

PROBLEMA 23

TEMA: APLICACIONES DE LA ELASTICIDAD LINEAL.
Problemas simples. Interpretación de resultado fotoelástico en una probeta sometida a flexo-compresión

La imagen de la Figura 23.1 corresponde a un ensayo de Fotoelasticidad plana cuyo esquema se indica en a Figura 23.2. El espesor de la probeta es $e=5mm$ y el factor de franja del material es $f=11N/mm$. Sabiendo que la isocromática negra es la de orden 0, y que las de tonos rojizos son de orden entero ($n=1, 2, 3 \dots$), se pide:

- 1º) Determinar cualitativamente el estado tensional en la pieza
- 2º) Hallar el valor de la fuerza F aplicada sabiendo que $h=40mm$

Fig. 23.1

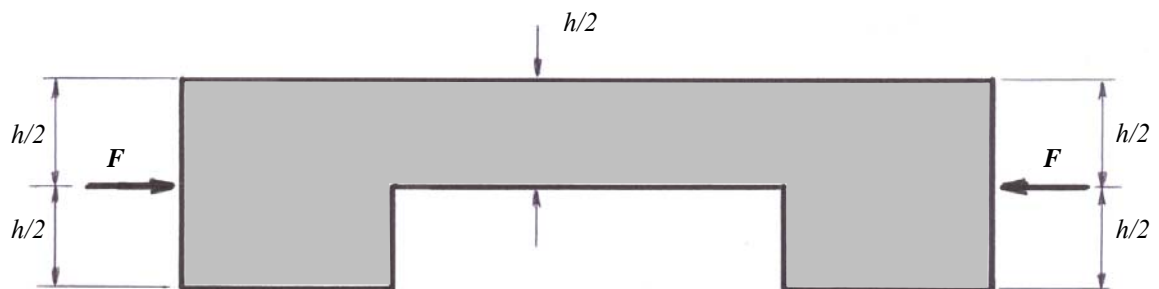
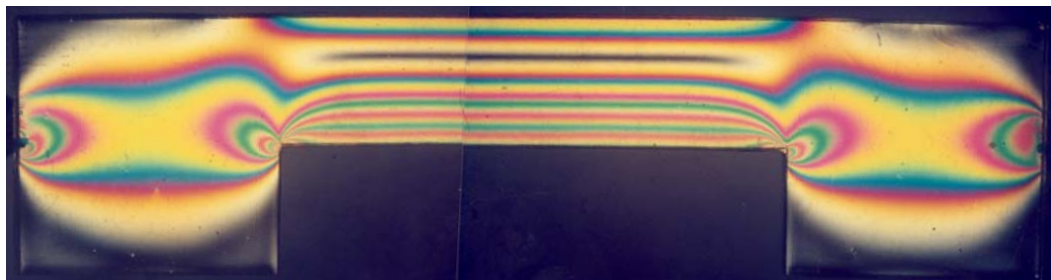


Fig. 23.2

SOLUCIÓN

1º) Estado tensional cualitativo de la pieza

El estado tensional se considera de tensión plana. Llamando σ_I y σ_{II} a las tensiones principales en el plano del problema, la tercera tensión es nula $\sigma_{III} = 0$, y, por la relación óptico-tensional se tiene:

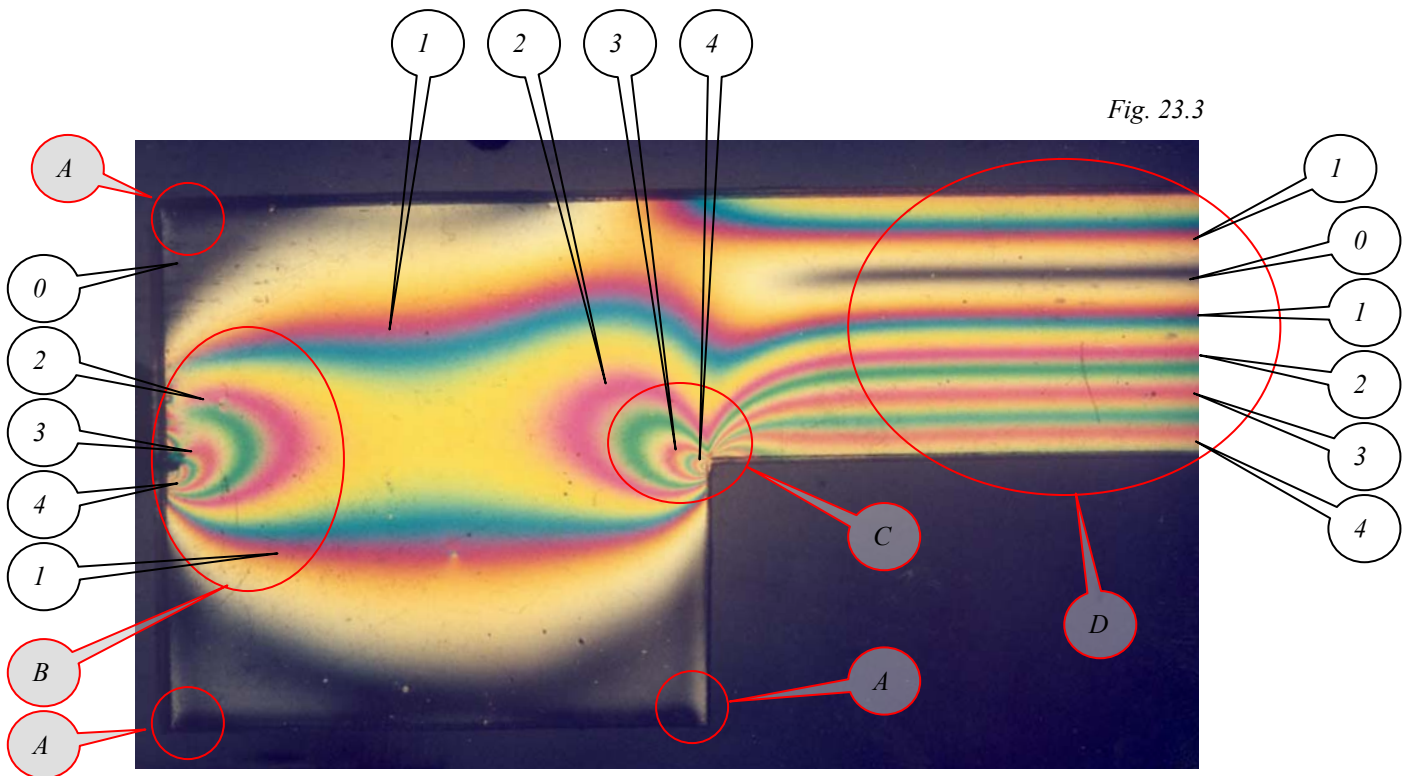
$$\sigma_I - \sigma_{II} = \frac{nf}{e}$$

siendo: $n \equiv$ orden de franja de la isocromática (al ser $\sigma_I \geq \sigma_{II}$, $n \geq 0$)

$f = 11N/mm \equiv$ factor de franja del material fotoelástico

$e = 5mm \equiv$ espesor de la pieza

En la isocromática negra $n=0$. En las zonas de acumulación de franjas se tiene un fuerte gradiente de las tensiones, lo que se identifica como una zona de concentración de tensiones. En la Figura 23.3 se tiene la imagen fotoelástica de la mitad izquierda de la probeta comentada bajo estas consideraciones (dada la simetría, los comentarios serán idénticos en la otra mitad). Se indican también algunos órdenes de franja.



- A** Zona neutra (tensiones nulas). Por condiciones de equilibrio en el contorno, en las esquinas convexas las tensiones deben ser nulas
- B** Zona de concentración de tensiones debida a la presencia de la carga F . En esta zona se tiene un estado tensional similar al del problema de Flamant-Bousinesq (carga puntual perpendicular al borde de un semiplano) que se tratará en el Problema 28
- C** Zona de concentración de tensiones debida a la singularidad geométrica constituida por la esquina cóncava
- D** Espectro de franjas uniforme en la dirección horizontal, por tanto, estado tensional uniforme según esa coordenada. Los bordes superior e inferior son libres, luego la tensión según la orientación normal a los mismos es nula, y el orden de franja de la isocromática que ocupa el borde es proporcional a la tensión principal no nula restante.
El orden de franja de la isocromática que ocupa el borde inferior es superior al de la que ocupa el borde superior, por tanto, la tensión no nula (según la orientación paralela al borde) es mayor en valor absoluto en el borde inferior

2º) Determinación de la fuerza F aplicada

En las secciones rectas de la parte central de la probeta se tiene una sollicitación constante de flexo-compresión, tal como se indica en la Figura 23.4. Para la referencia indicada, los esfuerzos son:

$$N = -F \quad ; \quad M_z = -M = -Fh/4$$

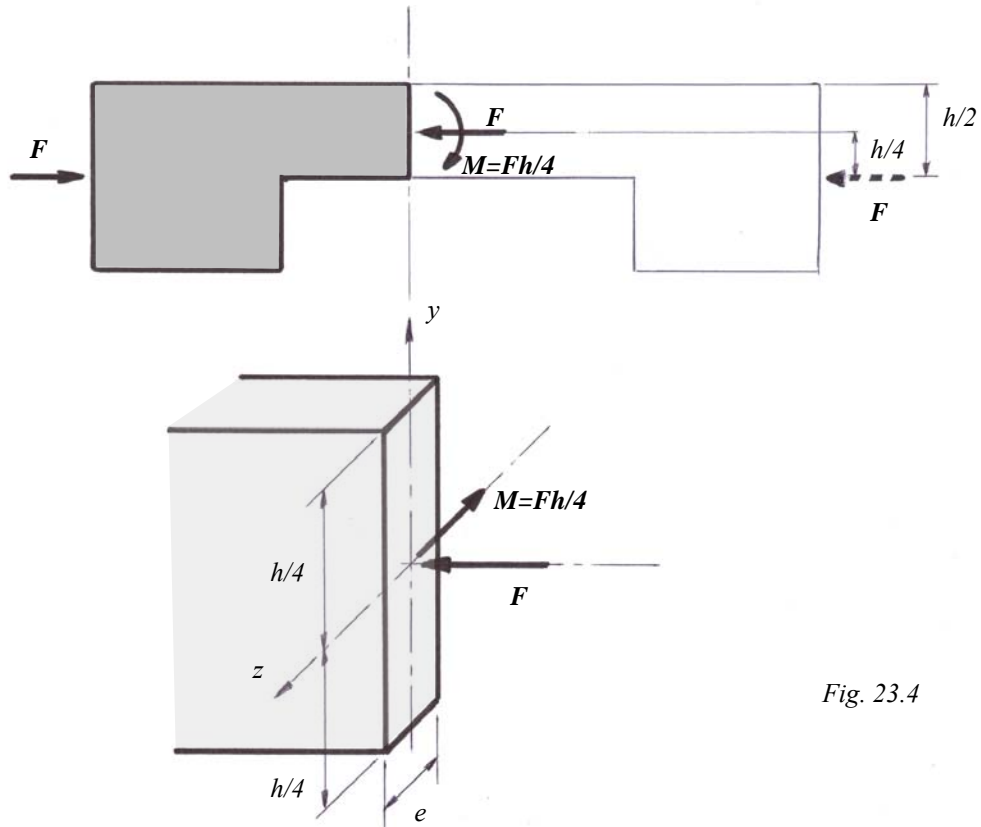


Fig. 23.4

Estos esfuerzos dan lugar respectivamente a las distribuciones de tensión que se indican en la Figura 23.5:

$$\sigma_F = \frac{-F}{eh/2} = -\frac{2F}{eh} \quad \sigma_M = -\frac{M_z}{I_z} y = \frac{M}{I_z} y = \frac{F \frac{h}{4}}{\frac{1}{12} e \frac{h^3}{8}} y = \frac{24F}{eh^2} y$$

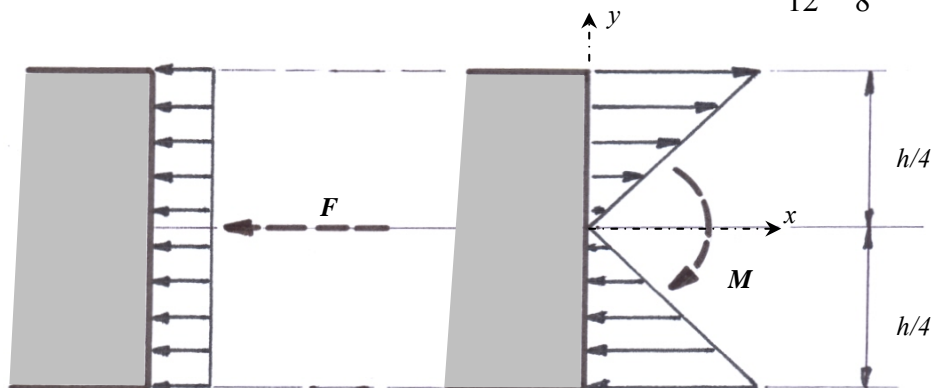


Fig. 23.5

La tensión total será la suma de ambas:

$$\sigma = \sigma_F + \sigma_M = -\frac{2F}{eh} + \frac{24F}{eh^2}y = \frac{2F}{eh} \left(\frac{12}{h}y - 1 \right) \quad \left[\frac{N}{m^2} \right]$$

En la Figura 23.6 se representa la tensión junto con la gráfica de los órdenes de franja de las isocromáticas. La tensión se anula para $y=h/12$, con independencia del valor de F , luego la posición de la isocromática negra es independiente de F .

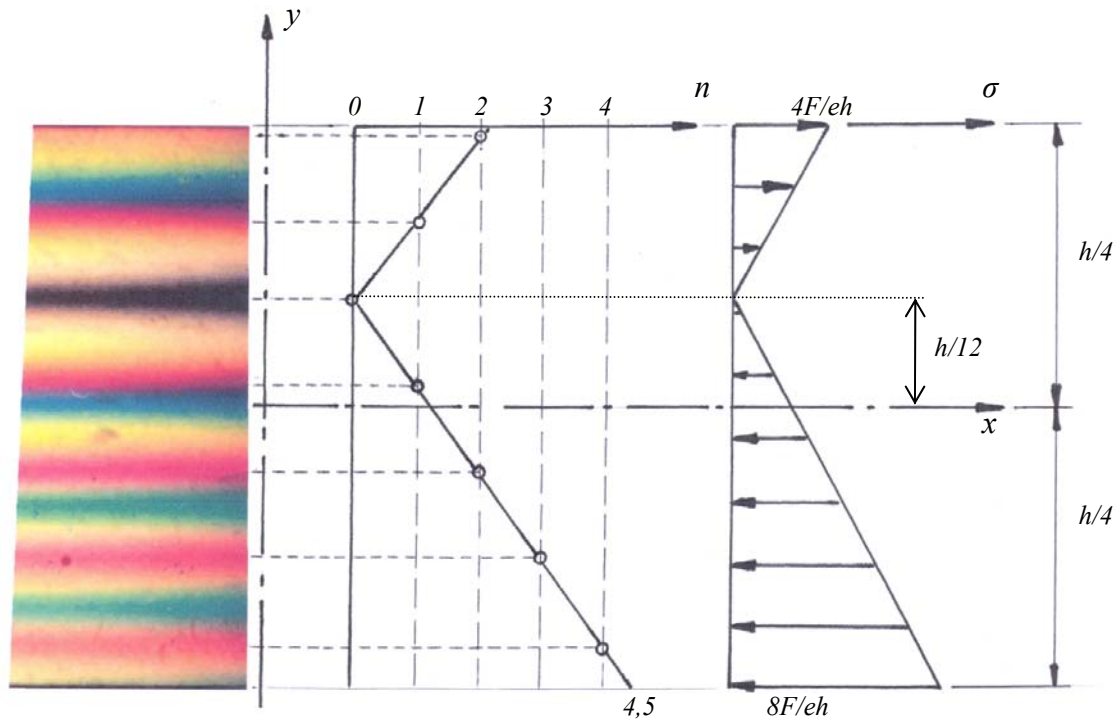


Fig. 23.6

En el borde inferior el orden de franja de la isocromática que lo ocupa es $n=4,5$, por tanto:

$$\sigma_I - \sigma_{II} = 0 - \left(-\frac{8F}{eh} \right) = \frac{nf}{e}$$

de donde:
$$F = \frac{1}{8} n f h = \frac{1}{8} 4,5 \cdot 11 \frac{N}{mm} 40mm = 247,5N$$