

Teoría clásica del electromagnetismo (James Clerk Maxwell 1860)

Una onda electromagnética (EM) está compuesta por un campo eléctrico y un campo magnético que oscilan en fase, con la misma frecuencia y con dirección perpendicular entre sí y perpendicular a la dirección de propagación (Onda transversal).

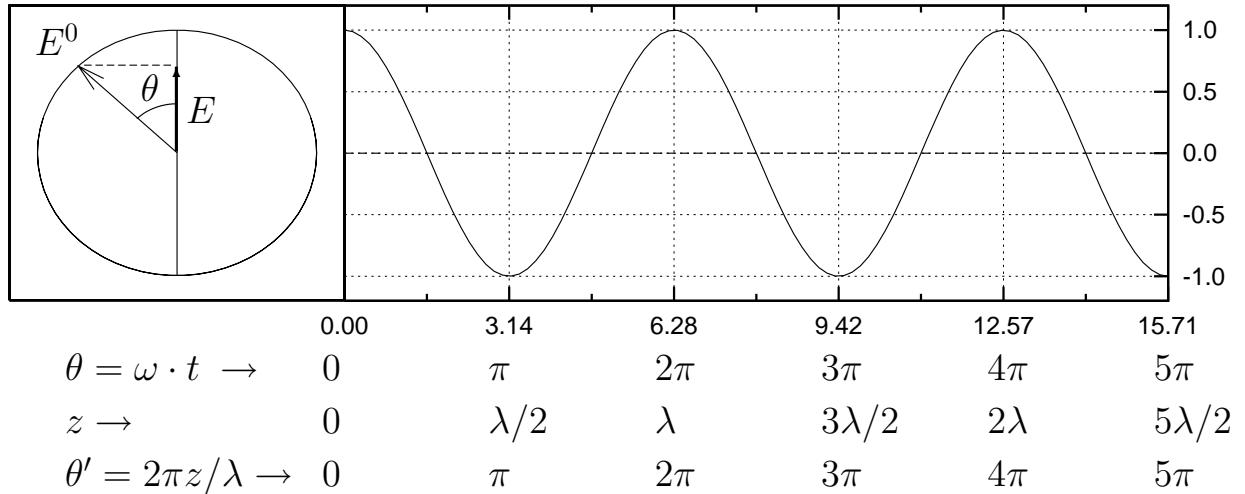


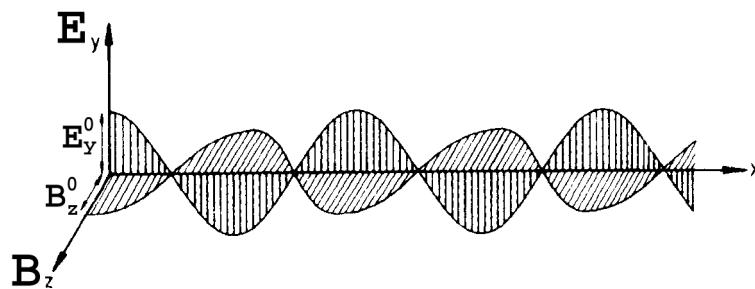
Figura. Variación de E en el tiempo y en el espacio.

$$E(t) = E^0 \cos(\omega \cdot t) = E^0 \cos(2\pi\nu \cdot t)$$

$$E(z) = E^0 \cos\left(\frac{2\pi z}{\lambda}\right) = E^0 \cos(2\pi\tilde{\nu} \cdot z)$$

$$\vec{E}(\vec{r}, t) = \vec{E}^0 \cos(\omega t - \vec{k} \cdot \vec{r}) = \vec{E}^0 \cos(2\pi\nu t - 2\pi\tilde{\nu} \vec{r})$$

$$\vec{B}(\vec{r}, t) = \vec{B}^0 \cos(\omega t - \vec{k} \cdot \vec{r}) = \vec{B}^0 \cos(2\pi\nu t - 2\pi\tilde{\nu} \vec{r})$$



$$\omega \text{ (frecuencia angular)} = 2\pi\nu$$

$$k \text{ (vector de ondas)} = 2\pi\tilde{\nu} = \frac{2\pi}{\lambda}$$

$$v \text{ (velocidad de la radiación)} = c(\text{vacío}) = \lambda \cdot \nu$$

$$\text{Tratamiento cuántico} \quad E = h \cdot \nu \quad (\text{fotón})$$

$$\text{Densidad de energía total: } W(J \text{ m}^{-3}) = \frac{1}{2}\epsilon_0 E^2 + \frac{1}{2\mu_0} B^2 \text{ (S.I.)}$$

$$\text{Intensidad de la radiación: } I(J \text{ s m}^{-2}) = \frac{1}{2}\epsilon_0 c E_0^2 = \frac{1}{2\mu_0 c} B_0^2 \text{ (S.I.)}$$

Tabla 1.1: Espectro de radiación electromagnética mostrando las diferentes técnicas espectroscópicas^a.

	λ	E (cm ⁻¹)	E (J/mol)	E (eV)	ν (Hz)	Téc. espectrosc. ^b
Rayos γ	< 0.1 Å	> 10 ⁹	> 12 · 10 ⁹	>120000	> 3 · 10 ¹⁹	Mössbauer
Rayos X duros	0.1 – 5 Å	10 ⁹ – 2 · 10 ⁷	12 · 10 ⁹ – 240 · 10 ⁸	120000–2400	3 · 10 ¹⁹ – 6 · 10 ¹⁷	XRF
Rayos X blandos	5 – 100 Å	2 · 10 ⁷ – 10 ⁶	240 · 10 ⁸ – 12 · 10 ⁶	2400–120	6 · 10 ¹⁷ – 3 · 10 ¹⁶	Electrón., XPS
UV de vacío	10 – 200 nm	10 ⁶ – 5 · 10 ⁴	12 · 10 ⁶ – 600 · 10 ³	120–6	3 · 10 ¹⁶ – 1.5 · 10 ¹⁵	Electrón., UPS
UV cercano	200 – 400 nm	5 · 10 ⁴ – 2.5 · 10 ⁴	600 · 10 ³ – 300 · 10 ³	6–3	1.5 · 10 ¹⁵ – 7.5 · 10 ¹⁴	Electrónica
Visible	400 – 700 nm	2.5 · 10 ⁴ – 1.4 · 10 ⁴	300 · 10 ³ – 170 · 10 ³	3–1.7	7.5 · 10 ¹⁴ – 4 · 10 ¹⁴	Vibrac., electrón.
IR cercano	0.7 – 2.5 μ m	1.4 · 10 ⁴ – 4000	170 · 10 ³ – 48 · 10 ³	1.7–0.5	4 · 10 ¹⁴ – 1.2 · 10 ¹⁴	Vibracional
IR	2.5 – 25 μ m	4000 – 400	48 · 10 ³ – 5 · 10 ³	0.5–0.05	1.2 · 10 ¹⁴ – 1.2 · 10 ¹³	Rotac., vibrac.
IR lejano	25 μ m – 1 mm	400 – 10	5 · 10 ³ – 120	0.05–0.001	1.2 · 10 ¹² – 1.2 · 10 ¹³	Rotac., vibrac.
Ondas submilimétricas						Rotacional
Ondas milimétricas	1 mm – 10 cm	10 – 0.1	120 – 1.2	0.001–0.00001	3 · 10 ¹¹ – 3 · 10 ⁹	Rotacional
Microondas						Rotac., EPR
Radio frecuencia	> 10 cm	< 0.1	< 1.2	< 0.00001	< 3 · 10 ⁹	RMN, NQR

^a E.A.V. Ebsworth, D.W.H. Rankin y S. Cradock, *Structural Methods in Inorganic Chemistry*, Blackwell Scientific Publications, 1987.

^bXRF: X-ray fluorescence spectroscopy; XPS: X-ray photoelectron spectroscopy; UPS: ultraviolet photoelectron spectroscopy; EPR: electron paramagnetic resonance spectroscopy; NMR: nuclear magnetic resonance spectroscopy; NQR: nuclear quadrupole spectroscopy.