

## RESUMO

### 1. Síntese electromagnética

Cara a 1860, Maxwell realiza unha descrición unificada dos fenómenos eléctricos, magnéticos xunto cos ópticos ao predicir a existencia das ondas electromagnéticas e considerar que a luz é unha onda deste tipo. Nace a teoría electromagnética.

As predicións teóricas de Maxwell foron confirmadas en 1887 polo físico alemán H. Hertz, quen demostrou experimentalmente que circuítos oscilantes emiten ondas electromagnéticas.

#### 1.1. Ecuacións de Maxwell

Nelas Maxwell resumiu todas as leis da electricidade e o magnetismo

<b>primeira ecuación de Maxwell</b>	$\oint_S \vec{E} \cdot d\vec{S} = \frac{Q_{\text{int}}}{\epsilon}$
<b>segunda ecuación de Maxwell</b>	$\oint_S \vec{B} \cdot d\vec{S} = 0$
<b>terceira ecuación de Maxwell</b>	$\oint_C \vec{E} \cdot d\vec{l} = -\frac{d}{dt} \int_S \vec{B} \cdot d\vec{S}$
<b>cuarta ecuación de Maxwell</b>	$\oint_C \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 I + \mu_0 \epsilon_0 \frac{d}{dt} \int_S \vec{E} \cdot d\vec{S}$

### 2. A luz

#### 2.1. Natureza da luz

##### a) Teoría corpuscular de Newton

Xustificaba fenómenos como a propagación rectilínea da luz e a reflexión, pero non aclaraba outros como a refracción.

##### b) Teoría ondulatoria de Huygens

Esta hipótese explicaba facilmente certos fenómenos ondulatorios como a reflexión, a refracción da luz e a dobre refracción. A maior dificultade da teoría ondulatoria residía en que non se observaron na luz fenómenos tipicamente ondulatorios como a difracción.

##### c) Teoría ondulatoria de Fresnel

A principios do século XIX diversos avances revalorizaron a hipótese ondulatoria da luz. Algúns deles foron: as experiencias de Young sobre interferencias luminosas, o descubrimento en 1808 da polarización da luz, ou as experiencias en 1815 de Fresnel sobre a difracción. A hipótese corpuscular, logo de 150 anos de aceptación, foi practicamente abandonada.

##### d) Teoría electromagnética de Maxwell

En 1864 Maxwell estableceu a teoría electromagnética da luz. Propuxo que a luz non é unha onda mecánica senón unha forma de **onda electromagnética** de alta frecuencia. A teoría

electromagnética de Maxwell tivo aceptación xeral e, ao parecer, podía considerarse como a teoría definitiva acerca da natureza da luz.

#### e) *Natureza corpuscular da luz segundo Einstein*

Para explicar o efecto fotoeléctrico, Einstein, a partir da hipótese cuántica de Planck propuxo en 1905 que a luz está formada por **fotóns**. A enerxía de cada un dos fotóns é proporcional á frecuencia da luz ( $E = hf$ )

#### f) *Natureza dual da luz*

A luz ten unha dobre natureza, corpuscular e ondulatoria pero non manifesta simultaneamente ambas as características, nun fenómeno concreto compórtase ou como onda ou como partícula.

### 2.2. Velocidade de propagación da luz

Na historia do estudo da luz houbo dous métodos que son considerados clásicos, aparte do de Michelson: o método de Römer e o de Fizeau. Ambos métodos aproximáronse moito ao valor aceptado actualmente para a velocidade da luz no baleiro, que se designa habitualmente coa letra  $c$  e que se adoita redondear a  $3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ .

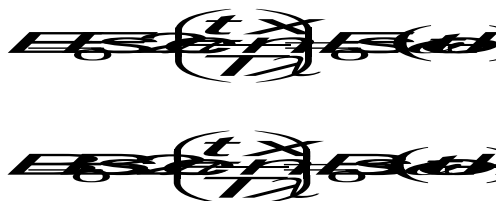
### 2.3. Ondas electromagnéticas

*As ondas electromagnéticas son transversais e consisten na propagación, sen necesidade de soporte material algún, dun campo eléctrico e dun campo magnético perpendiculares entre si e á dirección de propagación.*

A predición de Maxwell sobre a existencia das ondas electromagnéticas foi confirmada en 1887 polo alemán H. Hertz, que produciu e detectou este tipo de ondas.

#### a) *Características das ondas electromagnéticas*

- Ecuacións dos campos eléctricos e magnéticos dunha onda electromagnética



- $\frac{E}{B} = c$   $c = \frac{1}{\sqrt{\mu_0 \epsilon_0}}$

$\epsilon_0$  (constante dieléctrica sen carga) = ~~8.854187~~  $8.854187 \times 10^{-12} \text{ C}^2 \text{ N}^{-1} \text{ m}^{-1}$

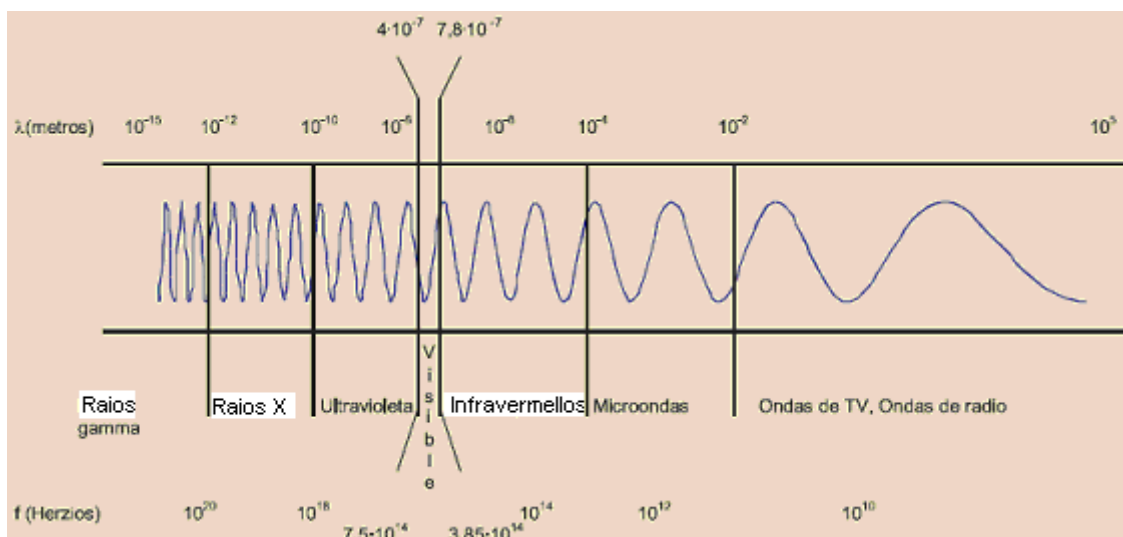
$\mu_0$  (permeabilidade magnética do baleiro) = ~~4\pi \times 10^{-7}~~  $4\pi \times 10^{-7} \text{ T m A}^{-1}$

Se se substitúen estes valores na expresión dada, compróbase que  ~~$c = 310 \text{ m/s}$~~   $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$ .

- $\lambda = cT$   $\lambda = \frac{c}{f}$

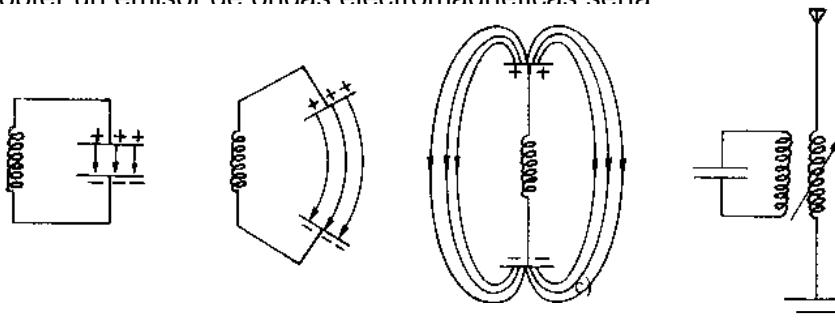
### b) Espectro electromagnético

Denomínase espectro electromagnético ao conxunto de todas as radiacións de diferente frecuencia en que pode descomperse a radiación electromagnética.

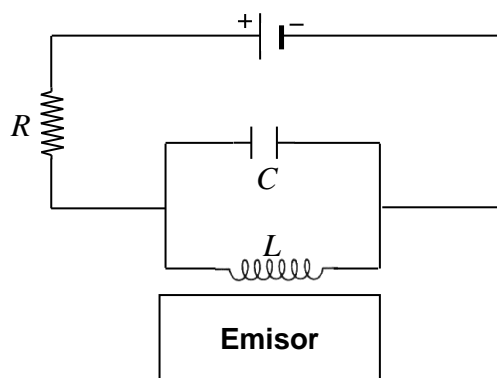


### c) Xeración de ondas electromagnéticas

O proceso para obter un emisor de ondas electromagnéticas sería:



E o circuío en resonancia estaría alimentado por un xerador:



## 2.4. Fenómenos ondulatorios da luz

### a) Reflexión da luz

#### Leis da reflexión

- O raio incidente, o raio reflectido e a normal á superficie atópanse no mesmo plano, chamado plano de incidencia.
- O ángulo de incidencia ( $\hat{i}$ ) e o de reflexión ( $\hat{i}'$ ) son iguais:  $\hat{i} = \hat{i}'$

### b) Refracción da luz

#### Leis da refracción

- O raio incidente, a normal á superficie no punto de incidencia e o raio refractado están situados no mesmo plano.
- A razón entre o seno do ángulo de incidencia  $\hat{i}$  e o do ángulo de refracción  $\hat{r}$  é unha constante igual á razón entre as respectivas velocidades de propagación do movemento ondulatorio (lei de Snell)

$$\frac{\text{sen } \hat{i}}{\text{sen } \hat{r}} = \frac{v_1}{v_2}$$

Índice de refracción  $n = \frac{c}{v}$

Índice de refracción relativo  $n_{21} = \frac{n_2}{n_1}$

Nova expresión para a lei de Snell da refracción  $n_1 \text{sen } \hat{i} = n_2 \text{sen } \hat{r}$

Relación entre a lonxitude de onda incidente e a refractada  $\lambda_2 = \lambda_1 \frac{n_1}{n_2}$

Ángulo crítico e reflexión total  $\text{sen } \hat{m}_c = \frac{n_1}{n_2}$

## 2.5. Aspectos relativos á interacción luz-materia

### a) Dispersión da luz. Prismas

O índice de refracción aumenta lixeiramente coa frecuencia. Cando un medio ten esta dependencia entre o índice de refracción e a frecuencia, dase que presenta dispersión.

### b) Absorción selectiva. A cor

A cor dun obxecto depende da luz que incide sobre el e da natureza do propio obxecto. Un corpo de cor negra é aquel que absorbe toda a radiación incidente. Pola contra, un obxecto que reflicte

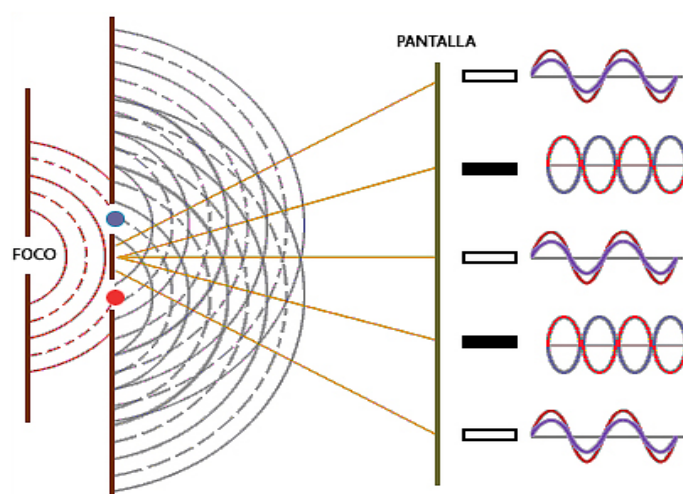
toda a luz que incide sobre el vese da cor da luz coa que foi iluminado (branco se utilizamos luz branca).

## 2.6. Outros fenómenos

Como onda, a luz pode someterse a unha serie de situacións nas que manifesta a súa natureza.

### a) Interferencias

O fenómeno de interferencias da luz foi estudiado por Young (no ano 1801) mediante unha célebre experiencia na que utilizaba un foco de luz con unha única frecuencia (monocromático) que logo pasaba por dúas fendas e chegaba a unha pantalla onde se podía apreciar o efecto debido á interferencia da luz, tal e como se ilustra na seguinte figura:



Construtivas:  $\Delta x = n \cdot \lambda$

$n = 0, 1, 2, 3, \dots$

Destrutivas:  $\Delta x = (2n+1) \cdot \lambda/2$

### b) Polarización

Debido a que a luz é unha onda transversal, pode ser polarizada.

