

Esercitazione 6

Diffrazione

4 Maggio 2016

Diffrazione da una fenditura

Problema (1)

Una fenditura rettangolare di larghezza $d = 10\mu\text{m}$ e lunghezza assai maggiore di b dista $l = 1\text{m}$ da uno schermo ed è illuminata da una radiazione monocromatica violetta di lunghezza d'onda $\lambda = 436\text{nm}$. Il sistema è posto nel vuoto.

- (a) Si determinino le posizioni sullo schermo dei minimi dell'irradianza.
- (b) Se si riempie di acqua ($n = 1.333$) la zona compresa tra la fenditura e lo schermo, dove si localizzano sullo schermo i nuovi minimi dell'irradianza?

Problema (2)

Una fenditura rettangolare di larghezza d e lunghezza grande rispetto a d è illuminata da una radiazione monocromatica di lunghezza d'onda $\lambda_1 = 488\text{nm}$. Lo schermo di osservazione si trova nel piano focale di una lente sottile di lunghezza focale $f = 1.5\text{m}$ posta immediatamente al di là della fenditura. Il terzo minimo della figura di diffrazione si forma a distanza $x^* = 3\text{mm}$ dal massimo centrale. Per la luce di lunghezza d'onda λ_2 il secondo minimo si forma nello stesso punto dello schermo.

- (a) Si determini il valore di λ_2
- (b) Si determini la larghezza d della fenditura.

Problema (3)

Una fenditura rettangolare di larghezza $d = 0.3\text{mm}$ e di lunghezza grande rispetto a d è illuminata da una radiazione rossa di lunghezza d'onda $\lambda = 670\text{nm}$ e si trova immediatamente davanti a una lente sottile convergente. In un punto P di uno schermo opaco posto nel piano focale della lente, a distanza $x = 0.5\text{mm}$ dal fuoco principale si ha uno sfasamento di $\delta = 110^\circ$ tra i raggi provenienti dai bordi opposti della fenditura.

Si calcolino:

- (a) la lunghezza focale f della lente
- (b) Si verifichi se il punto P si trova all'interno o all'esterno dell'intervallo tra il massimo centrale e il primo minimo della figura di diffrazione.

Problema (4)

Su una fenditura di larghezza d incide un'onda piana monocromatica di lunghezza d'onda $\lambda = 400\text{nm}$. La diffrazione è osservata su un piano posto nel piano focale di una lente con focale $f = 70\text{ cm}$. La frangia centrale osservata è larga $\Delta z_1 = 3.5\text{cm}$. Se si illumina la fenditura con una radiazione di lunghezza d'onda incognita λ_2 , la larghezza risulta $\Delta z_2 = 5\text{cm}$, si calcolino d e λ_2 .

Diffrazione da più fenditure

Problema (5)

Indicare quali condizioni si devono verificare perché il massimo centrale dell'involuppo della figura d'interferenza relativa a due fenditure contenga esattamente undici frange.

Problema (6)

Ideare un sistema di due fenditure nel quale manchi la quarta frangia di interferenza, non contando il massimo centrale. Quali altre frange, se si dà il caso, mancano?

Reticoli di diffrazione

Problema (7)

Si trovi l'espressione per la posizione dei massimi principali e secondari, e dei minimi, per un reticolo di diffrazione di N fenditure. Si trovino poi le espressioni per le irradianze relative dei primi 3 massimi secondari.

Problema (8)

Un reticolo di diffrazione di passo $p = 2\ \mu\text{m}$, è formato da $N = 24$ fenditure uguali, ciascuna di larghezza $d = 1\ \mu\text{m}$ e di lunghezza praticamente infinita ai fini del problema; il reticolo è illuminato da un fascio piano di luce monocromatica gialla, incidente perpendicolarmente sul piano che contiene le fenditure e avente lunghezza d'onda $\lambda = 583.3\text{ nm}$.

(a) Si determini il numero di massimi principali della figura di diffrazione e gli angoli delle rispettive direzioni.

Problema (9)

Dato un reticolo di diffrazione con N fenditure larghe d e di passo p , illuminato con luce di lunghezza d'onda λ , discutere le differenze tra le figure di interferenza nel caso $d < \lambda$ e nel caso $d > \lambda$.

Problema (10)

Un reticolo con $N = 5000$ fenditure, di larghezza $d = 2 \mu\text{m}$ e passo $p = 8 \mu\text{m}$ viene illuminato con un'onda piana monocromatica $\lambda = 600 \text{ nm}$. Il sistema di frange da esso prodotto è osservato su uno schermo posto nel piano focale di una lente di distanza focale $f = 100 \text{ cm}$, collocata immediatamente dopo il reticolo. Calcolare quante frange vengono effettivamente osservate, la posizione angolare dei primi 3 massimi e la loro larghezza.

Diffrazione de un'apertura circolare e potere risolutivo

Problema (11)

Un foro circolare di raggio a è illuminato da luce verde monocromatica di un laser ad argo avente lunghezza d'onda $514,5 \text{ nm}$. Il primo minimo della figura di diffrazione su uno schermo posto a distanza $l = 75 \text{ cm}$ dal foro ha diametro $d = 1 \text{ mm}$. Si determini il valore di a .

Problema (12)

La stella binaria 85 Pegaso dista $D = 39$ anni luce dalla Terra. Essa è costituita da due stelle distanti tra loro $l = 3 \cdot 10^9 \text{ km}$ e ruotanti attorno al loro centro di massa. Schematizzando le due sorgenti come monocromatiche con lunghezza d'onda $\lambda = 625 \text{ nm}$.

(a) Si determini se un osservatore terrestre può risolvere le due stelle a occhio nudo.

Nota: Il criterio di Rayleigh per considerare risolte due sorgenti si basa sulla possibilità di distinguere le loro figure di diffrazione. Ovvero affinché le due sorgenti siano risolte la posizione del massimo centrale di una deve al massimo coincidere con la posizione del primo minimo dell'altra.

Problema (13)

I due fari di un'automobile che si sta avvicinando si trovano a 1.42 m l'uno dall'altro. Qual è la separazione angolare e la distanza massima, alle quali l'occhio può vederli separati? Si faccia l'ipotesi che questa distanza sia determinata soltanto da effetti di diffrazione dell'apertura circolare della pupilla e si esegua il calcolo per una lunghezza d'onda di 562 nm e per un diametro della pupilla di 5.00 mm .