

# Tutoraggio di Fisica 3

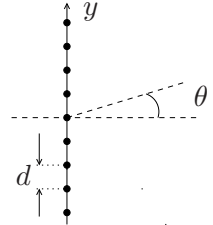
2022 – Corso A/B – 7

**49**  $N$  sorgenti coerenti uguali emettono onde sferiche con lunghezza d'onda  $\lambda$  e sono poste a una distanza  $d$  l'una dall'altra, allineate lungo l'asse  $y$ . Determinare:

(a) che relazione si deve avere tra  $d$  e  $\lambda$  per ottenere che la figura di interferenza abbia gli unici massimi principali a  $\theta = 0$  e  $\theta = \pi$  nell'ipotesi che le sorgenti emettano in fase;

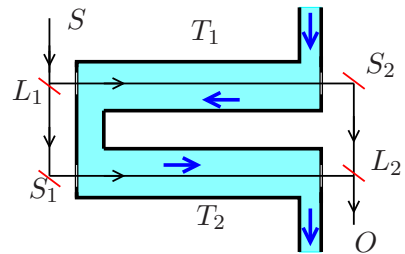
(b) che sfasamento si dovrebbe avere tra le sorgenti per far sì che tutti i massimi principali cadano sull'asse  $y$  nell'ipotesi  $d = \frac{1}{2}\lambda$ ;

(c) il numero e la posizione angolare dei massimi principali e dei nodi per 5 sorgenti con distanza  $d = \frac{1}{2}\lambda$  ed uno sfasamento di  $\frac{\pi}{4}$  rad tra ogni sorgente e la successiva. Disegnare il diagramma polare dell'intensità.



**50** La figura mostra un dispositivo ideato per misurare la velocità della luce in un mezzo in movimento.

Una sorgente  $S$  emette un fascio di luce monocromatica ( $\lambda_0 = 500$  nm) che viene diviso in due raggi, di intensità pressoché uguale, dalla lastra semitrasparente  $L_1$ . Il raggio trasmesso dalla lastra viene riflesso dallo specchio  $S_1$ . I due fasci attraversano i tubi  $T_1$  e  $T_2$ , di lunghezza  $L = 1.5$  m, giungendo rispettivamente sullo specchio  $S_2$  e sulla lastra semitrasparente  $L_2$  dove vengono sovrapposti, giungendo all'osservatore  $O$ . I tubi  $T_1$  e  $T_2$  sono collegati fra loro, ed in essi viene fatta scorrere dell'acqua ( $n = 1.333$ ) con velocità  $u = 7$  m/s, come mostrato in figura.



(a) Se vale la legge di composizione delle velocità classica (trasf. di Galileo), la velocità della luce nei due tubi dovrebbe essere  $v'_{1,2} = v \pm u$ , dove  $v = c/n$  è la velocità della luce nel sistema di riferimento dell'acqua. Calcolare la differenza di fase che ci si attende di osservare in  $O$ .

(b) In realtà il valore misurato sperimentalmente (Fizeau, 1851) fu decisamente più piccolo di quello previsto, e risultava compatibile con l'ipotesi che la velocità della luce nell'acqua in movimento non fosse data dalla trasformazione di Galileo ma da

$$v'_{1,2} = v \pm u \left( 1 - \frac{1}{n^2} \right).$$

Calcolare la differenza di fase ottenuta con questa formula.

(c) La spiegazione di questo fenomeno venne con la teoria della Relatività Ristretta di A.Einstein (1905), secondo la quale la corretta regola di composizione delle velocità è:

$$v' = \frac{v \pm u}{1 \pm \frac{vu}{c^2}}.$$

Dimostrare che nel limite  $u \ll c$  si ottiene proprio l'espressione indicata al punto b.

**51** Si può dimostrare che la figura di diffrazione prodotta da un corpo opaco è identica, tranne che nella direzione  $\theta = 0$ , a quella prodotta da un'apertura "complementare" con la stessa forma e dimensione (*principio di Babinet*). Nella fabbricazione di fili sottili si usa talvolta un laser per controllare lo spessore del filo prodotto. Il filo intercetta il fascio laser producendo una figura di diffrazione simile a quella formata da una fenditura singola di apertura pari al diametro del filo.

Si supponga che un laser a He-Ne, con lunghezza d'onda di 632.8 nm, illumini il filo e proietti la figura di diffrazione su uno schermo posto a 2.65 m di distanza. Se il diametro richiesto per il filo è di 1.37 mm, quale deve essere la distanza tra i due minimi del decimo ordine osservati sullo schermo?

- 52** Un fascio di luce con  $\lambda = 514.5$  nm (Argon) incide normalmente su un reticolo con  $N = 6000$  righe/cm. Calcolare:
- il più elevato ordine di massimo principale;
  - la dimensione minima del reticolo per risolvere nel massimo del primo ordine il doppietto  $\lambda_1 = 514.5$  nm,  $\lambda_2 = 514.6$  nm.
- 53** Un fascio di luce di intensità  $I_0$  è composto di luce polarizzata linearmente e di luce non polarizzata. Osservato attraverso un filtro polarizzatore, la sua intensità varia di un fattore  $F = 5$  a seconda dell'orientazione del filtro. Trovare l'intensità  $I_p$  della componente polarizzata.
- 54** Una lamina a quarto d'onda di quarzo ( $n_s = 1.553$ ,  $n_o = 1.544$ ) per luce gialla con  $\lambda = 589.3$  nm, è spessa  $d$ .
- Si calcoli  $d$  sapendo che il suo valore è, all'incirca, 1 mm;
  - Si specifichi l'effetto prodotto da tale lamina su raggi violetti con  $\lambda' = 399.4$  nm.

### Risultati

---

- 49.** (a)  $d < \lambda$ ; (b)  $\phi = \pi$ ; (c) un solo massimo principale a  $\theta = -14.5^\circ$ , nodi:  $\theta = -40.5^\circ, 8.63^\circ, 33.4^\circ, 71.8^\circ$  (il segno degli angoli dipende dal segno assegnato alla fase; non c'è simmetria  $\pm\theta$ !).
- 50.** a)  $\Delta\phi \simeq 2\pi \frac{2L}{\lambda_0} \frac{u}{c} n^2 = 2\pi \cdot 0.25$ ; b)  $\Delta\phi \simeq 2\pi \frac{2L}{\lambda_0} \frac{u}{c} (n^2 - 1) = 2\pi \cdot 0.11$
- 51.** 24.5 mm
- 52.** (a) 3; (b) 8.6 mm
- 53.**  $I_p = \frac{F-1}{F+1} I_0 = \frac{2}{3} I_0$
- 54.** (a)  $d = 0.9985$  mm; (b) lamina a mezz'onda