

## Esercitazione 5

### Interferenza

28 Aprile 2016

#### Problema (1)

Un'onda piana monocromatica di lunghezza d'onda  $\lambda \sim 656.3$  nm (riga C di Fraunhofer dell'idrogeno), incide su due sottili fenditure parallele praticate su una superficie piana, opaca e distanti tra loro  $d = 0.25$  mm.

- (a) Considerato uno schermo piano distante  $L \gg d$ , scrivere le espressioni per le posizioni dei minimi e dei massimi di interferenza sullo schermo.
- (b) Qual è la distanza  $\Delta x$  fra i centri delle prime due bande di interferenza se lo schermo è distante  $L = 90$  cm dalle due fenditure?

#### Problema (2)

Si consideri un fascio verde di luce laser, di lunghezza d'onda  $\lambda \sim 510.5$  nm, incidente su due fenditure eguali praticate su uno schermo opaco e distanti tra loro  $d = 1$   $\mu$ m. I fronti d'onda sono piani paralleli alle fenditure e formano un angolo  $\alpha = 30^\circ$  col piano contenente le fenditure. Le larghezze delle fenditure sono molto più piccole della lunghezza d'onda  $\lambda$ .

- (a) Scrivere le condizioni per i massimi di intensità su uno schermo piano parallelo alla superficie con le fenditure e distante  $L \gg d$  dalle fenditure.
- (b) Si determini l'ordine massimo per le frange chiare di interferenza.

#### Problema (3)

Due fasci di luce monocromatica e coerenti attraversano ciascuno un tubo di lunghezza  $\ell = 40$  cm: nel primo tubo c'è il vuoto, mentre l'altro contiene del gas. I due fasci vengono poi fatti interferire nel vuoto. Nel caso di luce He-Ne rossa di lunghezza d'onda  $\lambda_1 \sim 632.8$  nm, si osserva che nel punto P di uno schermo (P punto simmetrico rispetto ai due tubi) compare la frangia chiara di ordine  $m_1 = 247$ .

- (a) Si ricavi l'indice di rifrazione  $n$  del gas nel tubo.
- (b) Per una luce di lunghezza d'onda  $\lambda_2$ , una frangia chiara di ordine  $m_2 = 354$  compare nello stesso punto P. Si ricavi il valore di  $\lambda_2$ .
- (c) Scrivere la condizione per i massimi di interferenza nel caso in cui il punto P non sia quello simmetrico.

#### Problema (4)

Tre sorgenti luminose coerenti e praticamente puntiformi emettono luce monocromatica di colore arancione di lunghezza d'onda  $\lambda \sim 605.78 \text{ nm}$ , con uguale potenza e con la stessa fase. Le sorgenti sono allineate su una retta a distanza relativa  $d$  tra due successive. Si raccoglie la luce emessa su uno schermo distante  $D = 200 \text{ m}$  dalla retta contenente le sorgenti.

(a) Si determinino il valore minimo di  $d$  diverso da zero affinché si osservi un massimo dell'irradianza nel punto P dello schermo, proiezione geometrica sullo schermo della sorgente posta centralmente.

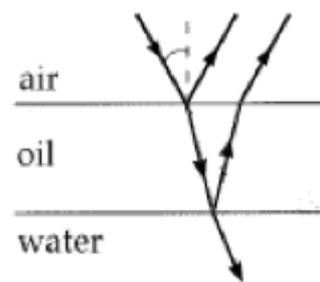
(b) Col valore di  $d$  ricavato al punto precedente si determini il rapporto fra l'irradianza massima nel punto P e quella che produrrebbe nello stesso punto P una sola delle tre sorgenti.

#### Problema (5)

Una goccia d'olio ( $n_o = 1.22$ ) galleggia sulla superficie dell'acqua ( $n_{H_2O} = 1.33$ ) e viene osservata dall'alto mediante la luce solare che viene da essa riflessa.

(a) Lo strato più esterno della goccia appare chiaro o scuro?

(b) Approssimativamente, quanto vale lo spessore dello strato di olio dove si osserva il terzo massimo di colore blu?



#### Problema (6)

Una sorgente di luce monocromatica di lunghezza d'onda  $\lambda = 488 \text{ nm}$  (luce verde prodotta da un laser Ar) incide con  $\theta = 60^\circ$  su una sottile pellicola piana di liquido organico con indice di rifrazione  $n_1 = 1.2$ , che galleggia su una superficie di acqua con indice di rifrazione  $n_2 = 1.333$ .

a) Si calcoli lo spessore minimo non nullo della pellicola, affinché, per riflessione, si verifichi interferenza costruttiva.

b) Il liquido organico si degrada e il suo indice di rifrazione assume il valore  $n' = 1.4$ , si dica quali lunghezze d'onda generano interferenza costruttiva.

### Problema (7)

Due fenditure distanti tra loro  $d = 1 \text{ mm}$  sono illuminate da luce gialla prodotta da una lampada al sodio. La luce è dicromatica, con lunghezze d'onda  $\lambda_1 = 588,995 \text{ nm}$  e  $\lambda_2 = 589,592 \text{ nm}$ . Su uno schermo posto a distanza  $L = 1 \text{ m}$  dalle fenditure si osservano delle frange di interferenza. Si calcoli:

- La distanza  $\Delta_m$  sullo schermo tra i massimi di ordine  $m$  corrispondenti alle due lunghezze d'onda  $\lambda_1$  e  $\lambda_2$
- L'ordine  $m$  di interferenza affinché questa separazione sia circa un quarantasettesimo della distanza fra i due massimi consecutivi delle frange dovute alla luce con lunghezza d'onda  $\lambda_1$ .
- Di quanto dovrebbe essere variata la distanza tra le due fenditure affinché la separazione tra i massimi di ordine  $m' = 10$ , corrispondenti alle due lunghezze d'onda, sia  $\Delta'_m = 2.5 \mu\text{m}$ .

### Problema (8)

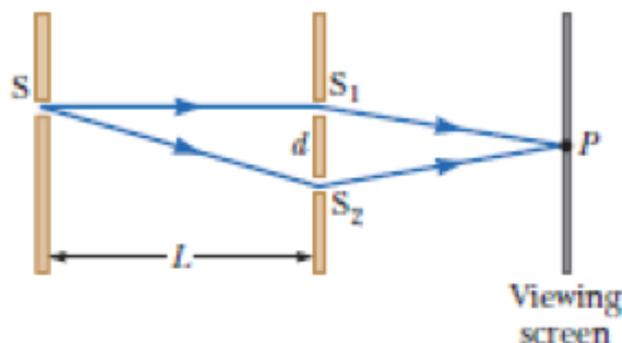
In un interferometro di Young in aria ( $n = 1$ ) la distanza tra le fenditure è  $d = 0.1 \text{ mm}$  e lo schermo dista  $L = 20 \text{ cm}$ . Illuminando con luce monocromatica si osserva in particolare che la distanza tra i due massimi di ordine  $K = 10$  è  $24 \text{ mm}$ . Calcolare la lunghezza d'onda della luce incidente e la larghezza delle frange luminose.

Il dispositivo viene successivamente immerso in acqua ( $n = 1.33$ ): descrivere come varia il sistema di frange osservato sullo schermo, calcolando la nuova posizione dei massimi e la loro larghezza.

### Problema (9)

Un fascio di luce monocromatica di lunghezza d'onda  $\lambda \sim 620 \text{ nm}$  passa attraverso una piccola fenditura  $S$ , e poi colpisce uno schermo posto a distanza  $L = 1.2 \text{ m}$ , su cui sono praticate due aperture  $S_1$  e  $S_2$ .

L'apertura  $S_1$  è direttamente in linea con  $S$ , come mostrato nello schema a fianco, mentre  $S_2$  è spostata di  $d$ . Lo schema di interferenza è studiato nel punto  $P$ , equidistante da  $S_1$  e  $S_2$ . Se solo una fra  $S_1$  e  $S_2$  è aperta, l'intensità luminosa in  $P$  è la medesima. Quando invece entrambe sono aperte, l'intensità luminosa è tre volte più larga. Si trovi il più piccolo valore di  $d$  che soddisfa tale condizione.



**Problema (10)**

Un interferometro di Young è caratterizzato dall'aver una prima apertura più larga della seconda. In questo modo l'intensità luminosa dovuta alla prima è 3 volte maggiore di quella della seconda. Come si scrive in questo caso la relazione per l'interferenza?

Suggerimento: Se le aperture avessero la stessa dimensione varrebbe la tipica relazione per l'interferenza

$$I = 4 I_0 \cos^2 \left( \frac{\delta}{2} \right).$$

**Problema (11)**

Due fasci di luce di lunghezza d'onda  $\lambda \sim 632.8$  nm (laser He-Ne) si propagano, paralleli e in fase tra loro, nel vuoto e vengono sovrapposti in modo da interferire tra loro. Una sottile lastra di vetro, con indice di rifrazione  $n = 1.575$ , è inserita sul percorso di uno dei due fasci. Come conseguenza, il massimo centrale della figura di interferenza sullo schermo, posto perpendicolarmente alla direzione di propagazione dei fasci di luce, si sposta nella direzione occupata in precedenza dalla frangia chiara di ordine  $m = 5$ . Qual è lo spessore  $t$  della lastra di vetro?