

Física III - Química (2018)

Práctica 7

Ondas Electromagnéticas en medios materiales

1. Una onda plana polarizada linealmente, con campo eléctrico dado por

$$\vec{E} = \vec{E}_0 \text{sen}(\vec{k} \cdot \vec{r} - \omega t)$$

incide desde un medio de índice de refracción n_1 sobre una superficie plana de índice n_2 coincidente con el plano yz . Si ambos medios son dieléctricos lineales utilizar las condiciones de contorno para el campo eléctrico y comprobar que :

- (a) Las frecuencias de la onda reflejada y transmitida deben ser ω .
 - (b) Las leyes de reflexión y de Snell.
 - (c) Las ecuaciones de Fresnel son especialmente simples para el caso de incidencia normal. Asegúrese que es capaz de deducirlas e interpretarlas para esta situación.
2. Tomar sol a mediodía es peligroso debido a la dosis de radiación que recibe la piel. Estime cuánta radiación puede amortiguar si —durante horas del mediodía— se mete en la piletta. ¿Cómo cambia esa cifra cuándo son las 5 de la tarde?
 3. Una onda electromagnética incide sobre la interfase entre dos materiales dieléctricos de índices de refracción $n_1 = 1$ y $n_2 = 1.5$. Demostrar utilizando las ecuaciones de Fresnel que
 - (a) si la onda está polarizada paralela al plano de incidencia, existe un ángulo de incidencia para el cual la intensidad de la onda reflejada se anula.
 - (b) no es posible polarizar una onda por transmisión.
 4. Suponga que una onda incide desde vidrio $n_1 = 1.5$ sobre una interfase con aire $n_2 = 1$ con un ángulo mayor al crítico. Demostrar que, a pesar de haber reflexión total interna, existe campo eléctrico más allá de la interfase.
 5. Le regalaron unos anteojos cuyos lentes están recubiertos por una delgada capa de cobre con la intención de proteger al usuario.
 - (a) ¿Qué frecuencias no logran atravesar los lentes gracias a esta capa?
 - (b) ¿Cómo se relaciona la respuesta anterior con el rango UV-visible?

Preguntas conceptuales

1. Distinga entre dos formas distintas en que la energía electromagnética puede ser removida por la materia de un haz de luz: absorción, y esparcimiento o dispersión no resonante. ¿Cuáles son los posibles destinos de esa energía en medios densos y en gases?
2. ¿Qué proceso físico (a nivel microscópico) es caracterizado de forma macroscópica por el índice de refracción? ¿Se conserva la energía en dicho proceso?
3. Supongamos que una onda electromagnética se refleja completamente en la superficie de un material dado. Sabemos que cada dipolo presente en material re-radiará luz en *todas* direcciones; por qué no es detectada del otro lado del material?
4. Por qué el estudio de ondas en medios materiales no se limita simplemente a cambiar la velocidad de luz en el medio en la solución de la ecuación de ondas? Para responder esto, explique qué es la dispersión de un paquete de ondas, cuándo sucede, y qué fenómeno físico hace que suceda. Explique también —dado la forma tan general que adoptan las ondas electromagnéticas— por qué generalmente utilizamos ondas monocromáticas.

5. Recurriendo a un modelo sencillo para un dipolo basado en resortes, explique qué es un material transparente, y qué es un metal. Explique también por qué una resonancia cerca del ultravioleta puede explicar (en parte; la otra parte será contemplada en la práctica siguiente) el azul del cielo.
6. Utilizando una analogía con ondas mecánicas, comente sobre la presencia o ausencia de cambio de fase en la onda al reflejarse en un medio.
7. Explique en qué consiste el efecto piel (*skin effect*) observado en los metales, y la gran reflectancia de los mismos.
8. En qué situaciones puede obtenerse un índice de refracción complejo en un metal, y cómo se interpreta? Tiene sentido un campo eléctrico complejo? Explique en cuándo es posible describir a un metal como un *plasma*. Si el plasma es transparente en frecuencias muy altas, explique por qué tiene sentido blindar los rayos x con bloques de metal.
9. ¿Podría construir un espejo para rayos X si las ondas inciden de forma normal a la interfase?
10. Explique qué es la relación de dispersión de un material, por qué se produce, y su relación con el fenómeno de dispersión de un paquete de ondas.
11. Recordando la forma del campo de radiación dipolar y recurriendo a un dibujo, explique por qué espera que haya polarización por reflexión, qué componente es la que desaparece, y qué ángulo debe existir entre el haz refractado y reflejado.
12. Utilizando la ec. de Snell explique el fenómeno de reflexión total interna. Explique por qué debe haber campos del otro lado de la interface reflectante. ¿Cuánto vale la transmitancia en este caso ¿Existirá alguna relación entre la reflexión total interna y la posibilidad de fabricar una fibra óptica?