

1.1: Planteamiento

En esta sección repasaremos algunas cuestiones de electromagnetismo. La óptica electromagnética parte de identificar la luz como fenómeno electromagnético. En consecuencia la luz está gobernada por las ecuaciones de Maxwell. Las ecuaciones de Maxwell microscópicas (en el vacío) son:

$$\nabla \cdot \mathbf{E} = \frac{\rho}{\epsilon_0} \quad (1.1.1)$$

$$\nabla \cdot \mathbf{B} = 0 \quad (1.1.2)$$

$$\nabla \wedge \mathbf{E} = -\frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t} \quad (1.1.3)$$

$$\frac{1}{\mu_0} \nabla \wedge \mathbf{B} = \mathbf{j} + \epsilon_0 \frac{\partial \mathbf{E}}{\partial t} \quad (1.1.4)$$

$$\mathbf{F} = q \left(\mathbf{E} + \frac{d\mathbf{r}}{dt} \wedge \mathbf{B} \right) \quad (1.1.5)$$

Con este bagaje podemos estudiar la propagación de la luz en la materia. La luz es una solución de las ecuaciones de Maxwell en forma de onda electromagnética. Es decir 1 campos $\mathbf{E}(\mathbf{r}, t)$ y $\mathbf{B}(\mathbf{r}, t)$ acoplados y con forma de onda vectorial (un tipo especial de dependencia espaciotemporal). El siguiente esquema resume la interconexión de los fenómenos electromagnéticos con la dinámica de las cargas y corrientes:

$$\begin{aligned} \rho, \mathbf{j} &\longrightarrow \mathbf{E}, \mathbf{B} \\ \{\mathbf{F}\} &\longrightarrow \rho', \mathbf{j}' \\ &\longrightarrow \mathbf{E}', \mathbf{B}' \\ &\longrightarrow \dots \end{aligned}$$

Cargas y densidades de corriente no estacionarias generan campos (luz) variables en el tiempo (ondas que se propagarán en el vacío) que a su vez actuarán sobre otras cargas y corrientes mediante una fuerza. La aceleración inducida en estas últimas dará lugar a nuevas ondas que se superpondrán con las incidentes, etc.

Todo el proceso (generación, propagación, detección) estará sujeto a las ecuaciones de Maxwell. El primer gran problema al que nos vamos a enfrentar será el de la propagación en la materia. En primer lugar hablaremos de las ondas electromagnéticas en el vacío y después pasaremos al problema más complicado de su propagación en la materia.

1. El vector \mathbf{E} se llama campo eléctrico y el vector \mathbf{B} recibe el nombre de inducción magnética.