

# Examen de Óptica II (Grado en Física)

Segunda Semana: 5 de junio de 2014 (jueves), 16:00 h.

El presente examen conlleva las dos actividades **obligatorias** siguientes:

1. Realización en el aula **con un libro de teoría y calculadora científica NO PROGRAMABLE, ningún tipo de material fotocopiado**. Se calificará sobre 10 puntos.
2. Repetición en casa, cuidando tanto la redacción como la presentación, y enviándolo a la Sede Central a través del **curso virtual** o por **correo postal** a: Óptica. Dpto. Física de los Materiales. Facultad de Ciencias. UNED. Pº Senda del Rey, 9. 28040-Madrid, antes del día **20 de junio** del 2014 (viernes). Se calificará también sobre 10 puntos.

Si la nota del examen del aula es igual o superior a 3 puntos, la calificación final será la nota media de ambos exámenes, el del aula y el de casa.

## Problema 1 (4 puntos)

### *Interferómetro Fabry-Perot*

Sobre un interferómetro Fabry-Perot incide una onda plana procedente de una lámpara de sodio previamente filtrada de manera que sólo pase su doblete amarillo, de longitudes de onda  $\lambda_1$  y  $\lambda_2$ . A la salida del interferómetro la luz transmitida  $I_t$  se mide con un fotómetro en función de la distancia  $d$  entre las superficies espejadas y de la intensidad  $I_i$  que incide sobre el interferómetro. En la parte izquierda de la Figura 1 se indica el registro de  $I_t/I_i$  frente a  $d$  y en la parte derecha, se puede apreciar una ampliación de los dos primeros máximos, que corresponde a una distancia  $d$  próxima a los  $20 \mu\text{m}$ .

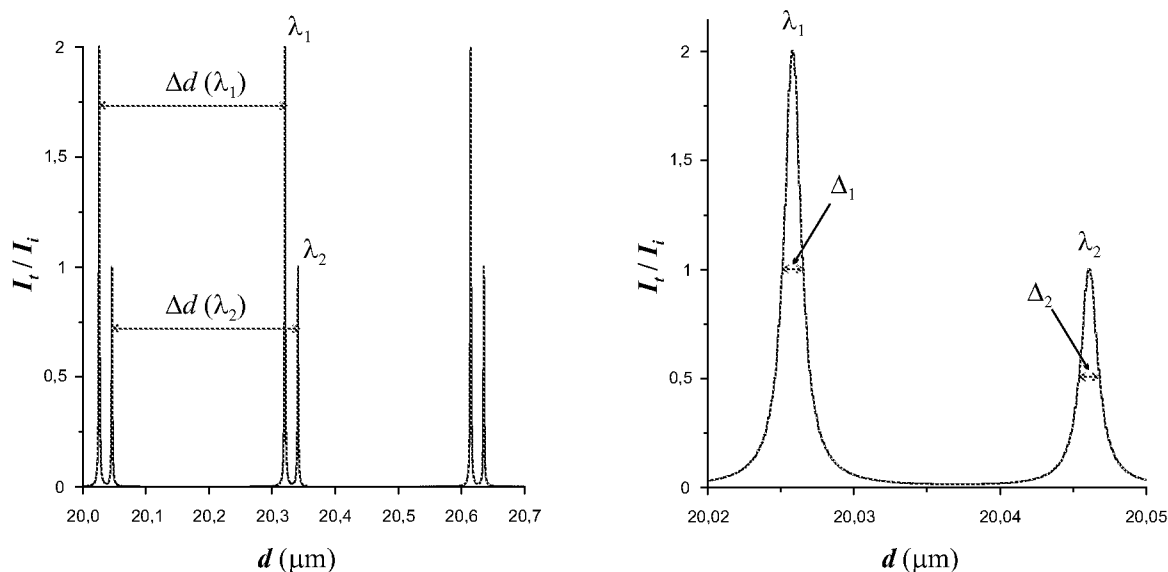


Figura 1

Se pide:

1. (2 puntos) Sabiendo que la distancia entre dos señales consecutivas de las líneas correspondientes a  $\lambda_1$  y  $\lambda_2$  son, respectivamente:  $\Delta d(\lambda_1) = 0,2945 \mu\text{m}$  y  $\Delta d(\lambda_2) = 0,2948 \mu\text{m}$ , determinar las longitudes de onda  $\lambda_1$  y  $\lambda_2$ . (Tómese  $n = 1$  en el interior del interferómetro.)
2. (2 puntos) Si las anchuras a mitad de altura de las señales interferométricas son  $\Delta_1 = 0,001417 \mu\text{m}$  y  $\Delta_2 = 0,001418 \mu\text{m}$ , determinar la fineza  $\mathcal{F}$  del interferómetro y la reflectancia  $R$  de sus espejos.

---

## **Problema 2 (4 puntos)**

### *Difracción de Fraunhofer por una doble rendija*

Se dispone de dos rendijas, **1** y **2**, de anchura  $b$  separadas por un espacio opaco de anchura  $\Delta$  (ver Figura 2). Sobre ellas incide perpendicularmente un haz plano, de longitud de onda  $\lambda = 0,5 \mu\text{m}$ .

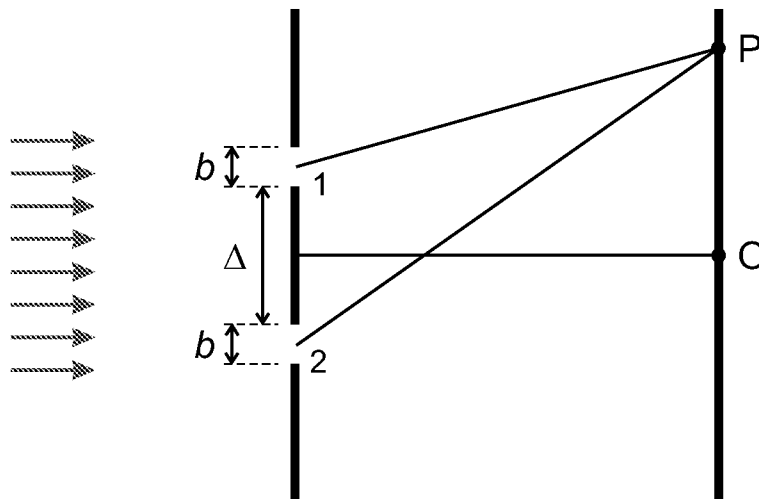


Figura 2

Se pide:

1. (1 punto) Indicar la expresión de los campos  $E_b(1)$  y  $E_b(2)$  que producen las rendijas **1** y **2** en el punto  $P$  de la pantalla sabiendo que en el centro de ella (punto  $O$ ) su expresión es:

$$E(0) = E_0 \frac{\text{sen } \beta}{\beta} \quad ; \quad \beta = \frac{\pi}{\lambda} b \text{ sen } \theta$$

donde  $\theta$  es el ángulo de difracción.

2. (1 punto) Si se tapa una de las rendijas, en la pantalla aparece la figura de difracción correspondiente a la otra y se observa que su mínimo de orden 1 aparece para  $\text{sen } \theta_1 = \pm 0,1$ . Determinar  $b$ .

3. (2 puntos) En la figura de difracción debida a las dos rendijas actuando conjuntamente se observan mínimos de difracción para los siguientes valores de  $\text{sen } \theta$ :

$$\text{sen } \theta_{min} = \pm 0,01704 ; \pm 0,05$$

Y máximos para:

$$\text{sen } \theta_{max} = 0 ; \pm 0,03224 ; \pm 0,06332$$

Determinar las intensidades de los máximos en función de la intensidad  $I_0$  máxima que produciría una sola de las rendijas situada en el origen de coordenadas.

**Cuestiones (2 puntos), elegir 2 de las 3 siguientes:**

1. (1 punto) En la Figura C-1 se muestra el esquema del interferómetro estelar de Michelson, que permite determinar diferencias angulares pequeñas entre los rayos procedentes de cuerpos astronómicos lejanos. Los rayos paralelos procedentes de una estrella lejana situada en el eje del telescopio son canalizados por los espejos  $M_1$ ,  $M_2$ ,  $M_3$  y  $M_4$  hacia una doble rendija (de Young). Éstas actúan como fuentes coherentes de luz cuya interferencia se observa en una pantalla situada en el plano focal de la lente objetivo.

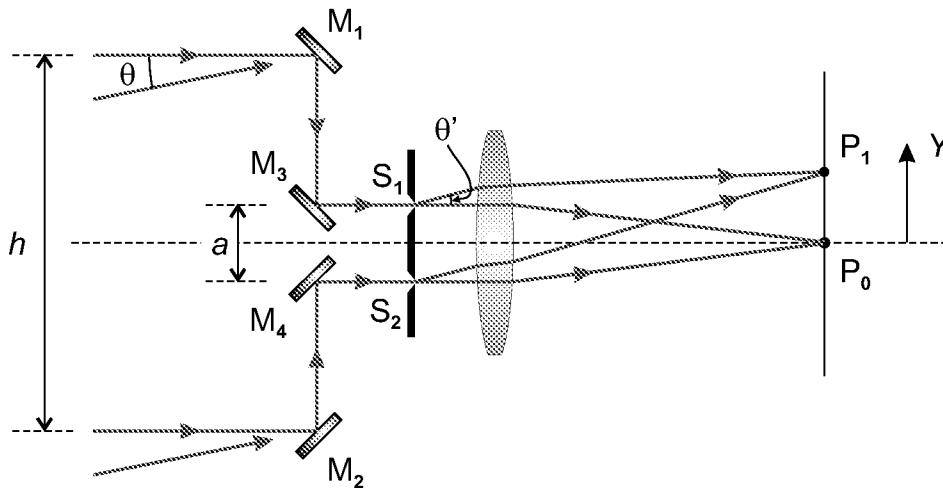


Figura C-1: Esquema de un interferómetro estelar de Michelson.

Si los espejos están situados simétricamente respecto del eje del telescopio y se utiliza un filtro que sólo deja pasar luz monocromática de longitud de onda  $\lambda$ , siendo  $a$  la distancia entre las rendijas,  $h$  la separación entre los espejos  $M_1$  y  $M_2$  y  $f$  la distancia focal de la lente objetivo, se pide deducir las expresiones de las posiciones de los máximos de interferencia sobre la pantalla cuando la estrella se encuentra: (a) en el eje del telescopio y (b) formando un pequeño ángulo  $\theta$  con respecto al mismo (ver Figura C-1).

2. (1 punto) Una de las líneas del doblete amarillo del sodio ( $\lambda = 589,0$  nm, producida en una lámpara de descarga de baja presión, tiene una anchura Doppler de  $\Delta\lambda = 0,00194$  nm. Se pide:
- Determinar la frecuencia  $\nu$  de dicha línea y su anchura  $\Delta\nu$  en hercios (Hz).
  - Calcular su longitud de coherencia  $l_c$  en centímetros (cm).
3. (1 punto) La irradiancia que llega a la Tierra procedente del Sol es, en ausencia de absorción por la atmósfera, de  $1,366$  kW/m<sup>2</sup>. Se pide calcular la pérdida de masa por segundo que conlleva la radiación emitida por el Sol y compararla con la masa total del Sol. **Datos:**
- Distancia media Tierra-Sol:  $149\,597\,871$  km ( $\simeq 1,5 \times 10^{11}$  m)
  - Diámetro del Sol:  $1\,392\,000$  km ( $\simeq 1,4 \times 10^9$  m)
  - Velocidad  $c$  de la luz:  $2,997\,924\,58 \times 10^8$  m/s ( $\simeq 3 \times 10^8$  m/s)
  - Masa del Sol:  $1,9891 \times 10^{30}$  kg ( $\simeq 2 \times 10^{30}$  kg)

**Ayuda:** Hágase uso de la equivalencia entre masa y energía.

---