrópica como resultado de que ocurren 3×10^9 desintegraciones por segundo (3 GBq , $1 \text{ Bq} \equiv 1$ desintegración por segundo), sale por accidente del recipiente que la contiene cuando es transportada por ferrocarril y cae al suelo a 3 metros del riel de la vía más cercano sobre un terreno completamente plano. Si suponemos que: (1) Como resultado de una desintegración se producen rayos γ con energías de 1.17 MeV y 1.33 MeV con la misma probabilidad. (2) Que hay pasajeros en un tren que viaja a 100 km/h y que viaja por la misma vía. (3) Se puede ignorar la dispersión y atenuación que puedan sufrir los rayos γ por la presencia de las paredes de los vagones de un tren, si los suponemos, como es el caso, de alta energía. (4) Que el tramo de la vía a considerar es recto y tan largo que prácticamente se puede considerar infinito (despreciar las desviaciones que pueda haber en los extremos). (5) Que un pasajero viaja sentado a 1.5 metros de altura sobre el riel de la vía. **Entonces:** (1) ¿Cuánto vale la fluencia de fotones que alcanza a los pasajeros que viajan del lado más cercano a la fuente? (2) ¿Cuánto vale la fluencia de energía que alcanza a esos pasajeros? (3) Suponiendo que el agua puede considerarse como equivalente del tejido humano, encuentre el kerma de colisión. (4) Adicionalmente suponemos que cuando los rayos γ alcanzan el cuerpo humano hay equilibrio de partículas cargadas (es decir, en el volumen blanco de interés, el balance promedio de la energía radiante neta debida a partículas cargadas que ingresan y salen de ese volumen es nulo) y entonces el kerma de colisión puede igualarse a la dosis absorbida. Pregunta: ¿Cómo compara la dosis absorbida en este caso con la que estaría asociada a un límite anual recomendado por la **ICRP (International Commission on Radiological Protection)** para personas no ocupacionalmente expuestas de 1 mSv ? **Nota:** En protección radiológica los fotones tienen un **factor de calidad igual a la unidad** y entonces las unidades quedan relacionadas como $1 \text{ Sv} = 1 \text{ Gy} = 1 \text{ J/kg}$.

No. 2: Un haz estrecho de 10^{20} fotones de 2 MeV , incide perpendicularmente en una capa de agua de 12 mm de espesor. El agua tiene una densidad de 1 g/cm^3 . Entonces, se pregunta:

- ¿Cuántas interacciones asociadas a la dispersión de Rayleigh, la de Compton, el efecto fotoeléctrico y formación de pares electrón-positrón, ocurren en esa capa de agua? Para encontrarlas utilice la tabla anexa de coeficientes de atenuación de agua, la cual fue tomada de la base de datos XCOM del NIST ubicada en la dirección URL <https://www.nist.gov/pml/xcom-photon-cross-sections-database>.
- ¿Cuál es peso probabilístico relativo en número de cada mecanismo de interacción?
- El agua se reemplaza por plomo, cuya densidad es 11.3 g/cm^3 . ¿En qué factor varía el número de interacciones de cada tipo cuando se le compara con el agua? Comente su resultado. Para hacerlo utilice la tabla anexa de coeficientes de atenuación de plomo, la cual fue tomada de la base de datos XCOM del NIST

ubicada en la dirección URL <https://www.nist.gov/pml/xcom-photon-cross-sections-database>.

No. 3: Encontrar la energía transferida, energía transferida neta y energía impartida en los siguientes casos: **(a)** Un electrón entra un volumen V con una energía cinética de 4 MeV y sale con una energía cinética de 0.5 MeV . Dentro del volumen V produce un fotón de rayos-X de 1.5 MeV por **bremsstrahlung** que también sale de V . **(b)** Un rayo gamma de 10 MeV entra un volumen V y da lugar a la formación de un par electrón-positrón donde cada partícula tiene la misma energía. El electrón pierde la mitad de su energía cinética en interacciones de colisión antes de salir de V . El positrón también pierde la mitad de su energía cinética en colisiones dentro de V antes de ser aniquilado en vuelo. Todos los fotones que se generan, salen de V .