

---

## POLARIZACIÓN<sup>1</sup>

---

### OBXECTIVOS

- Analizar as propiedades e características básicas da luz polarizada, para relacionar os fenómenos ópticos cos electromagnéticos.
- Dar un soporte experimental acerca da natureza electromagnética da luz e a súa consideración de onda transversal.
- Verificar o cumprimento da lei de Malus dun xeito cualitativo nun sistema de dous polarizadores lineais.

### FUNDAMENTO TEÓRICO

Nunha onda transversal a propiedade que vibra ou oscila é unha magnitude de carácter vectorial e faíno nunha dirección perpendicular á dirección de propagación. Dicimos que unha onda transversal está polarizada se a propiedade que vibra faíno dun modo predicible, é dicir, sempre paralelamente a unha dirección fixa (polarización lineal) ou co vector que describe a vibración rotando a unha frecuencia dada ao redor da dirección de propagación (polarización circular).

Desde logo o concepto de polarización carece de sentido para unha onda lonxitudinal como o é, por exemplo, unha onda de presión.

Un exemplo de onda mecánica transversal é o caso dunha onda viaxando por unha corda; aquí o desprazamento ou elongación é perpendicular a dirección de propagación da onda. A vibración pode ocorrer en calquera dirección perpendicular á súa propagación. Se se intercala unha fenda nalgún punto da corda, é claro que só as oscilacións na dirección da fenda poderán pasar. Este dispositivo que só deixa pasar as vibracións nun só estado de polarización chámase un polarizador. Nesta práctica de laboratorio, estudaremos as propiedades análogas ás descritas para o caso da luz.

As ondas luminosas non adoitan estar polarizadas, de forma que a vibración electromagnética prodúcese en todos os planos. A luz que vibra nun só plano chámase luz polarizada.

Como este fenómeno de polarización só é posible con ondas transversais, pero non con lonxitudinais, se se demostra que un feixe luminoso pode ser polarizado, chegaremos á conclusión de que as ondas luminosas son transversais.

A luz emitida por unha fonte está constituída por unha serie de trens de ondas procedentes de átomos distintos; en cada un destes trens de ondas o campo eléctrico oscila nun plano determinado pero, en xeral, a súa orientación é distinta duns a outros.

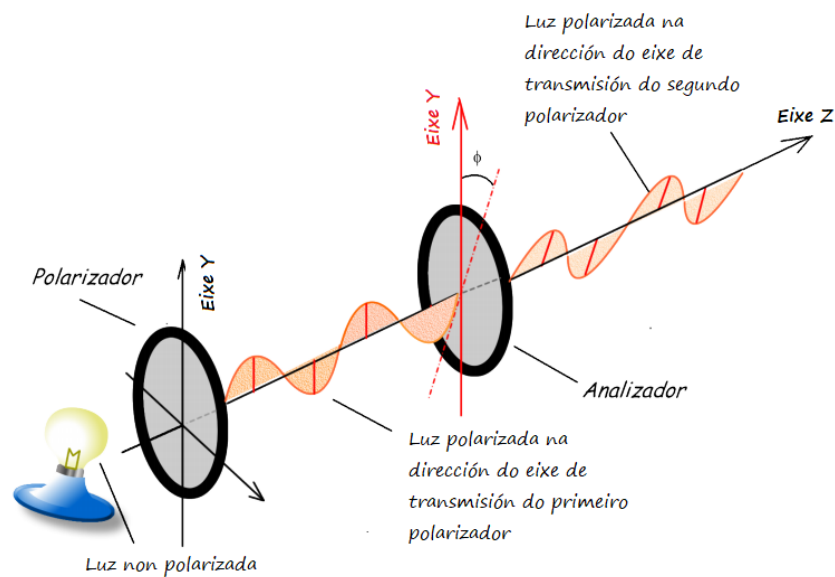
Dado o enorme número de moléculas e átomos dunha fonte luminosa, compréndese o gran número de trens de ondas que constitúe un feixe de luz e, por conseguinte, a existencia neste de ondas polarizadas en todas as direccións transversais posibles.

### POLARIZACIÓN POR ABSORCIÓN

Hai materiais denominados polarizadores (algúns cristais, as láminas Polaroid...) que non absorben a enerxía luminosa cando o vector campo eléctrico incide sobre eles nunha determinada dirección, pero que si a absorben para outras direccións. A dirección para a que o material non absorbe luz denomínase eixo de transmisión do polarizador. Na práctica estúdase a polarización facendo pasar a luz a través de dúas polarizadores (o segundo denomínase analizador) con eixos de transmisión que forman entre si un ángulo  $\phi$ , segundo a montaxe da figura.

---

<sup>1</sup> Os aspectos cuantitativos desta actividade serán opcionais, facendo fincapé nos aspectos cualitativos da polarización.



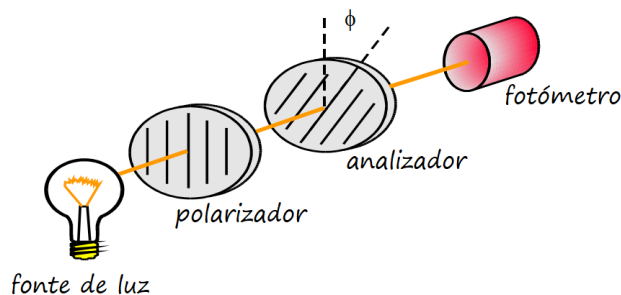
A intensidade de luz transmitida é proporcional ao cadrado da amplitude do campo eléctrico, obedecendo a lei de Malus:

$$I = I_0 \cdot \cos^2 \Phi$$

Para comprobar a Lei de Malus, utilízase unha fonte de luz que incida nun corpo que sostén dous polarizadores graduados de 0° a 360°. Ao proxectar a luz sobre os polarizadores, inicialmente deben estar aliñados a 0°. Posteriormente deberase virar só un dos dous polarizados a cantidade de graos seleccionados, de tal forma que lle permita obter a intensidade luminosa que se obtén en función do ángulo virado.

## PROCEDIMENTO

O dispositivo experimental móstrase esquematicamente de xeito ideal na figura. A fonte de luz é unha lámpada incandescente e colócanse dous polarizadores e un fotómetro (empregar unha aplicación de móbil ou tablet, -como Physics Toolbox, por exemplo- ou un fotómetro). O primeiro polarizador (máis próximo á fonte) denomínase simplemente polarizador e o máis afastado é o analizador. Un dos dous debe ter un goniómetro para medir a súa posición angular.



Previo aos experimentos, e de ser posible, é conveniente calibrar en intensidade o fotómetro. Este procedemento é importante se se está a empregar un fotómetro non calibrado previamente. Para iso propónse o seguinte método, baseado na **variación da intensidade da luz coa distancia**.

Neste caso propónse usar unha fonte de luz o máis parecido que sexa posible a unha fonte puntual, sen lentes nin reflectores. A idea é medir a variación de sinal proporcionado polo fotómetro con distanciaa fonte-fotómetro. Supondo que a intensidade luminosa da fonte varía seguindo a lei  $1/r^2$ , é posible realizar unha calibración relativa do fotómetro.

Unha vez calibrado o fotómetro propónse estudar como varía a intensidade luminosa transmitida en función do ángulo entre os dous polarizadores. Para iso, mantendo constante a distancia fonte-

detector, rote o polarizador (ou analizador se prefire) até que a iluminación transmitida sexa máxima e tome este ángulo como orixe para medir o ángulo entre eles ( $\phi = 0^\circ$ ). De ser posible convén variar  $\phi$  entre  $0^\circ$  e  $180^\circ$  en pasos de aproximadamente  $10^\circ$ . Representando a iluminancia,  $E_v(\phi)$ , medida polo fotómetro en función de  $\phi$  e en función de  $\cos^2(\phi)$ , pódese verificar o cumprimento da lei de Malus.

Vemos que a medida que aumenta o ángulo entre os eixos de transmisión dos polarizadores, a intensidade obtida diminúe, até chegar ao negro absoluto, intre no que os eixos mencionados atópanse perpendiculares entre si.

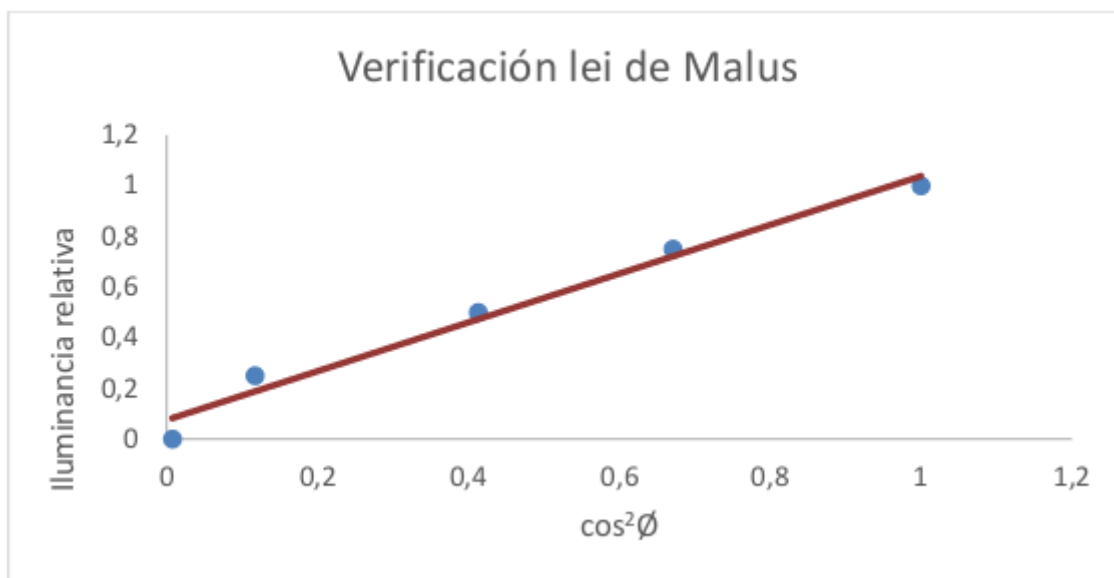
### Obtención e tratamento de datos:

Nº experiencias	1	2	3	4	5
Ángulo ( $\Phi, ^\circ$ )					
Iluminancia (lux)					

A partir dos datos obtidos procederáse ao seu tratamento para construír a gráfica que permita a determinación da relación entre iluminancia e o ángulo formado polo polarizador e analizador.

### TRATAMENTO DE DATOS

Nº experiencias	1	2	3	4	5	Valores medios
Ángulo ( $\Phi$ )						
Iluminancia relativa ( $E_v/E_{v0}$ )						
$\cos \Phi$						
$\cos^2 \Phi$						



A partir desta experiencia pódese demostrar a relación de proporcionalidade lineal que hai entre a intensidade relativa e o cadrado do coseno do ángulo formado polos eixos dos polarizadores, mostrando gráfica e analiticamente a relación uno que hai entre ditas medidas.

Para lograr a verificación da lei de Malus, a representación gráfica da intensidade relativa en función  $\cos^2 \phi$  debe ser unha recta de pendente igual a 1

### CUESTIÓNS

- Dar argumentos que xustifique a validez da lei  $I \propto 1/r^2$  na calibración do fotómetro.
- Facer hipóteses razoables que permitan dar conta das observacións, polo menos en forma semicuantitativa.
- Xustificar que o experimento permite clasificar á luz como unha onda transversal.
- Interpretar os resultados obtidos nas gráficas.