

# SESIÓN 10:

## ANALIZADOR DE PENUMBRA.

## INTERFERÓMETRO DE FABRY-PEROT

### TRABAJO PREVIO: ANALIZADOR DE PENUMBRA

#### ○ CONCEPTOS FUNDAMENTALES

- **Luz natural**

Luz con el vector eléctrico vibrando en todas las direcciones del plano perpendicular a la dirección de propagación.

- **Estados de polarización de la luz**

Son los estados obtenidos por superposición de ondas electromagnéticas luminosas de la misma frecuencia cuyos vectores eléctricos vibran en direcciones perpendiculares. Clasificación de los estados puros de polarización:

- Luz linealmente polarizada

El vector eléctrico vibrando según una única dirección. Es equivalente a superposición de dos ondas luminosas de la misma frecuencia con vectores perpendiculares, desfasadas 0 o  $\pi$  radianes. Se adopta el convenio de cargar la fase sobre la componente y ( $\Delta\Phi=\Phi_y-\Phi_x$ ). En la figura 10.1 se muestran una vista frontal de una luz linealmente polarizada cuya dirección de vibración forma un ángulo  $\alpha$  con el eje x (izquierda) y una vista completa de una luz linealmente polarizada vibrando según el eje y (derecha).

Desfase 0 (vibración en 1º y 3º cuadrantes)

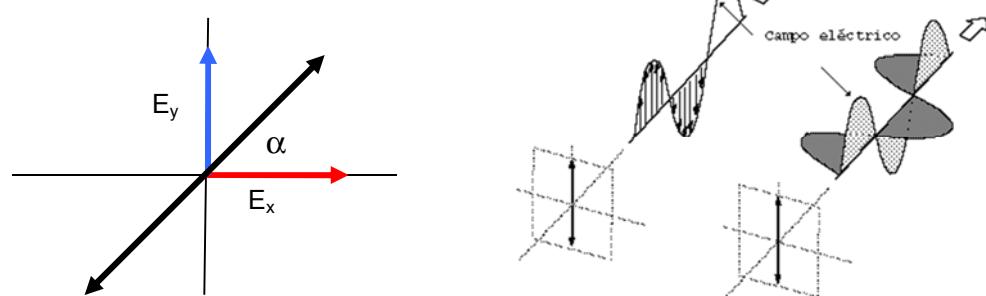


Figura 10.1. Luz linealmente polarizada.

- **Obtención de luz polarizada: polarizadores lineales**

Los polarizadores (figura 10.2) son dispositivos que seleccionan una dirección particular de vibración de la luz sobre su eje de transmisión. Tras atravesarlos la luz natural emerge luz linealmente polarizada en la dirección seleccionada mediante la orientación del eje de transmisión del polarizador. El eje perpendicular al de transmisión se denomina eje de extinción. Hay una variedad de métodos para conseguir esta selección, entre los que destacan la absorción selectiva por dicroismo (más común), reflexión con ángulo de Brewster, o polarización por dispersión.



Figura 10.2. Polarizadores lineales.

Si sobre un polarizador lineal incide luz linealmente polarizada, la intensidad transmitida resulta:

$$I_t = I_o \cdot \cos^2 \alpha \quad (10.1)$$

donde  $\alpha$  es el ángulo formado entre la dirección de vibración de la luz incidente y el eje de transmisión del polarizador. De la ecuación (10.1) se deduce que si colocamos dos polarizadores con sus ejes de transmisión formando  $90^\circ$  no habrá luz transmitida por el segundo polarizador.

- **Giro del eje de vibración de la luz polarizada: láminas de media onda**

Las láminas retardadoras (figura 10.3) están formadas por materiales birrefringentes, generalmente medios cristalinos anisótropos. Se tallan de forma que al incidir normalmente un haz de luz a su paso por la lámina las componentes que vibran según las *líneas neutras* de la lámina emergen con un cierto desfase entre ellas, que se calcula como:

$$\varphi = \frac{2\pi}{\lambda} \Delta = \frac{2\pi}{\lambda} (n_e - n_o) d \quad (10.2)$$

donde  $\Delta$  es la diferencia de camino óptico en el interior de la lámina entre la componente que presenta índice de refracción  $n_e$  (onda extraordinaria) y la componente que presenta índice  $n_o$  (onda ordinaria). Estos dos ejes o líneas neutras de la lámina también se denominan *eje rápido* y *lento*. El factor  $n_e - n_o$  se denomina *birrefringencia* de la lámina (diferencia de índices de refracción entre las líneas neutras) y  $d$  es el espesor de la lámina.



Figura 10.3. Láminas de media onda.

Como se deduce de la ecuación (10.2), el desfase depende de la longitud de onda de la luz incidente. Los retardadores más habituales son las *láminas de  $\lambda/2$*  o *de media onda*, que introducen un desfase de  $\pi$  para una determinada longitud de onda. Si la luz incide vibrando según el eje óptico de la lámina (una de las líneas neutras) ésta se comporta como si fuera un medio homogéneo e isotrópico con índice de refracción  $n_o$ .

Si sobre una lámina  $\lambda/2$  incide luz natural, a la salida se obtiene luz natural, puesto que el desfase introducido entre las componentes ordinaria y extraordinaria no afecta al resto de direcciones de vibración de la luz incidente.

Si sobre una lámina  $\lambda/2$  incide luz linealmente polarizada formando un ángulo  $\alpha$  con el *eje rápido* o línea neutra de menor índice de refracción, a la salida se obtiene luz linealmente polarizada, pero que ha girado un ángulo  $2\alpha$  y forma ahora un ángulo  $-\alpha$  con el eje rápido de la lámina. Este giro es consecuencia directa de introducir un desfase adicional de  $\pi$  sobre la componente que vibra según el *eje lento* de la lámina. Así, para una lámina de media onda con el eje rápido vertical, podemos ver el resultado de la actuación sobre una luz linealmente polarizada en la figura 10.4.

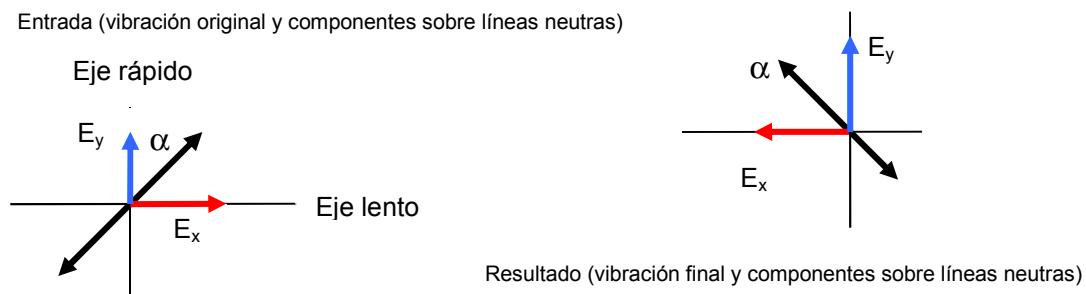


Figura 10.4. Actuación de una lámina de media onda sobre luz linealmente polarizada.

- **Actividad óptica**

Es la capacidad que tienen determinadas sustancias químicas de introducir cambios en la dirección de vibración de la luz cuando ésta atraviesa una disolución de las mismas. De acuerdo a la *ley de Biot*, la rotación introducida en la dirección de vibración de una luz linealmente polarizada que atraviesa un espesor  $d$  de una disolución de una sustancia ópticamente activa es:

$$\Delta\theta = kcd \quad (10.3)$$

donde  $k$  es una constante propia de la sustancia denominada *poder rotatorio específico* y  $c$  es la concentración de la sustancia en la disolución (en g/cm<sup>3</sup>).

La ley de Biot permite calcular la concentración de una disolución conociendo la desviación que introduce en una luz linealmente polarizada y la constante de proporcionalidad  $kd$ .

Normalmente las moléculas de *sustancias quirales* (de la misma composición química pero estructura molecular diferente) como los *enantiómeros* o *isómeros ópticos* presentan actividad óptica. Dos enantiómeros son moléculas cuya estructura es imagen especular una de la otra, como en el ejemplo de la figura 10.5. La molécula de la izquierda gira el plano de polarización de la luz en sentido antihorario (levógiro), mientras que la de la derecha introduce un giro en sentido horario (dextrógiro).

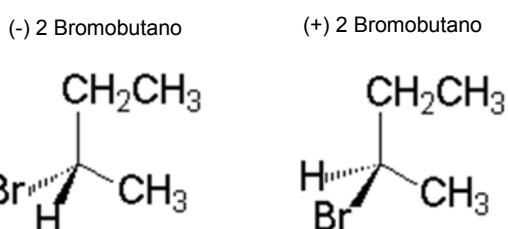


Figura 10.5. Enantiómeros.

### • Analizador de penumbra

El analizador de penumbra, también llamado *polarímetro* o *sacarímetro*, es un instrumento diseñado para medir la desviación introducida en el eje de vibración de la luz linealmente polarizada al atravesar una sustancia ópticamente activa.

Sus componentes podemos verlos esquematizados en la figura 10.6: sistema de iluminación, polarizador de entrada (P1), tubo de vidrio hueco y analizador. Este último está compuesto de una lámina de media onda (L) y un polarizador de salida (P2), de forma que la lámina sólo cubre un tercio del campo circular del polarizador. El analizador lleva adosada una escala giratoria para medir las desviaciones angulares en grados, con un nonius que aprecia hasta la veintésima de grado. A través del visor situado tras el analizador, se observa un campo circular dividido en tres semicírculos (figura 10.7). La fuente de iluminación que generalmente se utiliza es una lámpara de descarga de Na.

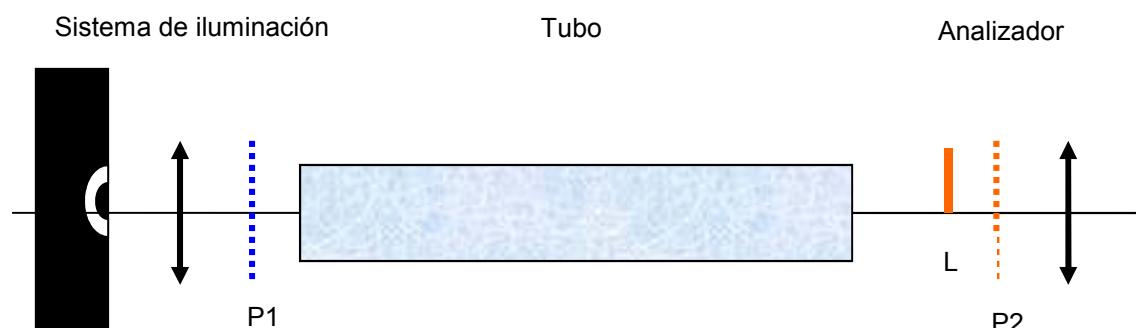
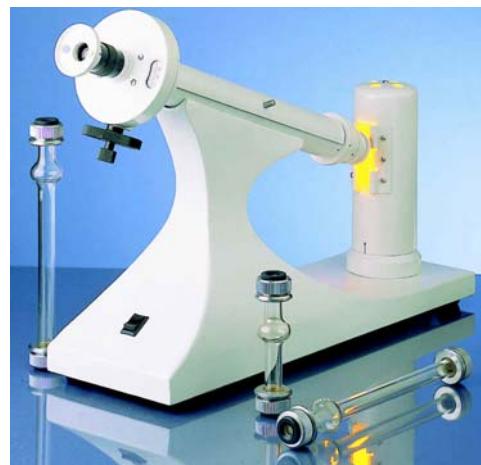


Figura 10.6. Esquema de un sacarímetro.

En la situación de partida, la luz de los campos exteriores atraviesa P1, pasa por la lámina de media onda (que introducirá un giro en el plano de polarización de P1 salvo que la dirección de transmisión de P1 coincida con alguna de sus líneas neutras) y por P2. Mientras que la luz del campo central atraviesa sólo P1 y luego P2. El polarizador P2 está colocado de forma que su eje de extinción forma un ángulo pequeño con una de las líneas neutras de la lámina. Cuando la dirección de transmisión de P1 coincide con una de las líneas neutras, la lámina no introducirá giro para P1, con lo que la intensidad en los tres campos será igual. En ese caso además la intensidad será pequeña puesto que P1, al coincidir con la línea neutra de la lámina, forma también un ángulo pequeño con el eje de extinción de P2.

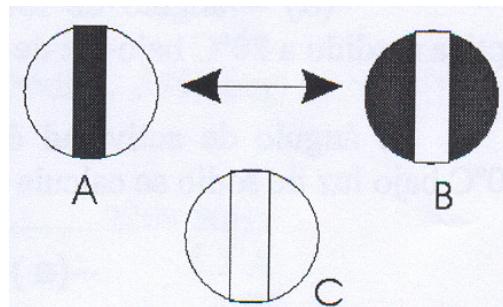


Figura 10.7. Semicampos del sacarímetro.

La toma de datos de desviaciones consta de dos partes fundamentales: el ajuste de cero y la medida de la rotación introducida por la sustancia ópticamente activa. El ajuste de cero se realiza bien con el tubo lleno de agua o vacío. En ambos procedimientos se procura ajustar el ángulo entre las líneas neutras de la lámina L y el polarizador P2 para igualar la intensidad percibida en los tres semicampos. Se parte en principio de una configuración como la indicada en la figura 10.7 A ó B, para llegar finalmente a la situación indicada en la figura 10.7 C, con los tres semicampos iguales. La igualación se realiza en condiciones de intensidad reducida (semioscuridad), con el fin de aprovechar la mayor sensibilidad del ojo para detectar variaciones de intensidad cuando los estímulos visuales son poco luminosos (ley de Weber).

## ○ CUESTIONES

- 1.- Especifique el estado de polarización y dirección de vibración de una luz cuyo campo eléctrico tiene las siguientes componentes:

$$E_x = 2 \operatorname{sen}(\omega t - kx)$$

$$E_y = 5 \operatorname{sen}(\omega t - kx)$$

- 2.- Calcule la intensidad transmitida por los siguientes dispositivos, iluminados por una fuente de Na de intensidad  $I_0$ , linealmente polarizada a  $45^\circ$  con el eje x:

a) Polarizador lineal a  $120^\circ$  con el eje x.

b) Lámina de media onda a  $120^\circ$  con el eje x más polarizador lineal a  $110^\circ$  con el eje x.

- 3.- Calcule el giro introducido en la dirección de vibración de una luz linealmente polarizada que atraviesa 5 cm de una disolución de sacarosa de  $20\text{g/l}$  ( $k=6.64 \text{ } ^\circ\text{cm}^2/\text{g}$ ).

- 4.- ¿Por qué piensa que es importante utilizar una fuente casi monocromática para iluminar el polarímetro?

# GUIÓN DE LA SESIÓN: ANALIZADOR DE PENUMBRA

## ○ OBJETIVO

Medida del ángulo de giro del plano de polarización introducido por distintas concentraciones de una disolución de glucosa. Determinación de la concentración de una disolución problema de la misma sustancia a partir del ángulo de giro introducido por la misma.

## ○ MEDIDA DE ÁNGULOS DE GIRO

Para disoluciones de concentración conocida el proceso de medida con el analizador de penumbra consta de dos fases fundamentales: *toma de cero* y *medida* propiamente dicha.

Tras encender la fuente de Na y esperar cinco minutos para que se estabilice, se procede a llenar el tubo del analizador de penumbra con agua (que no es ópticamente activa) y se observa a través del visor el campo circular tripartito (dividido en tres secciones) del instrumento.

- ❖ Al llenar el tubo, se tendrá especial cuidado con el pequeño disco de vidrio que incorpora el tapón, para evitar su rotura, y con no apretar en exceso el tapón para evitar tensiones en dicho disco. Se procurará también que no queden burbujas de aire en su interior, aunque el tubo cuenta con un ensanchamiento que permite posicionar las burbujas de forma que no afecten a la medida, siempre que no sean excesivamente grandes.

La toma de cero consiste en girar la escala acoplada al visor mediante el tornillo inferior, hasta que los tres campos presenten la misma intensidad. Si el instrumento está bien calibrado, la escala marcará  $0.0^\circ$ , si no deberá de considerar la lectura como error de cero. Anotare la posición de cero marcada por la escala del instrumento, realizando el número de medidas necesario para asegurar una dispersión lo bastante baja. Esta medida de cero debe tomarla al principio del experimento, no siendo necesario tomarla cada vez que cambie la disolución.

Para realizar la medida de las disoluciones debe poner a cero el analizador, vaciar el tubo aclarándolo cuidadosamente, ya que si estuviera lleno de otra disolución, podría falsear. Posteriormente ha de llenarlo con la disolución de glucosa de concentración conocida, teniendo cuidado de agitar ésta previamente y también las precauciones de llenado explicadas anteriormente para el agua. Tras colocar el tubo en posición y cerrar el analizador, observará a través del visor que la intensidad de los tres campos vuelve a ser

diferente. Esto se debe a que la glucosa ha girado el plano de polarización y la luz que llega a la lámina y P2 ya no está alineado con P1. Moviendo la escala, compensaremos este giro introducido por la sustancia activa hasta volver a tener igualación de los tres campos. Entonces, la nueva dirección de vibración coincidirá con una de las líneas neutras de la lámina. Tome entonces la lectura de la escala y obtendrá la diferencia en ángulo con el cero medido anteriormente. Esta diferencia es el ángulo  $\Delta\theta$  de giro introducido por la disolución de glucosa.

Repita el proceso de toma de cero y medida para las cuatro disoluciones de concentración conocida. Después, ajuste linealmente por mínimos cuadrados  $\Delta\theta$  en función de la concentración  $c$ , para obtener la pendiente de la recta, que corresponde al producto  $kd$  de la ley de Biot (ecuación (10.3)).

## ○ **MEDIDA DE LA CONCENTRACIÓN DE LA DISOLUCIÓN PROBLEMA**

La pendiente obtenida en el proceso de ajuste realizado a partir de los datos de disoluciones de concentración conocida permite calcular la concentración  $c$  de una disolución problema a partir de la medida del ángulo de giro,  $\Delta\theta$ , que introduce al ser atravesada por luz linealmente polarizada.

Llene el tubo, con las precauciones indicadas anteriormente, con la disolución problema. Ajustare la escala hasta la igualación, con mínima intensidad, de los tres campos y obtendrá  $\Delta\theta$  tras sustraer la posición de cero. Después, basta aplicar la ley de Biot para calcular la concentración de la disolución problema, con su correspondiente incertidumbre.

## ○ **CÁLCULO DEL PODER ROTATORIO ESPECÍFICO DE LA GLUCOSA**

A partir de la pendiente de la recta obtenida, teniendo en cuenta las unidades correctas para la concentración según lo descrito en el trabajo previo, calcule el poder rotatorio específico para la glucosa y su correspondiente incertidumbre, sabiendo que la longitud del tubo del analizador es de 20 cm.

# TRABAJO PREVIO: INTERFERÓMETRO DE FABRY-PEROT

## ○ CONCEPTOS FUNDAMENTALES

Cuando dos haces de luz coinciden espacial y temporalmente pueden interferir, lo que afecta a la distribución de intensidades resultante. La coherencia de dos haces expresa hasta qué punto están en fase sus ondas. Si la relación de fase cambia de forma rápida y aleatoria, los haces son incoherentes, y la intensidad de la onda resultante será la suma de las intensidades. Si dos trenes de ondas son coherentes y el máximo de una onda coincide con el máximo de otra, ambas ondas se combinan produciendo en ese punto una intensidad mayor que si los dos haces no fueran coherentes. Si son coherentes y el máximo de una onda coincide con el mínimo de la otra, ambas ondas se anularán entre sí parcial o totalmente, con lo que la intensidad disminuirá (figura 10.8).

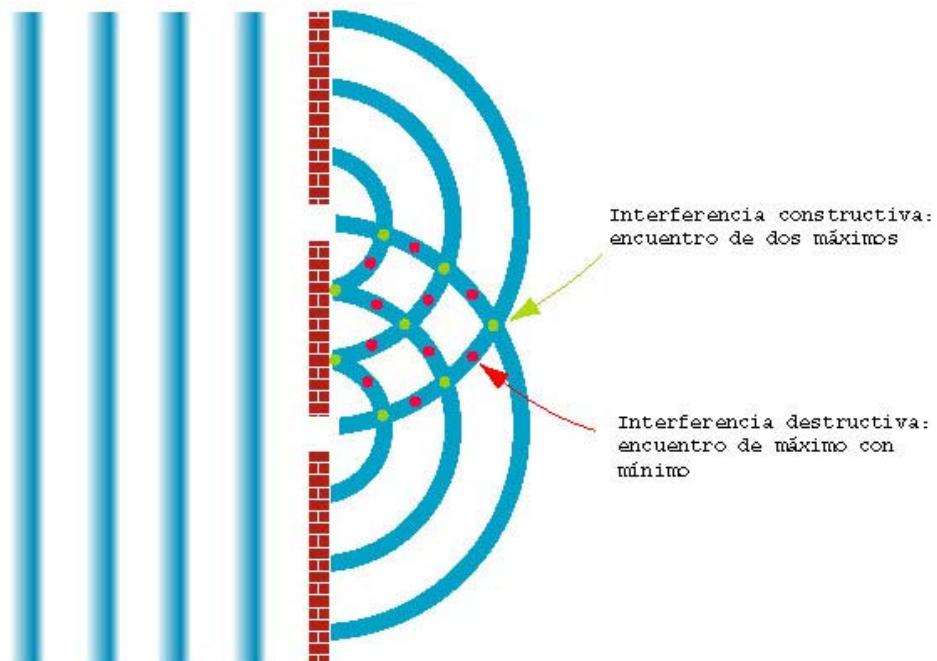


Figura 10.8. Interferencia de dos ondas.

### • Condiciones de interferencia

Cuando las ondas son coherentes, puede formarse un diagrama de interferencia formado por franjas oscuras y claras. Para producir un diagrama de interferencia constante, ambos trenes de ondas deben estar polarizados en el mismo plano.

Los átomos de una fuente de luz ordinaria irradian luz de forma independiente, por lo que una fuente extensa de luz suele emitir radiación incoherente. Entonces, para obtener luz coherente de una fuente se selecciona una parte reducida de la misma mediante un pequeño orificio o rendija, la luz

procedente de esta parte se separa (mediante una doble rendija, un doble espejo o un doble prisma) y se hace que ambas ondas recorran trayectorias de longitud ligeramente diferente antes de combinarlas de nuevo. El resultado es una interferencia con luz coherente, por lo que se produce un diagrama de interferencias.

- **Experimento clásico de Young**

El primero en mostrar un diagrama de interferencias fue el físico británico Thomas Young, en el experimento que lleva su nombre en 1801. Young dividió un haz muy estrecho de luz solar, conseguido mediante un orificio pequeño practicado en un panel colocado sobre una ventana, en dos partes. En la pared de frente a la ventana, colocada lejos de los haces, observó un patrón de bandas alternadas claras y oscuras llamadas franjas de interferencia. Las franjas claras indican interferencia constructiva y las oscuras indican interferencia destructiva de las dos ondas que pasan por las rendijas. La interferencia constructiva se produce en los puntos de la pantalla donde las longitudes de camino óptico difieren en un número entero de la longitud de onda de la luz y la interferencia destructiva ocurre si la diferencia es un número impar de media longitud de onda, como se deduce de la ecuación para la intensidad resultante de la superposición de las dos ondas que interfieren:

$$I \propto 4A^2 \cos^2\left(\frac{\delta}{2}\right) = 4A^2 \cos^2\left(\frac{\pi\Delta}{\lambda}\right) \quad (10.4)$$

donde  $A$  es la amplitud de las ondas,  $\delta$  es el desfase y  $\Delta$  es la diferencia de camino óptico entre las dos ondas.

El experimento de Young es un buen ejemplo de interferencias por *división del frente de onda*.

- **Interferómetro de Fabry-Perot**

El interferómetro de Fabry-Perot es importante por sus aplicaciones como espectroscopio de alto poder resolutivo. Tiene su fundamento en las interferencias de las múltiples ondas que se generan por reflexión en la lámina de aire de espesor constante  $d$  que queda entre dos láminas de vidrio, cuyo factor de reflexión interior se aumenta con un recubrimiento altamente reflectante.

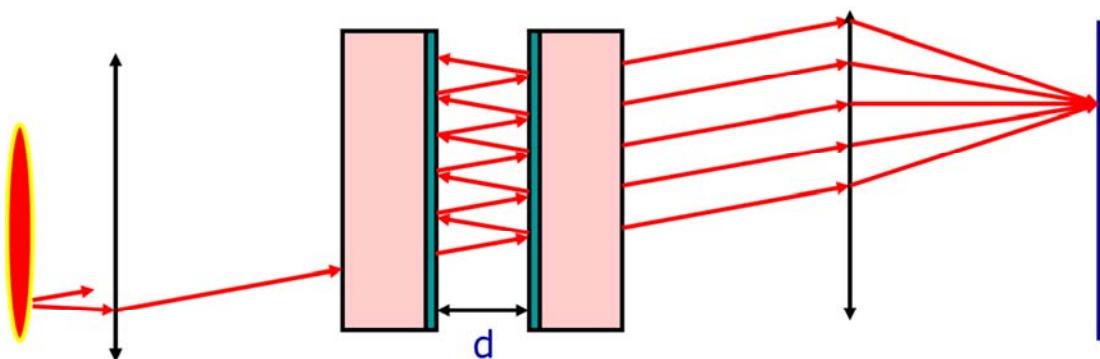


Figura 10.9. Esquema de un interferómetro de Fabry-Perot.



**Jean-Baptiste Alfred Perot** (Metz, Francia, 3 de Noviembre de 1863 – Paris, Francia 28 de Noviembre de 1925). Físico francés. Junto con su colega Charles Fabry desarrolló el interferómetro de Fabry-Perot. Alfred Perot siempre ha sido menos conocido que Fabry, y existe menos información sobre su carrera. Se educó en el Lyceo cerca de Nancy y posteriormente en la École Polytechnique en Paris. En 1884 tras completar sus cursos volvió a Nancy para investigar bajo la dirección de René Prosper Blondlot. En 1888 Perot recibe su Doctorado en Ciencias en la Universidad de Paris, con una tesis dedicada a una determinación precisa de las constantes termodinámicas, que luego utilizó para calcular el valor del mecanismo equivalente de calor. Sus resultados, que concordaban extraordinariamente bien con las medidas directas de Joule y Rowland, proporcionaron una elegante confirmación de las leyes básicas de la termodinámica. Posteriormente fue nombrado profesor en la Universidad de Marsella. Empezó a trabajar en el campo emergente de la electricidad industrial, publicando algunos trabajos sobre las ondas electromagnéticas que Heinrich Hertz había descubierto en Karlsruhe en 1888. En 1894 fue nombrado Catedrático de Electricidad Industrial en Marsella. Fue en este tiempo cuando empezó a colaborar con Fabry. En este proyecto Perot contribuyó con su gran habilidad mecánica en el diseño y construcción de instrumentos, lo que fue decisivo para el éxito del primer interferómetro Fabry-Perot. En 1901 se le pidió a Perot que organizara y dirigiera el nuevo *Laboratoire D'essais of the Conservatoire des Arts et Métiers* en Paris. Renunció al puesto en 1908 para convertirse en Catedrático en la Ecole Polytechnique como sucesor de Henri Becquerel, haciendo su investigación principalmente en el Meudon Observatory cerca de Versalles. Se dedicó al uso del interferómetro en la medida del desplazamiento Doppler de las líneas espectrales solares.

La luz procedente de la fuente extensa cuasi-monocromática se hace incidir sobre las láminas. Cada rayo incidente da lugar a un haz de rayos paralelos representativos de la dirección de otras tantas ondas coherentes, que se superpondrán en el infinito dando lugar a la configuración interferencial propia de este tipo de fenómenos. Se trata de los *anillos de Haidinger*, cuyo centro está en el eje óptico del sistema.

Para la observación del fenómeno, dado que el patrón está localizado en el infinito, se introduce una lente (que puede ser el ojo) que hace converger cada familia de rayos paralelos en un punto P de su plano focal (o de la retina, en el caso del ojo). También puede utilizarse un anteojos para el mismo propósito. Así mismo, si se coloca una pantalla en el recorrido del haz también podrá observarse la configuración.

La condición de interferencia constructiva de la luz transmitida viene dada por la ecuación:

$$2nd \cos \theta = m\lambda \quad (10.5)$$

en la que  $\lambda$  es longitud de onda de la luz incidente,  $d$  el espesor de la lámina de aire,  $n$  el índice de refracción del medio entre las láminas ( $n=1$  en nuestro caso) y  $\theta$  el radio angular del anillo de orden  $m$ .



**Maurice Paul Auguste Charles Fabry** (Marsella, 11 de junio de 1867 - París, 1 de diciembre de 1945) fue un físico francés. Empezó sus estudios en la École Polytechnique en 1885, especializándose en Física posteriormente y obteniendo la licenciatura en 1889. Se dedicó a la docencia, obteniendo puestos de profesor en Pau (1889), Nevers (1890), Burdeos (1892), Marsella (1893) y el liceo Saint-Louis en París (1893), mientras se preparaba para el doctorado en Ciencias bajo la tutela de Jules Macé de Lepinay, profesor de la Facultad de las Ciencias de Marsella. En 1892 defendió en la Facultad de las Ciencias de París su tesis sobre la "Teoría de la visibilidad y la orientación de las franjas de interferencias". En 1894 se le concede un puesto en la universidad de Marsella como sucesor de Alfred Perot, incorporándose al laboratorio de Jules Macé de Lepinay, a quien sucede a su muerte, en 1904, como profesor en la Cátedra de Física Industrial. En colaboración con Henri Buisson y Alfred Perot, participa en la puesta a punto del interferómetro de Fabry-Perot, que sirvió principalmente, en 1913, para demostrar la existencia de la capa de ozono, hasta el momento solo sospechada. En otro ámbito, demostró también experimentalmente el efecto Doppler-Fizeau aplicado al campo de la Óptica. En 1921 se desplazó a París como titular de la Cátedra de Física en la Facultad de las Ciencias de París, anteriormente ocupada por Edmond Bouthy y fue el primer Director General de la École Supérieure d'Optique (Instituto de la Óptica Teórica y Aplicada). En 1927 fue nombrado docente en la École Polytechnique y cargo electo en la Academia de las Ciencias. Sus trabajos en física se centraron casi exclusivamente en Óptica, en particular en fotometría, interferometría y espectroscopia. En 1937 fundó junto a Henri Chrétien, Georges Guadet y André Bayle, la Sociedad de Investigaciones y Estudios en Óptica y Ciencias Conexas, dejando su cátedra de la Facultad de las Ciencias de París y la Escuela Politécnica. Fue presidente de honor de la Sociedad Francesa de Fotografía de 1935 a 1937, sucediendo a Georges Perrier, y presidió la Sociedad Francesa de Física en 1924.

### • Coherencia espacial

En la vida real no existen las fuentes puntuales de luz, pues por pequeñas que sean tienen dimensiones. Por tanto, se define un parámetro llamado *contraste de franjas* o *visibilidad* de la forma siguiente:

$$V = \frac{I_M - I_m}{I_M + I_m} \quad (10.6)$$

donde  $I_M$  e  $I_m$  son las intensidades máximas y mínimas en la distribución de interferencias. En el experimento ideal de doble rendija de Young el contraste de las franjas será siempre óptimo, y por tanto  $V=1$ . Sin embargo, si las amplitudes de las dos ondas que interfieren son diferentes, como es el caso real,  $I_m \neq 0$  y en este caso  $V < 1$ . Si no se aprecianan interferencias, tendríamos el caso en el que  $I_m = I_M$ , entonces  $V=0$ .

Si la fuente de luz que ilumina el sistema no es puntual, el factor de visibilidad también puede ser inferior a 1, incluso verificándose estrictamente las cuatro condiciones para obtener imágenes de interferencias estables. El fenómeno de la pérdida de contraste en las franjas a consecuencia de las dimensiones de la fuente está relacionado con el concepto de *coherencia espacial*. El estudio de este fenómeno se hace considerando que cada punto de la fuente es un emisor puntual que genera su sistema de franjas de interferencia. Se puede demostrar que cada uno de estos emisores elementales genera un sistema de franjas con un origen diferente (posición del máximo  $m=0$ ). La superposición de los diferentes términos  $\cos^2$  de la ecuación (10.4), con un pequeño desplazamiento entre ellas, provoca la pérdida de contraste o visibilidad.

## ○ CUESTIONES

- 6.- Calcular el orden máximo para una cavidad Fabry-Perot de 0.8 cm de espesor iluminada con luz de Na ( $\lambda=589.3$  nm).
- 7.- ¿Puede conseguirse un patrón interferencial de un Fabry-Perot con luz blanca? Discuta y razona la respuesta.
- 8.- Razonar y demostrar la expresión (10.7) del guion de la sesión.

# GUIÓN DE LA SESIÓN:

## INTERFERÓMETROS

### O OBJETIVO

Puesta a punto del interferómetro de Fabry-Perot y determinación de la longitud de onda del láser utilizado.

- **Puesta a punto del interferómetro de Fabry-Perot**

Se empleará un interferómetro con una cavidad Fabry-Perot iluminada con la luz procedente de un láser, como se muestra en la figura 10.10. Para la observación del patrón interferencial utilizará una pantalla a la salida del haz de la cavidad. El espesor de la cavidad puede variarse con ayuda del tornillo micrométrico.



Figura 10.10. Interferómetro de Fabry-Perot.

El objetivo de la puesta a punto del interferómetro es conseguir obtener los anillos en el campo visual. Los anillos son observables cuando se consigue que las láminas sean paralelas mediante los tornillos de ajuste. Por sucesivos tanteos se logra esta condición y entonces empezarán a observarse los anillos concéntricos en el campo de visión. Esto indicará que la capa de aire en la cavidad se irá convirtiendo en una lámina de espesor constante. A continuación se traslada el conjunto de anillos al centro del campo.

- **Determinación de la longitud de onda del láser**

Gire hacia afuera el tornillo micrométrico, en sentido anti-horario, unas cuantas vueltas, y luego vuelva a atornillarlo hasta un cierto valor que será su cero en la medida. Este proceso es para evitar imprecisiones en la medida, las cuales aparecen al cambiar el sentido de giro.

Vuelva a girar lentamente el tornillo micrométrico en sentido horario contando la cantidad de anillos que aparecen por el centro,  $\Delta m$ , hasta que haya contabilizado del orden de 20 anillos. A partir de la lectura del valor del tornillo micrométrico y con el valor inicial puede calcular el desplazamiento del espejo,  $\Delta d$ . Realice tres medidas para calcular, mediante la teoría de errores, el número de medidas que ha de realizar.

Mediante la ecuación siguiente puede calcular la longitud de onda del láser utilizado para iluminar el interferómetro:

$$\lambda = \frac{2\Delta d}{\Delta m} \quad (10.7)$$

- ❖ En esta práctica hay que tener en cuenta que el tornillo micrométrico suele tener una reducción en el avance del mismo, que habrá que tener en cuenta al calcular la variación del espesor.