Problema 1. Un *router* WiFi emite en la banda de 2,4 GHz; se mide la intensidad de radiación colocando una sonda a 20 cm de distancia y da como resultado $10\,\mathrm{mW/m^2}$. Suponemos que la antena radia de forma homogénea (directividad 1).

(a) Calcular, en el peor de los casos, la radiación que recibe un usuario situado a 1 m de distancia del *router*

(b) Decidir razonadamente si la exposición de ese usuario es adecuada a un nivel de exposición residencial, sabiendo que el nivel de referencia recogido en el RD 1066/2001 para la intensidad de radiación en la banda entre 2 y 300 GHz es de $10\,\mathrm{W/m^2}$.

Solución:

La intensidad de una fuente puntual —consideraremos así a la antena del *router*— decae como el cuadrado de la distancia, $S \propto 1/r^2$. Por tanto, la relación entre intensidades medidas a distintas distancias es:

$$\frac{S_1}{S_2} = \left(\frac{r_2}{r_1}\right)^2$$

donde no nos tenemos que preocupar de la dirección del punto de medida en relación a la fuente, puesto que la directividad de la antena es 1.

Tomando la posición 1 a 20 cm y la posición 2 a 1 m tenemos

$$S_2 = S_1 \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2 = 10 \times 10^{-3} \left(\frac{0{,}2}{1}\right)^2 = 4 \times 10^{-4}\,\mathrm{W/m^2}$$

Esta intensidad tiene que ser inferior al 2 % del nivel de referencia para ser considerada aceptable dentro del ámbito residencial:

$$S_{\text{residencial}} = 10 \cdot 0{,}02 = 0{,}2\,\mathrm{W/m^2}$$

Por tanto, como $S_2 < S_{\text{residencial}}$ concluimos que esta exposición es adecuada.

Problema 2. La contaminación acústica no se da solamente en el aire, sino también en el mar (bien la sufren las ballenas, por ejemplo). La equivalencia del nivel de la intensidad de las ondas sonoras en el mar y en el aire se calcula teniendo en cuenta las diferencia de presión referencia, así como la diferencia en las impedancias acústicas en los medios mar y aire. Sabiendo que las presiones de referencia para el aire y el mar son $p_0^{\text{aire}} = 20\,\mu$Pa y $p_0^{\text{agua}} = 1\,\mu$Pa, que las velocidades respectivas de una onda acústica son $c^{\text{aire}} = 344$ m/s y $c^{\text{agua}} = 1500$ m/s y que las densidades de los medios son $\rho^{\text{agua}} = 1$ gr/cm^3 y $\rho^{\text{aire}} = 0{,}0012$ gr/cm^3, responda a las siguientes preguntas:

(a) ¿Cuáles son las impedancias en los medios agua y aire? (2 ptos)

(b) Obtenga la diferencia de dB entre el aire y el mar (agua) para señales con la misma intensidad sonora en ambos medios (6 ptos)

(c) El despegue de un avión genera 120 dB. ¿A cuántos dB correspondería esa misma intensidad sonora en agua? (2 ptos)

Solución:

Las impedancias vienen dadas por la relacion $z = \rho\, c$, de manera que se obtiene que $z^{\text{agua}} = 1{,}5 \times 10^6$ Pa.s/m y que $z^{\text{aire}} = 413$ Pa.s/m

La intensidad de la onda es $I = \frac{P^2}{2z}$ y la diferencia entre las dos intensidades sonoras en dB viene dada, en analogía con el equivalente en presión, por $10\log(I^{\text{aire}}/I^{\text{agua}})$. Por tanto:

$$10\log\left(\frac{I^{\text{aire}}}{I^{\text{agua}}}\right) = 20\log\left(\frac{P^{\text{aire}}}{P^{\text{agua}}}\right) - 10\log\left(\frac{z^{\text{aire}}}{z^{\text{agua}}}\right) = 26 + 36 = 62\,\text{dB}$$

El equivalente al ruido del avión en agua sería 120-62 = 58 dB.

Problema 3. Las masas de algunos de los isótopos del He son las siguientes:

$m(\text{He}^3) = 3{,}016029$ uma

$m(\text{He}^4) = 4{,}002603$ uma

$m(\text{He}^5) = 5{,}012220$ uma

a.) ¿Cuál será la energía de enlace de cada uno de ellos? ¿Y su energía de enlace por nucleón? (7 ptos)

b.) ¿Cuál de ellos será más estable? (2 ptos)

c.) El He^4 se emite en un tipo de desintegración ¿Cuál es esa desintegración? (1 pto)

Datos adicionales:
$m(\mathrm{H}^1) = 1{,}007825$ uma; $m(\mathrm{n}) = 1{,}008665$ uma; 1 uma = 931,16 MeV/c^2

Solución:

a.) La energía de enlace es:

$$E_B(X_Z^A) = [Zm(\mathrm{H}^1) + (A - Z)m(\mathrm{n}) - m(X_Z^A)]c^2 \tag{1}$$

Aplicando la expresión(1) a cada uno de los isótopos del enunciado se obtiene:

Para He^3

$$\begin{aligned} E_B(\mathrm{He}^3) &= [2m(\mathrm{H}^1) + m(\mathrm{n}) - m(\mathrm{He}^3)]c^2 \\ &= [2 \times 1{,}007825 + 1{,}008665 - 3{,}016029]c^2 \\ &= 8{,}286 \times 10^{-3} \text{ uma} \times c^2 \\ &= 7{,}716 \text{ MeV} \end{aligned}$$

Para He^4

$$\begin{aligned} E_B(\mathrm{He}^4) &= [2m(\mathrm{H}^1) + 2 \times m(\mathrm{n}) - m(\mathrm{He}^4)]c^2 \\ &= [2 \times 1{,}007825 + 2 \times 1{,}008665 - 4{,}002603]c^2 \\ &= 0{,}0303 \text{ uma} \times c^2 \\ &= 28{,}286 \text{ MeV} \end{aligned}$$

Para He^5

$$\begin{aligned} E_B(\mathrm{He}^5) &= [2m(\mathrm{H}^1) + 3 \times m(\mathrm{n}) - m(\mathrm{He}^5)]c^2 \\ &= [2 \times 1{,}007825 + 3 \times 1{,}008665 - 5{,}012220]c^2 \\ &= 0{,}029 \text{ uma} \times c^2 \\ &= 27{,}399 \text{ MeV} \end{aligned}$$

Y la energía de enlace por nucleón se obtiene al dividir cada energía de enlace entre el número másico correspondiente:

Para He^3

$$\frac{E_B(\mathrm{He}^3)}{3} = 2{,}572 \text{ MeV}$$

Para He^4

$$\frac{E_B(\mathrm{He}^4)}{4} = 7{,}071 \text{ MeV}$$

Para He^5

$$\frac{E_B(\mathrm{He}^5)}{5} = 5{,}480 \text{ MeV}$$

b.) Por regla general el isótopo más estable es el que tiene mayor energía de enlace por nucleón, ya que sería necesario un mayor aporte de energía para romperlo. En este caso es el He^4

c.) El He^4 se emite en las desintegraciones alfa, de hecho el He^4 es la partícula α.