

## Física de Radiaciones II (2025)

### Práctico 2 - Extra

1. Considere una fuente puntual isotrópica  $S$  que durante un tiempo  $T$  emite  $N$  partículas.
  - a) Calcule la fluencia en un punto  $P$  a una distancia  $d$  de la fuente  $S$ .
  - b) Calcule la fluencia en un punto del plano que pasa por  $P$  y perpendicular al plano  $SP$ , y que dista  $r$  del punto  $P$ .
  - c) Integre la fluencia en todo el plano. Explique por qué el resultado no es  $N/2$ .
  - d) Calcule ahora la fluencia planar en un punto del plano (fluencia definida respecto a un área del plano).
  - e) Calcule entonces la integral en el plano y encuentre  $N/2$  como el número total de partículas que pasan por el plano.
  
2. Considere una dosis de 60 Gy, con fotones de 6 MeV, valor que es del orden de algunos tratamientos de radioterapia.
  - a) Si esta dosis es absorbida por un tumor de 30 g calcule el aumento de temperatura promedio del tumor.
  - b) Calcule las ionizaciones promedio por gramo asumiendo que el tejido puede modelarse por agua.
  - c) Calcule las ionizaciones promedio por célula de tejido.
  - d) Calcule las ionizaciones promedio por molécula de ADN en cada célula.
  - e) Si el haz es uniforme, calcule la distancia promedio de cada fotón incidente y compare con las escalas del problema (tamaño de las células, ADN, átomo, molécula).
  
3. Considere el modelo de Bohr para un átomo con número atómico  $Z$ . Considere en particular el plomo.
  - a) Calcule el radio atómico, definido como la distancia promedio al núcleo del electrón menos ligado.
  - b) Si el modelo de Bohr se corrige por efectos de la presencia de los demás electrones, el  $Z$  efectivo que ven los electrones menos ligados es  $Z = 5$ . Calcule entonces el radio.
  - c) Calcule, usando los resultados de a y b, la densidad del plomo.
  - d) Asumiendo para el plomo una red cristalina FCC (cubos con un átomo en cada vértice y en cada centro de cara del cubo), calcule entonces el número de átomos en cada celda y el radio de la celda,  $a$ , en función del radio del átomo.
  - e) Repita el cálculo de la densidad en este caso.
  - f) Considere ahora el valor medido del radio atómico, 175 pm, y repita e.

La densidad del plomo es 11,34 g/cm<sup>3</sup>, compare este resultado con los valores calculados y discuta las diferencias con los valores obtenidos.

4. a) Calcule la densidad de probabilidad  $P(x)dx$  de que un fotón, en un medio de coeficiente de atenuación lineal  $\mu$ , recorra una distancia entre  $x$  y  $x+dx$ .
- b) Calcule la media y dispersión de esta distribución de probabilidad.
- c) Calcule la probabilidad de que recorra  $1/2\mu$ ,  $1/\mu$ ,  $2/\mu$ ,  $n/\mu$  siendo  $n$  un número natural.
- d) Si  $\mu = 0,1 \text{ cm}^{-1}$  calcule el % de fotones del haz primario que interacciona en 0,001 mm, 0,1 mm, 0,1 cm, 5 cm y 10 cm. Indique en qué casos se puede hacer el cálculo sin hacer uso de la ley

exponencial, y compare entonces la diferencias obtenidas usando y sin usar esta ley.

5. El coeficiente másico de atenuación para un haz de rayos X de un material es  $0,03 \text{ cm}^2/\text{g}$ , siendo la densidad del material de  $3 \text{ kg/m}^3$ .

a. Calcule el % transmitido en capas de 1 mm, 0,5 cm, y 5 cm.

b. Calcule el HVL en  $\text{kg/m}^2$ . Grafique el % transmitido como función del espesor expresado en  $\text{kg/m}^2$  y verifique con lo obtenido en la parte a para 5 cm.