Óptica Tarea 2

Tomás Ricardo Basile Álvarez
316617194

11 de agosto de 2020

Del libro Eugene Hecht, Óptica 3ra edición: Resolver los problemas 7.2, 7.4, 7.6, 7.12, 7.14, 7.18, 7.20, 7.22, 7.24, 7.30, 7.32, 7.38,. 7.40, 7.42,

Ejercicio 7.2 *Considerando la sección 7.1, suponga que empezamos el análisis con el fin de calcular* $E = E_1 + E_2$ *con dos funciones coseno* $E_1 = E_{01}\cos(\omega t + \alpha_1)$ *y* $E_2 = E_{02}\cos(\omega t + \alpha_2)$. *Para facilitar algo la tarea, sea* $E_{01} = E_{02}$ *y* $\alpha_1 = 0$. *Sume las dos ondas algebráicamente usando la identidad* $\cos\theta + \cos\phi = 2\cos 1/2(\theta+\phi)\ \cos 1/2(\theta-\phi)$ *para demostrar que* $E = E_0\cos(\omega t + \alpha)$. *Donde* $E_0 = 2E_{01}\cos\alpha_2/2$ *y* $\alpha = \alpha_2/2$. *Ahora demuestre que estos mismos resultados se deducen de la ecuación 7.9 y 7.10*

$E = E_1 + E_2 = E_{01}\cos(\omega t + \alpha_1) + E_{02}\cos(\omega t + \alpha_2) = E_{01}\cos(\omega t) + E_{01}\cos(\omega t + \alpha_2)$
(usando las condiciones que dice el problema)
$= E_{01}[\cos(\omega t) + \cos(\omega t + \alpha_2)] = 2E_{01}[\cos(\frac{1}{2}(\omega t + \omega t + \alpha_2))\ \cos(\frac{1}{2}(\omega t - (\omega t + \alpha_2))]$
(Según la identidad trigonométrica con $\theta = \omega t$ y $\phi = \omega t + \alpha_2$)

$= 2E_{01}[\cos(\omega t + \alpha_2/2)\ \cos(-\alpha_2/2)] = 2E_{01}\cos(\alpha_2/2)\cos(\omega t + \alpha_2/2)$
$= E_0\cos(\omega_t + \alpha)$ Donde $E_0 := 2E_{01}\cos(\alpha_2/2)$, $\alpha := \alpha_2/2$ ■

Por otro lado, las ecuaciones 7.9 y 7.10 nos dicen que si tenemos dos funciones $E_1 = E_{01}\sin(\omega t + \beta_1)$ y $E_2 = E_{02}\sin(\omega t + \beta_2)$, entonces su suma será una función de la forma $E = E_0\sin(\omega t + \beta)$ donde:

$$E_0^2 = E_{01}^2 + E_{02}^2 + 2E_{01}E_{02}\cos(\beta_2 - \beta_1) \quad \text{y} \quad \tan\beta = \frac{E_{01}\sin\beta_1 + E_{02}\sin\beta_2}{E_{01}\cos\beta_1 + E_{02}\cos\beta_2}.$$

Para poder usar estas fórmulas, necesitamos que nuestros sumandos estén escritos como senos, para lo que usamos $\cos\theta = \sin(\theta + \pi/2)$.
Entonces, nuestras sumandos pasan a ser: $E_{01}\cos(\omega t) \to E_{01}\sin(\omega t + \pi/2)$, $E_{01}\cos(\omega t + \alpha_2) \to E_{01}\sin(\omega t + \alpha_2 + \pi/2)$

Ahora sí podemos usar las fórmulas, con $\beta_1 = \pi/2$, $E_{01} = E_{02}$ y $\beta_2 = \alpha_2 + \pi/2$.

Entonces, las fórmulas nos dicen que la solución será $E_0 \sin(\omega t + \beta)$

Donde $E_0^2 = E_{01}^2 + E_{02}^2 + 2E_{01}E_{02}\cos(\beta_2 - \beta_1) = E_{01}^2 + E_{01}^2 + 2E_{01}^2\cos(\alpha_2 + \pi/2 - \pi/2) = 2E_{01}^2 + 2E_{01}^2\cos(\alpha_2)$,
Por lo que $E_0 = \sqrt{2E_{01}^2(1 + \cos(\alpha_2))} = \sqrt{2}E_{01}\sqrt{1 + \cos\alpha_2} = \sqrt{2}E_{01}\sqrt{2}\cos(\alpha_2/2)$ (por identidad de mitad de ángulo) $= 2E_{01}\cos(\alpha_2/2)$

Por otro lado, $\tan\beta = \dfrac{E_{01}\sin\beta_1 + E_{02}\sin\beta_2}{E_{01}\cos\beta_1 + E_{02}\cos\beta_2} = \dfrac{E_{01}\sin\pi/2 + E_{01}\sin(\alpha_2 + \pi/2)}{E_{01}\cos\pi/2 + E_{01}\cos(\alpha_2 + \pi/2)}$
$= \dfrac{2\sin(\frac{1}{2}(\alpha_2 + \pi))\cos(\alpha_2/2)}{2\cos(\frac{1}{2}(\alpha_2 + \pi)\cos(\alpha_2/2)}$ (Por las fórmulas de suma de senos y suma de cosenos)
$= \tan(\frac{1}{2}(\alpha_2 + \pi))$
Por lo tanto, $\tan\beta = \tan(\alpha_2/2 + \pi/2) \;\Rightarrow\; \beta = \alpha_2/2 + \pi/2$

Entonces, por lo dicho al principio, la suma es: $E_0\sin(\omega t + \beta)$ y por los resultados obtenidos, esto es igual a: $2E_{01}\cos(\alpha_2/2)\sin(\omega t + \alpha_2/2 + \pi/2) = 2E_{01}\cos(\alpha_2/2)\cos(\omega t + \alpha_2/2)$
Que es el mismo resultado que habíamos obtenido antes. ■

Ejercicio 7.4: *Demuestre que la longitud de camino óptico, definido como la suma de los productos de varios índices de refreacción multilicados por los espesores de los medios atravesados por un haz, es decir,* $\sum_i n_i x_i$ *, equivale a la longitud del recorrido en el vacío que el haz tardaría el mismo tiempo en atravesar*

Por la definición de índice de refracción, tenemos $n_i = c/v_i$, donde v_i es la velocidad de la luz en el i-ésimo medio. Entonces, la longitud de camino óptico es:

$$\textstyle\sum_i n_i x_i = \sum_i (c/v_i)x_i = \sum_i c(x_i/v_i) = \sum_i ct_i$$

Donde t_i es el tiempo que pasa la luz en el i-ésimo medio (igual a distancia entre velocidad en dicho medio)
Sacamos el c de la suma y queda:

$$= c\textstyle\sum_i t_i = c(t_{tot})$$

Donde t_{tot} es el tiempo total del recorrido. Pero el resultado ct_{tot} es igual a la distancia que recorrería la luz en el vacío en el tiempo t_{tot} . Que es lo que queríamos probar ■

Ejercicio 7.6 *Encuentre la diferencia de camino óptico para las dos ondas A y B cuyas longitudes de onda en el vacío son ambas 500nm; el tanque de vidrio (n=1.52) se llena con agua (n=1.33). Si las ondas comienzan en fase, encuentre su diferencia de fase relativa en la meta*

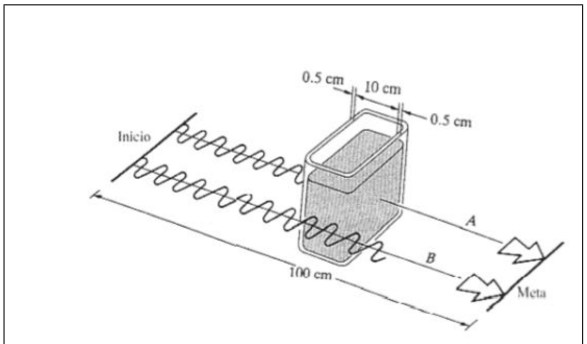

FIGURA P.7.6

Como la onda B viaja solamente en el vacío, su camino óptico es sencillamente $nx = (1)(1m) = 1m$
$\therefore$ $\mathbf{CO_B = 1m}$

La onda A recorre un total de $0{,}01m$ en el vidrio, $0{,}1m$ en agua y el resto $0{,}89m$ en el vacío. Por lo tanto, su camino óptico es $n_v(0{,}01) + n_a(0{,}1) + 1(0{,}89) = 1{,}52(0{,}01) + 1{,}33(0{,}1) + 0{,}89 = 1{,}0382m$ $\therefore$ $\mathbf{CO_A = 1{,}0382m}$

Así, la diferencia de caminos ópticos es: $CO_A - CO_B = \mathbf{0{,}00382m}$

Finalmente, la diferencia de fase relativa al llegar a la meta es la fase final de A que es kCO_A menos la fase final de B (que es kCO_B) que da igual a $k(CO_A - CO_B) = \frac{2\pi}{\lambda}(CO_A - CO_B) = \frac{2\pi}{500 \times 10^{-9}m}(0{,}00382m) = \mathbf{7{,}64 \times 10^6}\pi$

Ejercicio 7.12 *Microondas de $10^{10}Hz$ se emiten directamente sobre un reflector de metal. Sin tener en cuenta el índice de refracción del aire, determine el esparcimiento entre nodos sucesivos, en la distribución de onda estacionaria resultante:*

Como se vió en clase, la onda estacionaria es la suma de la onda original y la reflejada (que son iguales pero se mueven en direcciones opuestas) $f(x,t) = A\sin(kx-\omega t)+A\sin(kx+\omega t) = 2A\sin(kx)\cos(\omega t)$

Los nodos son los puntos en el espacio en los que para todo tiempo, la perturbación vale 0. Es decir $\sin(kx) = 0 \;\Rightarrow\; kx = 0, \pm\pi, \pm 2\pi, ...$
Entonces los nodos se encuentran en $x = 0, \pm\pi/k, \pm\pi/k$ y dos nodos seguidos tienen una distancia de $\pi/k = \pi\lambda/2\pi = \lambda/2$
Como $c = \nu\lambda$, tenemos que $\lambda = c/\nu = \frac{3 \times 10^8 m/s}{10^{10}\ 1/s} = 0{,}03m$

Por lo que la distancia entre nodos seguidos es $\lambda/2 = \mathbf{0{,}015m}$ ■

Ejercicio 7.14: *Imagine que golpeamos dos diapasones, uno con frecuencia $340Hz$ y el otro con $342Hz$, ¿Qué oiremos?*

Estas ondas de sonido se pueden escribir matemáticamente como $E_1 = E_{01}\cos(k_1 - \omega_1 t)$, $E_2 = E_{02}\cos(k_2 - \omega_2 t)$.

Donde $\omega_1 = 342Hz$, $\omega_2 = 340Hz$.

Por la teoría en el libro, al sumar dos ondas de distinta frecuencia como éstas (y suponiendo que tienen la misma amplitud E_{01}), nos queda como resultado una onda modulada dada por:

$$2E_{01}\cos(k_m x - \omega_m t)\cos(\overline{k}x - \overline{\omega}t)$$

Donde $\overline{\omega} = \frac{1}{2}(\omega_1 + \omega_2)$, $\omega_m = \frac{1}{2}(\omega_1 - \omega_2)$, $\overline{k} = \frac{1}{2}(k_1 + k_2)$, $k_m = \frac{1}{2}(k_1 - k_2)$

La onda moduladora tiene una frecuencia de $\overline{\omega}$ y tiene batidos con el doble de frecuencia , es decir $2\omega_m$ o simplemente $\omega_1 - \omega_2$.
Al escuchar la superposición de ondas, escucharemos por lo tanto estos batidos que tienen una frecuencia de $\omega_1 - \omega_2 = 342 - 340 = 2Hz$

Ejercicio 7.18: *En el caso de ondas luminosas, demuestre que:*

$$\frac{1}{v_g} = \frac{n}{c} + \frac{\nu}{c}\frac{dn}{d\nu}$$

Por la teoría desarrollada en el libro, tenemos que la velocidad de grupo es $v_g = \dfrac{d\omega}{dk}$
Donde ω se considera como función de k. Si consideramos a k como función de ω, por la regla de derivada de la inversa, nos queda que $v_g = \dfrac{d\omega}{dk} = 1/\dfrac{dk}{dw}$, por lo tanto, $1/v_g = \dfrac{dk}{dw}$

Pero como $\nu = \omega/2\pi$, por la regla de la cadena podemos escribir:

$$1/v_g = \frac{dk}{d\omega} = \frac{dk}{d\nu}\frac{d\nu}{d\omega} = \frac{1}{2\pi}\frac{dk}{d\nu} \quad (1)$$

Ahora bien, sabemos que $\omega/k = v$ y que por definición $n = c/v$.
Juntando estas dos expresiones nos queda que $n = ck/\omega$, entonces $k = n\omega/c = 2\pi n\nu/c$ (2)
Donde n es en realidad una función que depende de ν.

Entonces, por (1) y (2), tenemos que:

$$\frac{1}{v_g} = \frac{1}{2\pi}\frac{dk}{d\nu} = \frac{1}{2\pi}\frac{d}{d\nu}(\frac{2\pi}{c}\ n\nu) = \frac{1}{c}\frac{d}{d\nu}(n\nu) = \frac{1}{c}[n + \nu\frac{dn}{d\nu}]$$

Este último paso debido a la regla del producto de la derivada.

Entonces, $\dfrac{1}{v_g} = \dfrac{n}{c} + \dfrac{\nu}{c}\dfrac{dn}{d\nu}$ ■

Ejercicio 7.20: *demuestre que la velocidad de grupo puede escribirse como:*

$$v_g = v - \lambda\frac{dv}{d\lambda}$$

Nuevamente, la expresión para la velocidad de grupo es $v_g = \dfrac{d\omega}{dk}$.
Pero como $\omega/k = v$, tenemos que $\omega = kv$, por lo que:

$$v_g = \frac{d\omega}{dk} = \frac{d}{dk}(kv) = k\frac{dv}{dk} + v \quad (1)$$

Por otro lado, $\lambda = 2\pi/k$, por lo que $\dfrac{d\lambda}{dk} = -2\pi/k^2 = -\lambda/k \quad (2)$

Entonces, por (1): $v_g = k\dfrac{dv}{dk} + v = k\dfrac{dv}{d\lambda}\dfrac{d\lambda}{dk} + v \quad$ (por regla de la cadena)
$= k\left(-\dfrac{\lambda}{k}\right)\dfrac{dv}{d\lambda} + v \quad$ (por 2)
$= v - \lambda\dfrac{dv}{d\lambda} \quad \blacksquare$

Ejercicio 7.22: *Calcule la velocidad de grupo de las ondas cuando la velocidad de fase varía inversamente con la longitud de onda*

Por el enunciado, la velocidad de fase es $v = \dfrac{a}{\lambda}$ para una constante a. Esto es todo lo que necesitamos para calcular la velocidad de grupo usando el resultado del ejercicio anterior:

$$v_g = v - \lambda\frac{dv}{d\lambda} = v - \lambda\frac{d}{d\lambda}\left(\frac{a}{\lambda}\right) = v - \lambda\left(\frac{-a}{\lambda^2}\right) = v + \frac{a}{\lambda} = v + v = \mathbf{2v} \ \blacksquare$$

Ejercicio 7.24 *De una onda que se propaga en una estructura periódica donde* $\omega(k) = 2\omega_0\sin(kl/2)$, *calcule tanto la fase como las velocidades de grupo, escribiendo la primera como función de sinc*

La velocidad de fase es sencillamente $v = \dfrac{\omega}{k} = \dfrac{2\omega_0\sin(kl/2)}{k} = \dfrac{2\omega_0\sin(kl/2)}{kl/2}l/2 = 2\omega_0\dfrac{l}{2}\dfrac{\sin(kl/2)}{kl/2} = l\omega_0 \ sinc(kl/2)$

La velocidad de grupo es $v_g = \dfrac{d\omega}{dk} = \dfrac{d}{dk}2\omega_0\sin(kl/2) = l\omega_0\cos(kl/2)$

Ejercicio 7.30: *Dada la función* $A\cos(\pi x/L)$, *determine su serie de Fourier.*

Escribimos la función como $A\cos(kx)$, con $k = \pi/L$, la función tiene un periodo de $\lambda = \dfrac{2\pi}{k} = \dfrac{2\pi}{\pi/L} = 2L$. Entonces, según la convención usada en el libro, podemos calcular sus coeficientes de Fourier como sigue:

$A_0 = \dfrac{2}{\lambda}\displaystyle\int_0^\lambda A\cos(\pi x/L)\ dx = 0$ Porque corresponde a un ciclo completo del cos.

$A_m = \dfrac{2}{\lambda}\displaystyle\int_0^\lambda f(x)\ \cos(mkx)dx = \dfrac{2}{\lambda}\int_0^\lambda \cos(kx)\ \cos(mkx)dx = \dfrac{2}{\lambda}\,\dfrac{1}{2}\int_0^\lambda \cos(k(m-1)x) + \cos(k(m+1)x)\ dx$ Por identidad trigonométrica para pasar de de producto a suma.
$= \dfrac{1}{\lambda}\displaystyle\int_0^\lambda \cos(k(m-1)x)\ dx + \dfrac{1}{\lambda}\int_0^\lambda \cos(k(m+1)x)\ dx$
Estas integrales valen 0 para toda $m \neq 1$ porque cada coseno realiza una cantidad entera de periodos. Excepto cuando $m = 1$, que entonces la primera integral es $\dfrac{1}{\lambda}\displaystyle\int_0^\lambda \cos(0x)\ dx = \dfrac{1}{\lambda}\int_0^\lambda 1dx = 1$
Entonces $A_m = 0\ \forall m \neq 1$ y $A_1 = 1$

$B_m = \dfrac{2}{\lambda}\displaystyle\int_0^\lambda f(x)\ \sin(mkx)dx = \dfrac{2}{\lambda}\int_0^\lambda \cos(kx)\ \sin(mkx)dx = \dfrac{2}{\lambda}\,\dfrac{1}{2}\int_0^\lambda \sin(k(m-1)x) + \sin(k(m+1)x)\ dx$ Por identidad trigonométrica de producto a suma.

$= \dfrac{1}{\lambda}\displaystyle\int_0^\lambda \sin(k(m-1)x)\ dx + \dfrac{1}{\lambda}\int_0^\lambda \sin(k(m+1)x)\ dx = 0$
Ambas integrales valen 0 porque en el intervalo de integración realiza cantidades enteras de periodos.
Entonces $B_m = 0\ \forall m$

Entonces, con estos coeficientes, la serie de Fourier es simplemente $f(x) = \dfrac{A_0}{2} + \sum A_m\cos(mkx) + \sum B_m\sin(mkx)$
Entonces, $f(x) = A\cos(\pi x/L)$

Ejercicio 7.32: *Demuestre que la representación de la serie de Fourier de la función* $f(\theta) = |\sin\theta|$ *es:*

$$f(\theta) = \frac{2}{\pi} - \frac{4}{\pi}\sum_{m=1}^{\infty}\frac{\cos 2m\theta}{4m^2-1}$$

La función $f(\theta) = |\sin\theta|$ tiene un periodo de $\lambda = \pi$ (la mitad del periodo de $\sin(\theta)$ porque las partes negativas están reflejadas sobre el eje x) y entonces tiene $k = 2\pi/\lambda = 2$.

Entonces calculamos los coeficientes:

$A_0 = \dfrac{2}{\lambda}\displaystyle\int_0^{\lambda} f(\theta)d\theta = \dfrac{2}{\pi}\int_0^{\pi} |\sin\theta| d\theta = \dfrac{2}{\pi}\int_0^{\pi} \sin(\theta)d\theta$ (porque en este intervalo el seno es positivo)
$= -\dfrac{2}{\pi}\cos\theta\Big|_0^{\pi} = \dfrac{2}{\pi}(2) = \dfrac{4}{\pi}$

$A_m = \dfrac{2}{\lambda}\displaystyle\int_0^{\lambda} f(\theta)\ \cos mk\theta\ dx = \dfrac{2}{\pi}\int_0^{\pi} |\sin\theta|\cos(2m\theta)d\theta = \dfrac{2}{\pi}\int_0^{\pi}\sin\theta\cos(2m\theta)d\theta$ (Porque sin es positivo en este intervalo)
$= \dfrac{2}{\pi}\displaystyle\int_0^{\pi}\dfrac{1}{2}[\sin(\theta - 2m\theta) + \sin(\theta + 2m\theta)]\ d\theta$ (Por identidad trigonométrica para pasar de producto a suma)
$= \dfrac{1}{\pi}\displaystyle\int_0^{\pi}\sin((1-2m)\theta)d\theta + \sin((1+2m)\theta)d\theta$
$= \dfrac{1}{\pi}\left[-\dfrac{\cos((1-2m)\theta)}{1-2m} - \dfrac{\cos((1+2m)\theta)}{1+2m}\right]_0^{\pi} = \dfrac{1}{\pi}\left[-\dfrac{-1}{1-2m} - \dfrac{-1}{1+2m} + \dfrac{1}{1-2m} + \dfrac{1}{1+2m}\right] =$
$\dfrac{2}{\pi}\left[\dfrac{1}{1-2m} + \dfrac{1}{1+2m}\right] = \dfrac{4}{\pi(1-4m^2)}$

Finalmente, como $f(\theta)$ es par, porque $f(-\theta) = |\sin(-\theta)| = |-\sin\theta| = |\sin\theta| = f(\theta)$, entonces todos los términos $B_m = 0$

Entonces, la serie de Fourier es: $f(\theta) = \dfrac{A_0}{2} + \displaystyle\sum_{m=1}^{\infty} A_m\cos mk\theta + \sum_{m=1}^{\infty} B_m \sin mk\theta$
$= \dfrac{2}{\pi} + \displaystyle\sum_{m=1}^{\infty}\dfrac{4}{\pi(1-4m^2)}\cos(2m\theta) = \dfrac{2}{\pi} - \dfrac{4}{\pi}\sum_{m=1}^{\infty}\dfrac{\cos 2m\theta}{4m^2-1}$ ■

Ejercicio 7.38: *Se ha patentado una técnica de campo magnético para estabilizar un láser de He-Ne a dos partes en 10^{10}. A 632,8nm ¿cuál será la longitud de coherencia de un láser con tal estabilidad de frecuencia?*

La estabilidad de frecuencia se define como $\dfrac{\Delta\nu}{\nu}$, por lo tanto, por el enunciado tenemos que $\dfrac{\Delta\nu}{\nu} = \dfrac{2}{10^{10}}$
Donde la frecuencia la podemos calcular a partir de $\lambda\nu = c \Rightarrow \nu = c/\lambda = 3\times 10^8\ m/s\ \ /\ 632{,}8\times 10^{-9}m\ =\ 4{,}74\times 10^{14}\ Hz$

Por lo tanto $\Delta\nu$ es: $\Delta\nu = \dfrac{2}{10^{10}}\nu = \dfrac{2}{10^{10}}4{,}74\times 10^{14} = 9{,}48\times 10^4 Hz$

Entonces, como el ancho de banda es inverso al tiempo de coherencia, tenemos: $\Delta t_c \simeq \dfrac{1}{\Delta\nu} = \dfrac{1}{9{,}48 \times 10^4} = 1{,}05 \times 10^{-5} s$

Finalmente, tenemos que $\Delta l_c = c\Delta t_c = (3 \times 10^8 m/s)\,(1{,}05 \times 10^{-5} s) = \mathbf{3{,}15 \times 10^3\ m}$

Ejercicio 7.40: *Suponga que tenemos un filtro con un paso de banda de $1{,}0\AA$ centrado en $600nm$ y que iluminamos con luz solar. Calcule la longitud de coherencia de la onda que emerge.*

Primero calculamos la frecuencia de la onda $\nu = \dfrac{c}{\lambda} = \dfrac{3 \times 10^8 m/s}{600 \times 10^{-9} m} = 5 \times 10^{14}\ Hz$
Ahora bien, necesitamos calcular $\Delta\nu$ pero sólo conocemos $\Delta\lambda = 1\AA$. Hay que encontrar la forma de relacionarlos.
Tenemos que $\nu = \dfrac{c}{\lambda}$, entonces, si le agregamos un 'error' $\Delta\lambda$ a λ y similarmente a ν, nos queda: $\nu \pm \Delta\nu = \dfrac{c}{\lambda \pm \Delta\lambda}$ Esta última expresión es igual a $\dfrac{c}{\lambda(1 + \frac{\Delta\lambda}{\lambda})}$, que podemos aproximar usando la paroximación: $\dfrac{1}{1 \pm \epsilon} \simeq 1 \mp \epsilon$
Con $\epsilon = \Delta\lambda/\lambda$ que es un número pequeño.

Entonces, $\dfrac{c}{\lambda(1 \pm \frac{\Delta\lambda}{\lambda})} \simeq \dfrac{c}{\lambda}(1 \mp \frac{\Delta\lambda}{\lambda}) = \nu \mp c\dfrac{\Delta\lambda}{\lambda^2}$, entonces $\nu \pm \Delta\nu = \nu \mp c\dfrac{\Delta\lambda}{\lambda^2}$ Finalmente, tenemos: $\Delta\nu = \dfrac{c}{\lambda^2}\Delta\lambda$.

Por lo tanto, podemos calcular $\Delta\nu = \dfrac{c}{\lambda^2}\Delta\lambda = \dfrac{3 \times 10^8 m/s}{(600 \times 10^{-9})^2}(1 \times 10^{-10} m) = 8{,}33 \times 10^{10}\ Hz$

Entonces, el tiempo de coherencia es de $\Delta t_c \simeq 1/\Delta\nu = \dfrac{1}{8{,}33 \times 10^{10}} = 1{,}2 \times 10^{-11} s$

Por lo tanto, la longitud de coherencia es $\Delta l_c = c\Delta t_c = (3 \times 10^8 m/s)(1{,}2 \times 10^{-11} s) = \mathbf{3{,}6 \times 10^{-3} m}$

Ejercicio 7.42 *Suponga que difundimos luz blanca en un abanico de longitudes de onda mediante una red de difracción y que luego hacemos pasar una pequeña región selecta de dicho espectro a través de una rendija. Debido al ancho de la rendija, emerge una banda de longitudes de ancho de $1{,}2nm$ centrada de $500nm$. Determine el ancho de banda de la frecuencia así como la longitud de coherencia de dicha luz.*

Como se probó en el ejercicio anterior, $\Delta\nu = \frac{c}{\lambda^2}\Delta\lambda$

Entonces, $\Delta\nu = \frac{3 \times 10^8\ m/s}{(500 \times\ 10^{-9}m)^2}(1{,}2 \times 10^{-9})m = 1{,}44 \times 10^{12}\ Hz$

Entonces, $\Delta t_c \simeq 1/\Delta\nu = \frac{1}{1{,}44 \times 10^{12}} = 6{,}944 \times 10^{-13}s$

Y la longitud de coherencia es $\Delta l_c = c\Delta t_c = (3 \times 10^8 m/s)(6{,}944 \times 10^{-13}s) = \mathbf{2{,}083 \times 10^{-4}m}$