

(Desarrolle sus respuestas y **cuide la presentación**. Sin calculadora.)

Relaciones útiles:

Fórmula de Larmor:

$$P_{\text{tot}} = \frac{1}{6\pi c} \mu_o \left\| \frac{d^2 \vec{d}}{dt^2} \right\|^2,$$

con $\mu_o = 4\pi \cdot 10^{-7}$, y $\vec{d} = \sum_i q_i \vec{r}_i$ es el dipolo eléctrico asociado a un conjunto de cargas q_i .
 $\hbar = 6,62 \cdot 10^{-34} / 2\pi \text{ J s}^{-1}$.

I Interferencias radio.

1. Consideramos una antena formada por una barra conductora vertical de largo 1 m, conectada a una corriente alterna con intensidad de 3A y frecuencia de 1MHz.
 - a) (1 pt) ¿Qué quiere decir ‘emitir radiación electromagnética’? ¿Por qué la barra irradia? ¿A que frecuencia emite? ¿ En que dirección dirección es máximo el vector de Poynting?
 - b) (1 pt) Calcule la potencia total emitida por la antena. Explique en detalle los límites de validez de las relaciones que use.
2. Un ingeniero a cargo de telecomunicaciones nota que no logra suficiente potencia para tener señal en todo el área requerida. Como la intensidad y frecuencia de la antena son fijas, decide aumentar el numero de antenas, y parte colocando una segunda antena separada en 10m de la primera e idéntica a ella. Luego se aleja 1 km, y pone a prueba su sistema. Observa que al desplazarse a veces tiene mucho mas señal de la que esperaba, y a veces nada. Confundido, el ingeniero se decide a explicar el fenómeno *ab initio*.
 - a) (1 pt) Introduzca un sistema de coordenadas adecuado, y calcule la superposición de los campos eléctricos producidos por las 2 antenas. ¿Cuál es el voltaje inducido en la antena que el ingeniero usa de detector, si esta mide 0.05 m?
 - b) (1 pt) Explique porque el vector de Poynting observado en mediciones prácticas es su promedio temporal, y que $\langle S \rangle = \frac{1}{2} \epsilon_o c^2 \vec{E} \times \vec{B}^*$. Justifique que para una onda plana, $\vec{S} = \frac{1}{2} \epsilon_o c \|\vec{E}\|^2$.
 - c) (2 pt) Calcule $\|\vec{S}\|$ en función de la posición del ingeniero (puede suponer que el ángulo entre la línea que une las dos antenas y la dirección del ingeniero es chico).
 - d) *Pregunta optativa.* El éxito de su cálculo no impidió que el ingeniero quedara despedido por el gasto innecesario en una segunda antena. Ahora que tiene tiempo, se le antoja calcular el patrón de interferencias por N antenas (*ayuda: reconozca una serie geométrica en la sumatoria de los N campos eléctricos*).

II Sección eficaz de dispersión de luz visible en el aire.

Consideramos el paso de luz visible por una columna de aire de largo L .

1. Coeficiente de absorción.

Imaginamos por un momento que la luz visible esta compuesta de partículas, o fotones, los cuales al chocar con moléculas son absorbidas inelásticamente. Las moléculas excitadas luego decaen emitiendo un fotón en cualquier dirección.

- a) (1.0 pt) Incide un flujo de F fotones por unidad de área y de tiempo sobre un cilindro de aire de altura infinitesimal. Describimos la interacción con las moléculas de aire mediante una sección eficaz σ : si un fotón choca con la sección de 1 molécula, es absorbido, sino pasa de largo inalterado. ¿Cuál es el flujo saliente del cilindro infinitesimal?
- b) (0.5 pt) ¿Cuál es la probabilidad de absorción de un fotón por un sólo átomo?
- c) (0.5 pt) Escriba la ecuación de transfer para absorción sin emisión.
- d) (1.0 pt) ¿Cuál es el flujo de fotones emergentes de la columna de aire?

2. Dispersión de Rayleigh.

Consideramos ahora la naturaleza ondulatoria de la luz visible.

- a) (1.0 pt) ¿Por qué una molécula emite radiación al interactuar con una onda electromagnética?
- b) (1.0 pt) Defina la sección eficaz de Rayleigh (absorción de radiación en la aproximación dipolar) como la razón entre la potencia absorbida y el flujo incidente, y haga ver, a través de la ecuación de transfer sin emisión, que es consistente con la definición del Punto 1.
- c) (1.0 pt) Recuerde como varía la sección eficaz de Rayleigh con la frecuencia de la radiación incidente. Explique el color del cielo y del atardecer.