

Física II

clase 18 (03/06)

Profesor: M. Antonella Cid
Departamento de Física, Facultad de Ciencias
Universidad del Bío-Bío

Carrera: Ingeniería Civil Informática

Energía que transporta una OEM

Podemos determinar la energía por unidad de área y por unidad de tiempo (intensidad) que transporta una OEM mediante el vector de Poynting:

$$S = |\vec{S}| = \frac{1}{\mu_0} EB$$

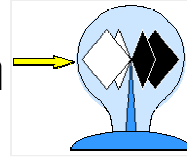
$$\vec{S} = \frac{1}{\mu_0} \vec{E} \times \vec{B}$$

$$I = \bar{S} = \frac{1}{\mu_0} \frac{E_m B_m}{2} \left[\frac{W}{m^2} \right]$$

Intensidad

$$I = \frac{\bar{P}}{A}$$

Presión de radiación



- Las OEM transportan energía y también momentum lineal. Si el momentum es absorbido por una superficie, se ejerce presión sobre esa superficie. Es decir, es posible ejercer presión (fuerza/área) sobre un objeto apuntando un haz de luz sobre éste.
 - Para incidencia normal:
 - Para un objeto que **absorbe toda** la radiación incidente:

$$p = \frac{F}{A} = \frac{I}{c}$$
 - Para un cuerpo que **refleja toda** la radiación incidente:

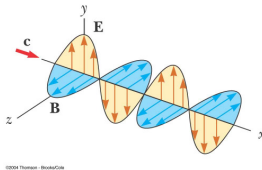
$$p = \frac{F}{A} = 2\frac{I}{c}$$
- Si la absorción o reflexión no son totales, la presión de radiación es un valor intermedio entre los mencionados

Ejemplos

- Un puntero láser de 3 [mW] de potencia crea una mancha de 2 [mm] de diámetro en la pantalla. Determine la presión de radiación en la pantalla si ésta refleja el 70% de la luz incidente
- El sol entrega 10^3 [W/m²] de energía a la superficie de la Tierra mediante radiación electromagnética. Calcule la potencia total que incide en un techo de (8×20) [m²]. Determine la presión de radiación y la fuerza ejercida en el techo por dicha radiación.

Polarización de ondas luminosas

- Un haz normal de luz (proveniente de una lámpara o del Sol) está formado por un gran número de ondas emitidas por los átomos que conforman la fuente luminosa
- Cada átomo produce una onda que tiene una orientación particular del campo eléctrico **E**, correspondiente a la dirección de vibración atómica
- La **dirección de polarización** de cada una de las ondas individuales se define como la dirección en la cual vibra el campo eléctrico

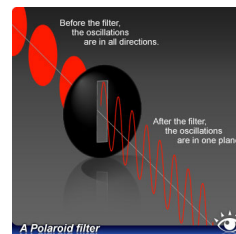
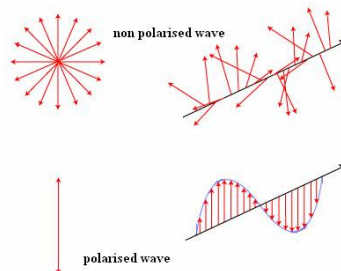


Física II MAC I-2011

5

Polarización de ondas luminosas

- Cuando cualquier dirección de vibración de la fuente de las OEM es factible, la onda electromagnética resultante es una superposición de ondas que vibran en muchas direcciones diferentes. El resultado es un **haz de luz no polarizado**
- Cuando el campo eléctrico resultante de un haz de luz vibra en un única dirección en un punto particular se dice que **el haz está linealmente polarizado**



Física II MAC I-2011

6

Polarización por absorción selectiva

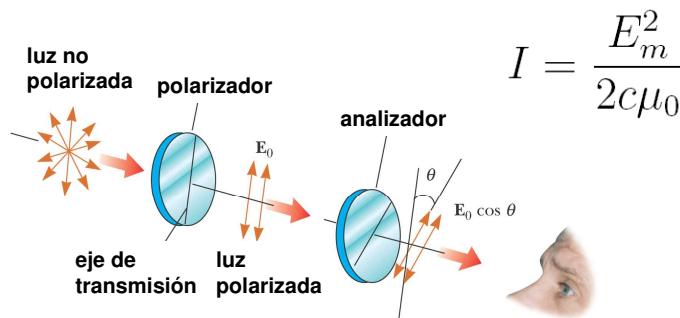
- Es posible obtener un haz linealmente polarizado a partir de luz no polarizada eliminando todas las ondas del haz con excepción de aquellas cuyos vectores de campo eléctrico vibran en la dirección deseada
- La técnica más común es usar un material que transmita sólo las ondas cuyos campos eléctricos vibren en un plano paralelo a cierta dirección
- En 1938 se descubrió un material llamado polaroid que polariza la luz mediante absorción selectiva efectuada por moléculas orientadas



Polarización por absorción selectiva

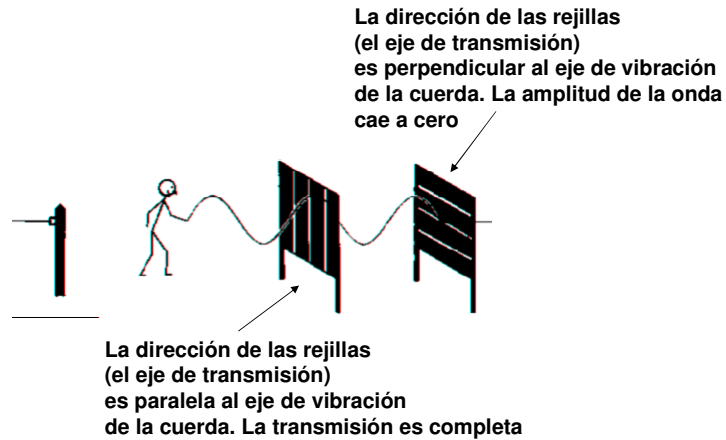
El **eje de transmisión** corresponde a la dirección perpendicular a las cadenas moleculares

En un polarizador ideal se transmite toda la luz cuyo **E** sea paralelo al eje de transmisión y se absorbe toda la luz cuyo **E** sea perpendicular al eje de transmisión

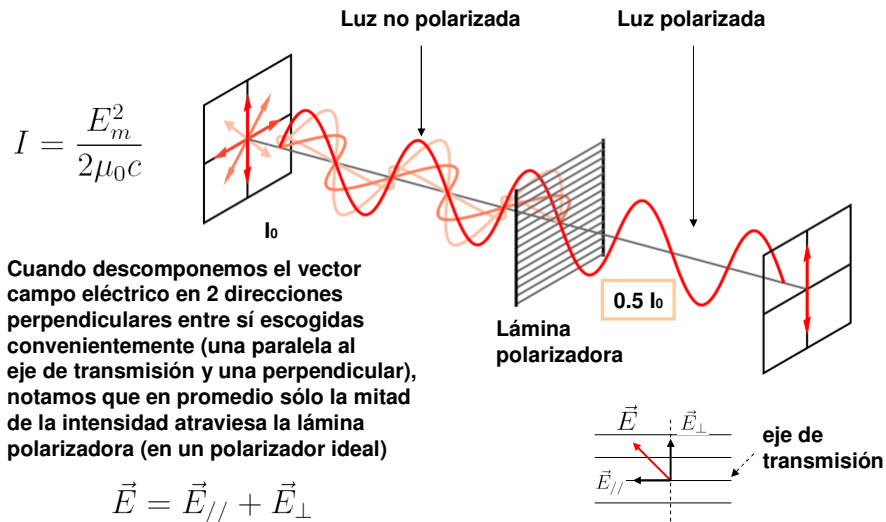


$$I = \frac{E_m^2}{2c\mu_0}$$

Análogo mecánico



Polarización por absorción selectiva

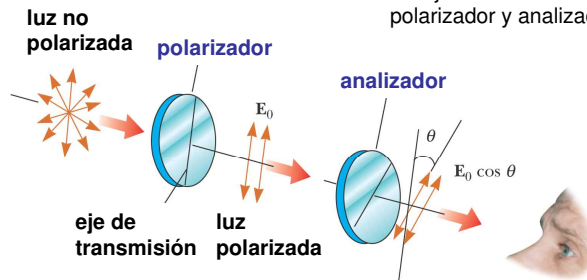


Ley de Malus

Cuando un polarizador perfecto es colocado en el camino de un **haz de luz polarizado**, la intensidad de la luz que pasa a través del polarizador es dada por:

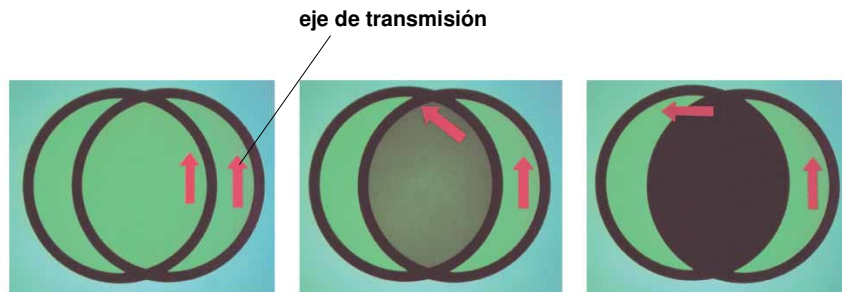
$$I = I_m \cos^2 \theta$$

θ es el ángulo que se forma entre los ejes de transmisión del polarizador y analizador



©2004 Thomson - Brooks/Cole

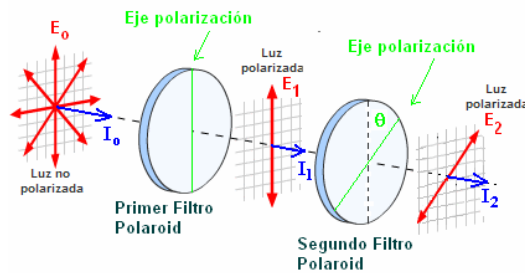
Polarizador



©2004 Thomson - Brooks/Cole

Ejemplo

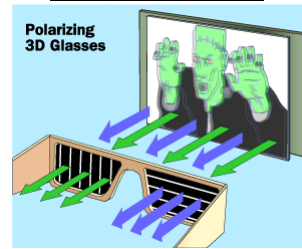
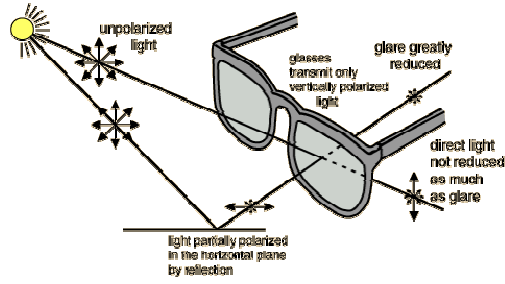
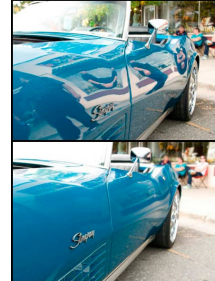
- ¿A qué ángulo deben estar los ejes de dos filtros polaroid para reducir la intensidad de una fuente de luz no polarizada a:
 - (a) $\frac{1}{2}$
 - (b) $\frac{1}{4}$
 - (c) $\frac{1}{10}$
 - (d) $\frac{1}{100}$



Ejemplo

- Un haz de luz está polarizado linealmente en la dirección vertical. El haz incide normalmente sobre un primer filtro polaroid cuyo eje de polarización forma un ángulo de 58.8° con la vertical. El haz transmitido por el filtro incide normalmente sobre un segundo filtro polaroid cuyo eje de polarización es horizontal. La intensidad del haz inicial es de $43.3 \text{ [W/m}^2\text{]}$. Encuentre la intensidad del haz transmitido por el segundo filtro.

Polarización por reflexión



Física II

MAC

I-2011

15