

---

# Práctica 5: Microscopio. Anillos de Newton

---

5/11/2025

Universidad de Granada, Facultad de Ciencias

Grado en Físicas

Óptica I



**UNIVERSIDAD  
DE GRANADA**

JORGE DEL RIO LÓPEZ  
PAULA ROCA GÓMEZ

P5

# Índice

Capítulos	Página
<b>1 Resultados</b>	<b>2</b>
1.1 Microscopio . . . . .	2
1.2 Anillos de Newton . . . . .	2
<b>2 Conclusiones</b>	<b>3</b>
<b>3 Agradecimientos</b>	<b>4</b>
<b>4 Apéndices</b>	<b>5</b>
4.1 A1: Cálculo de incertidumbres . . . . .	5
4.1.1 Sensibilidad de los instrumentos . . . . .	5
4.1.2 Cálculo de la desviación estándar . . . . .	5
4.1.3 Incertidumbre tipo A . . . . .	5
4.1.4 Incertidumbre tipo B . . . . .	5
4.1.5 Incertidumbre Combinada . . . . .	5
4.1.6 Incertidumbre debida a medida indirecta . . . . .	5
4.1.7 Incertidumbre por cambio de unidades . . . . .	6
4.1.8 Incertidumbre de $R$ . . . . .	6

## Resumen

# 1. Resultados

## 1.1. Microscopio

## 1.2. Anillos de Newton

Ahora pasamos a la segunda parte de la práctica, en la que se nos pide medir los radios de los anillos de Newton. Para ello, utilizamos un microscopio para observar los anillos y medir sus radios correspondientes a diferentes órdenes.

En la tabla 1 se muestran los valores medidos en el laboratorio de los radios de los anillos de Newton  $r_1$  y  $r_2$  correspondientes a los órdenes  $k = 1$  y  $k = 7$ , respectivamente. Cada medida se realizó tres veces para obtener un valor más preciso, y la incertidumbre asociada a cada medida es de  $u_C(r_1) = 0,02 \text{ mm}$  y  $u_C(r_2) = 0,02 \text{ mm}$ .

$r_1(\text{mm})$	$r_2(\text{mm})$
1,16	3,87
1,17	3,83
1,19	3,59

**Cuadro 1:** Valores medidos en el laboratorio de los radios de los anillos de Newton  $r_1$  y  $r_2$  correspondientes a los órdenes  $k = 1$  y  $k = 7$ , respectivamente. La incertidumbre asociada a cada medida es de  $u_C(r_1) = 0,02 \text{ mm}$  y  $u_C(r_2) = 0,02 \text{ mm}$ .

Una vez obtuvimos los promedios de los datos medidos con sus incertidumbres, procedimos a calcular el radio de curvatura  $R$  de la lente esférica mediante la fórmula proporcionada en el informe de prácticas[1]:

$$R = \frac{r_{k1}^2 - r_{k2}^2}{\lambda (k_1 - k_2)} \quad (1)$$

Donde  $r_{k1}$  y  $r_{k2}$  son los radios medios de los anillos de Newton correspondientes a los órdenes  $k_1$  y  $k_2$ , respectivamente, y  $\lambda$  es la longitud de onda de la luz utilizada (en este caso, la luz amarilla del sodio con  $\lambda = 589,3 \text{ nm}$ ). Los valores de  $k_1$  y  $k_2$  son los órdenes de los anillos medidos, en nuestro caso  $k_1 = 1$  y  $k_2 = 7$ .

Sustituyendo los valores obtenidos en la fórmula, calculamos  $R$ , obteniendo así el siguiente resultado,  $R_1 = 3600 \pm 100 \text{ (mm)}$ .

También se nos pedía obtener el valor de  $R$  mediante otro método, este era un ajuste por mínimos cuadrados de los datos obtenidos. Para ello, representamos gráficamente  $r^2$  frente a  $k\lambda$  y realizamos un ajuste lineal de los datos. La pendiente de la recta ajustada nos permite calcular el radio de curvatura  $R$  mediante la relación:

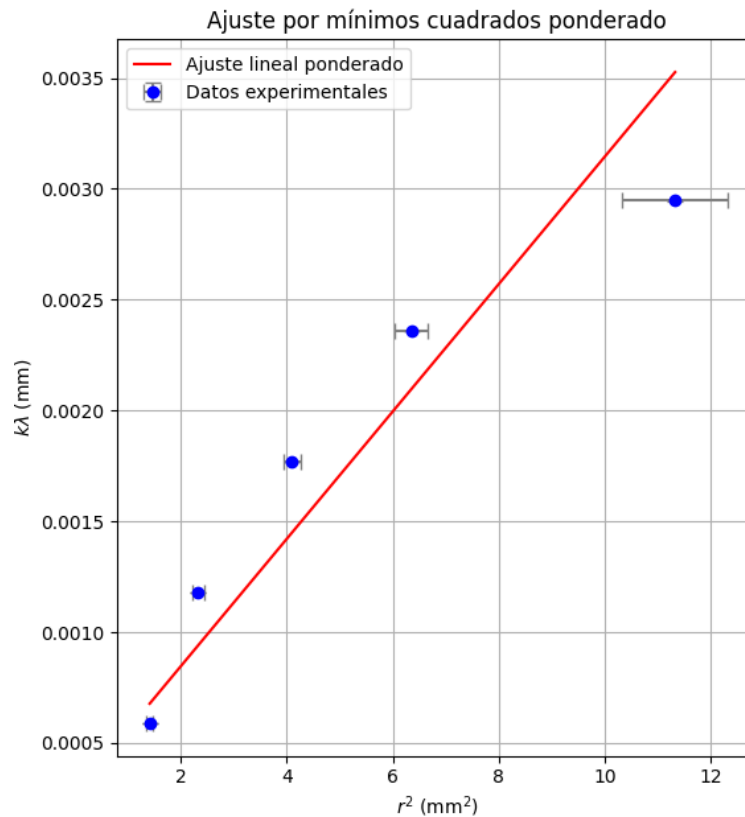
$$R = \frac{1}{\text{pendiente}} \quad (2)$$

Nosotros decidimos realizar 5 órdenes de anillos, desde el  $k = 1$  hasta el  $k = 5$  y también medimos los radios de los anillos correspondientes tres veces para obtener un valor más preciso, llegando así a los siguientes resultados:

$r^2$ (mm)	$u_C(r^2)$ (mm)
1,42	0,06
2,3	0,1
4,1	0,2
6,4	0,3
11	1

**Cuadro 2:** Valores medidos en el laboratorio de los radios de los anillos de Newton  $r$  correspondientes a los órdenes  $k = 1$  y  $k = 5$ . La incertidumbre asociada a cada medida ha sido calculado mediante tipo A y tipo B.

Esto nos permite realizar el ajuste lineal de los datos, obteniendo la siguiente gráfica:



**Figura 1:** Ajuste lineal de los datos obtenidos en la práctica de los anillos de Newton. La pendiente de la recta ajustada nos permite calcular el radio de curvatura  $R$  de la lente esférica.

A partir del ajuste lineal, obtenemos la pendiente de la recta ajustada, que es  $m = 0,00028745 \pm 0,00000004$  (mm)<sup>-1</sup>. Utilizando esta pendiente, calculamos el radio de curvatura  $R$  mediante la relación mencionada anteriormente, obteniendo así el siguiente resultado,  $R_2 = 3470 \pm 50$  (mm).

## 2. Conclusiones

En esta práctica hemos aprendido a utilizar un microscopio compuesto para observar objetos pequeños y medir sus dimensiones con precisión. Hemos calibrado el microscopio utilizando una micrométrica y hemos medido el tamaño de varias muestras, obteniendo resultados consistentes con las dimensiones conocidas de los objetos. Además, hemos estudiado los anillos de Newton formados por la interferencia

de la luz reflejada entre una lente esférica y una superficie plana. Hemos medido los radios de los anillos correspondientes a diferentes órdenes y hemos calculado el radio de curvatura de la lente utilizando dos métodos distintos: mediante la fórmula directa y mediante un ajuste lineal de los datos obtenidos. Ambos métodos nos han proporcionado resultados semejantes, lo que confirma la validez de nuestras mediciones y cálculos.

### 3. Agradecimientos

Nos gustaría agradecer al Departamento de Óptica de la Universidad de Granada por proporcionarnos los medios y el material necesarios para llevar a cabo esta práctica, así como a nuestro profesor por su guía y apoyo durante el desarrollo de la misma.

## 4. Apéndices

### 4.1. A1: Cálculo de incertidumbres

#### 4.1.1. Sensibilidad de los instrumentos

En los cálculos se ha considerado la sensibilidad (resolución) de los instrumentos empleados:

- Micrómetro para  $s$  y  $d'_{1,2}$ :  $\delta = 0,01$  mm (incertidumbre tipo B asociada  $u_B = \delta/\sqrt{12} \approx 0,003$  mm).
- Distancia focal  $f'$  del sistema: se ha tratado como dato sin incertidumbre

#### 4.1.2. Cálculo de la desviación estándar

La desviación estándar se utilizará para el cálculo de la incertidumbre tipo A; su expresión es:

$$s = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2} \quad (3)$$

#### 4.1.3. Incertidumbre tipo A

La incertidumbre tipo A se evalúa mediante análisis estadístico de datos repetidos, basada en su dispersión o desviación estándar, para lograr dar un valor que se asemeje lo máximo posible al real; su expresión es la siguiente:

$$u_A = \frac{s}{\sqrt{n}} \quad (4)$$

donde  $s$  es la desviación estándar y  $n$  el número de medidas realizadas.

#### 4.1.4. Incertidumbre tipo B

La incertidumbre tipo B se debe al error que ocasiona medir con instrumentos inexactos; se calcula a partir de la resolución ( $\delta$ ) del instrumento utilizado:

$$u_B = \frac{\delta}{\sqrt{12}} \quad (5)$$

#### 4.1.5. Incertidumbre Combinada

Tras obtener la incertidumbre tipo A y la tipo B, debemos combinarlas para dar un valor concreto de incertidumbre; se calcula de la siguiente forma:

$$u_C = \sqrt{(u_A)^2 + (u_B)^2} \quad (6)$$

#### 4.1.6. Incertidumbre debida a medida indirecta

Dado que usaremos este tipo de incertidumbre en varias ocasiones, la dejaremos aquí definida para evitar tener que repetir el proceso cada vez. Sea  $f(x_1, x_2, \dots, x_n)$  una función con  $n$  variables; la incertidumbre de esta función se calcula mediante la propagación de incertidumbres, y obtenemos la siguiente expresión:

$$u_C(f(x_1, x_2, \dots, x_n)) = \sqrt{\sum_{i=1}^n \left( \frac{\partial f}{\partial x_i} \right)^2 u_C(x_i)^2} \quad (7)$$

Donde  $\frac{\partial f}{\partial x_i}$  es la derivada parcial de  $f$  respecto a la variable  $x_i$ , y  $u_C(x_i)$  es la incertidumbre combinada de la variable  $x_i$ . Este cálculo nos proporciona la incertidumbre de una función que depende de varias variables, teniendo en cuenta las incertidumbres individuales de cada variable.

#### 4.1.7. Incertidumbre por cambio de unidades

Esta incertidumbre la emplearemos cuando un valor se encuentre en unidades distintas a las del SI. Se calcula mediante propagación de incertidumbres, considerando la función  $f(x) = \frac{x}{K}$ , con  $K$  una

constante real. Entonces,  $u_C(f(x)) = \sqrt{\left(\frac{\partial f(x)}{\partial x}\right)^2 u_C(x)^2}$ , y como  $\frac{\partial f(x)}{\partial x} = \frac{1}{K}$ , finalmente obtenemos:

$$\boxed{u_C(f(x)) = \frac{u_C(x)}{K}} \quad (8)$$

#### 4.1.8. Incertidumbre de $R$

La incertidumbre de  $R$  se calcula mediante la propagación de incertidumbres, considerando la función  $R = \frac{r_{k1}^2 - r_{k2}^2}{\lambda(k_1 - k_2)}$ , donde  $\lambda$  es una constante sin incertidumbre. Por tanto, aplicando la fórmula de propagación de incertidumbres, obtenemos:

$$\boxed{u_C(R) = \frac{1}{\lambda(k_1 - k_2)} \sqrt{((2r_{k1} - r_{k2}^2)u_C(r_{k1}))^2 + ((r_{k1}^2 - 2r_{k2})u_C(r_{k2}))^2}} \quad (9)$$

## Referencias

- [1] Departamento de Óptica. Universidad de Granada. *Microscopio. Anillos de Newton. Práctica 5 de Óptica.*