

Ecuaciones de Maxwell

<p>Ley de Gauss (electricidad)</p> $\int \vec{E} \cdot d\vec{A} = \frac{q_{neta}}{\epsilon_0}$ <p>Las cargas eléctricas son fuentes de campo eléctrico.</p>	<p>Ley de Gauss (magnetismo)</p> $\int \vec{B} \cdot d\vec{A} = 0$ <p>No existen monopolos magnéticos</p>
<p>Ley de Ampère-Maxwell</p> $\int \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 \left(i + \epsilon_0 \frac{d\Phi_E}{dt} \right)$ <p>Las corrientes eléctricas y los campo eléctricos VARIABLES son fuentes de campo magnético.</p>	<p>Ley de Faraday</p> $\int \vec{E} \cdot d\vec{l} = - \frac{d\Phi_B}{dt}$ <p>Los campos magnéticos VARIABLES son fuentes de campo eléctrico.</p>

(Estas ecuaciones están formuladas para fenómenos que ocurren en el vacío).

En 1873 James Clerk Maxwell publica un extenso "Tratado de la electricidad y el magnetismo" donde expone de manera sistemática el conocimiento que se tenía en su época sobre estos fenómenos. Las ecuaciones de Maxwell constituyen para el electromagnetismo algo tan importante como las leyes de Newton para la mecánica. Es decir, que no alcanza con tener "mucho información" sobre un tema para lograr conocimiento científico. El conocimiento científico es sistemático, tiene un orden y una coherencia interna, apoyada en la experimentación en el caso de las ciencias experimentales.

Las cuatro ecuaciones no están contenidas en el tratado de la forma en que aparecen en el cuadro. Estas fueron formuladas más adelante por el físico inglés Oliver Heaviside, quien señaló la simetría existente en las mismas.

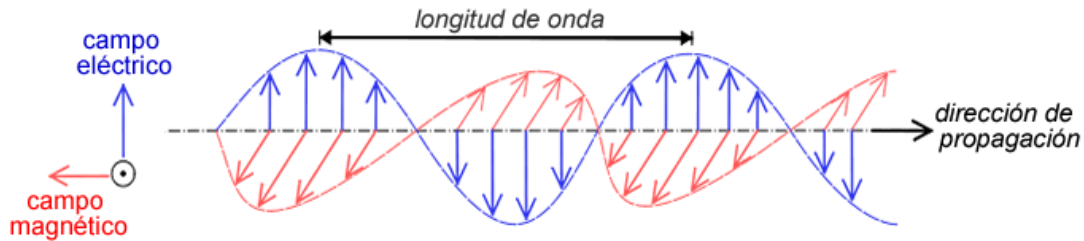
Comentarios:

1) Simetría:

Las ecuaciones de Maxwell ponen en evidencia un alto grado de simetría entre el campo eléctrico y el campo magnético. Sin embargo, las ecuaciones no son totalmente simétricas, porque no existen "cargas magnéticas" (monopolos). Se han buscado en varias oportunidades, pero hasta el momento no existe evidencia de su existencia.

2) Ondas electromagnéticas:

Las cuatro ecuaciones, consideradas juntas, en particular a partir del agregado de la corriente de desplazamiento, predicen la existencia de ondas electromagnéticas. Piénselo: campos eléctricos variables pueden generar campos magnéticos variables, que a su vez generen campos eléctricos variables y así sucesivamente. De esta forma, una perturbación puede ir propagándose en el espacio (aún en el vacío), sin propagación de materia. Esto es una onda electromagnética.



También se desprende que la velocidad de todas las ondas electromagnéticas en el vacío (c) es una constante universal, cuyo valor se relaciona con las constantes vistas en clase para campos eléctricos y magnéticos:

$$c = \frac{1}{\sqrt{(\mu_0 \epsilon_0)}} , \quad c = 3.10^8 \text{ m/s}$$

Las ondas electromagnéticas fueron descubiertas experimentalmente por H. Hertz, quince años después de la publicación del tratado de Maxwell.

3) Relatividad:

En 1905, Albert Einstein (que entonces era un joven físico alemán desconocido) publicó un artículo analizando las contradicciones entre las leyes de Newton y las de Maxwell.

Según Newton: la velocidad depende del observador (si usted mide la velocidad de un auto en la carretera, en reposo, obtendrá un resultado distinto que si la mide desde otro auto en movimiento).

Según Maxwell: la velocidad de las ondas electromagnéticas tiene un valor constante, independiente del observador.

La *teoría de la relatividad especial* da la razón a Maxwell, y agrega importantes cambios a las leyes de Newton, cambios que son apreciables para velocidades "muy altas", cercanas a la velocidad de la luz. El tiempo deja de considerarse absoluto y se modifica la noción de simultaneidad. Esta nueva teoría modificará prácticamente todas las ramas de la física durante todo el siglo XX.