

1. Responda brevemente las siguientes cuestiones relacionadas con la radiación de un circuito AC que trabaja a una cierta frecuencia f :
 - (a) (1 punto) El circuito podría radiar OEM. Los campos de la radiación ¿a qué frecuencia oscilan?
 - (b) (2 puntos) Los campos que produce el circuito que no son de radiación ¿por qué se llaman *campos cercanos*? ¿A qué frecuencia oscilan?
 - (c) (4 puntos) ¿En qué se diferencian los campos cercanos y los de radiación?
 - (d) (3 puntos) ¿Qué propiedad principal tiene que tener el circuito AC para ser considerado, eventualmente, una antena?

Solución:

La solución se encuentra al final del capítulo 1 de los apuntes, en la sección 1.6.3., particularmente en la página 42.

Los campos de radiación y cercanos oscilan en la misma frecuencia que el circuito, esto es, f . Éstos últimos se llaman así porque decaen muy fuertemente con la distancia (al menos, en aquellos circuitos que se pretenden como antenas) y, por tanto, en cuanto nos alejamos un poco del circuito dejan de tener influencia.

Justamente, esta es una diferencia entre ambos campos: los campos de radiación decaen más suavemente con la distancia a la fuente ($\sim 1/r$) que los campos cercanos.

Otra característica de los campos de radiación es que los campos magnético y eléctrico están relacionados entre sí, mientras que los campos cercanos las partes magnética y eléctrica son independientes.

Y la otra característica fundamental es que los campos de radiación permanecen incluso cuando se apaga el circuito, mientras que los campos cercanos se extinguen.

Para que un circuito AC funcione como una antena sus dimensiones, L , tienen que ser parecidas a la longitud de onda de la radiación que se pretende emitir; de esta forma, la potencia radiada P empieza a tener un valor razonable (a partir de que $P \propto (L/\lambda)^2$). Como la radiación se produce a frecuencia f , la longitud de onda sería $\lambda = c/f$ y por tanto la condición es:

$$L \simeq \frac{c}{f}$$

2. Un petardo estalla en el aire a una distancia de 5 m de un desgraciado viandante que pasaba por allí para comprar el pan. Si la potencia generada por la explosión es de 16 W:
 - (a) (3 puntos) ¿Cuál es la intensidad del sonido que entra en el oído del viandante?

- (b) (3 puntos) ¿A cuántos decibelios corresponde la cantidad anterior, si usamos como referencia la intensidad $I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$?
- (c) (4 puntos) ¿A qué distancia r del viandante tendría que haber explotado el petardo para que alcanzara el umbral de dolor?

Solución:

(a) La energía se disipa en una estructura esférica de área $4\pi r^2$, luego la potencia P (que no la presión) es:

$$P = \frac{I}{A} = \frac{I}{4\pi r^2}$$

De donde $I = P/4\pi r^2 = 5,09 \times 10^{-2} \text{ W/m}^2$

(b)

$$L = 10 \log \frac{I}{I_0} = 10 \log \frac{5,09 \times 10^{-2}}{\times 10^{-12}} = 107 \text{ dB}$$

(c) Usando $L = 120$, tendríamos que $12 = \log(I/I_0) \rightarrow I = I_0 \times 10^{12} = 1 \text{ W/m}^2$. Si ahora empleamos que:

$$16 \text{ W} = \frac{1 \text{ W/m}^2}{4\pi r^2}$$

Y despejando r , se obtiene que $r = 1,13 \text{ m}$

3. Conteste a las siguientes cuestiones de manera razonada

- (a) (1 punto) ¿Qué es la radiactividad natural?
- (b) (2 puntos) ¿Cuáles son los tipos de radionucleidos naturales?

La edad del planeta Dagobah es 7×10^9 años, en la actualidad los nucleidos Th^{232} y Kr^{36} están presentes en ese planeta con las siguientes abundancias N_{Th} y N_{Kr} cuya relación es $N_{Th}/N_{Kr} = 0,7$. Si en el momento de la formación del planeta ambos isótopos estaban presentes en la misma cantidad:

- (c) (4 puntos) ¿Cuál es la vida media, τ , del Th^{232} ?
- (d) (2 puntos) ¿Y su periodo de semidesintegración, $T_{1/2}$?
- (e) (1 punto) ¿Qué tipo de radionucleido será el Th^{232} en Dagobah? ¿Y en la Tierra?

El Kr^{36} es un isótopo estable.

Solución:

- a.) La radiactividad natural es la radiactividad que se ha producido, se produce y se producirá en la naturaleza sin la intervención de los seres humanos.

- b.) Las fuentes de radiactividad natural pueden tener origen terrestre, los radionucleidos primordiales, y/o origen extraterrestre, la radiación cósmica y los nucleidos cosmogénicos.

Los radionucleidos primordiales existen en la corteza terrestre desde sus orígenes. Los nucleidos cosmogénicos provienen de la interacción de la radiación cósmica con núcleos blanco estables, transformándolos en radiactivos.

- c.) Para obtener τ se aplica la ley de desintegración radiactiva

$$N_{Th} = N_{Th0}e^{-\lambda t}$$

donde N_{Th0} es la cantidad inicial de núcleos de Th^{232} en el origen del planeta y $\lambda = \frac{1}{\tau}$

Del enunciado se sabe que $\frac{N_{Th}}{N_{Kr}} = 0,7$ en la actualidad y $\frac{N_{Th0}}{N_{Kr0}} = 1$ en el momento de la formación del planeta

$$\frac{N_{Th}}{N_{Kr}} = \frac{N_{Th0}e^{-\lambda t}}{N_{Kr0}} = e^{-\lambda t} = 0,7$$

Se ha considerado que $N_{Kr} = N_{Kr0}$, ya que el Kr^{36} es un isótopo estable. Despejando λ de la expresión anterior y teniendo en cuenta que t es la edad del planeta (del origen a la actualidad), 7×10^9 años

$$\lambda = -\frac{\ln 0,7}{t} = -\frac{\ln 0,7}{7 \times 10^9} = 5,09 \times 10^{-11} \text{ años}^{-1}$$

$$\tau = \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{5,09 \times 10^{-11}} = \boxed{1,96 \times 10^{10} \text{ años}}$$

- d.) La relación entre la vida media y el periodo de semidesintegración es:

$$T_{1/2} = \tau \times \ln 2 = 1,96 \times 10^{10} \times \ln 2 = \boxed{1,4 \times 10^{10} \text{ años}}$$

- e.) Como el periodo de semidesintegración del I^{131} es mayor que la edad de Dagobah, en Dagobah será un radionucleido natural primordial que se encuentra en el planeta desde su formación.

Por la misma razón, también en la Tierra será primordial, ya que la edad de la Tierra se estima que es 5×10^9 años.