

Laboratorio di Calcolo per Fisici, Esame del 19/01/2023

Canale A-De – A.A. 2022-2023

Nome _____ Cognome _____

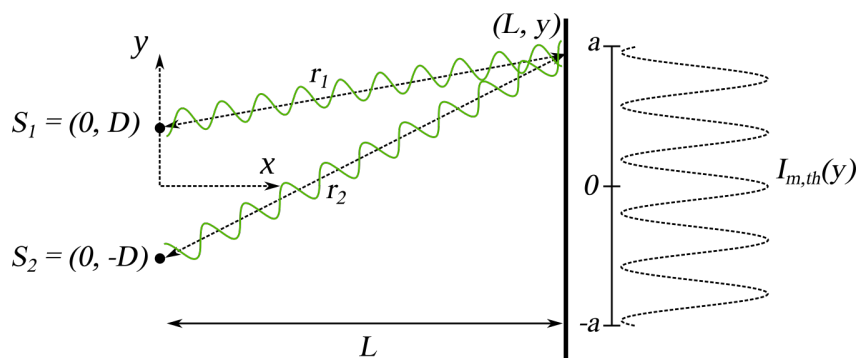
Matricola _____ Ritirato/a

Lo scopo di questa prova d'esame è di scrivere un programma in C e uno script in python seguendo la traccia riportata di seguito. Si tenga presente che:

1. Per svolgere il compito avete a disposizione 3 ore.
2. Si possono usare libri di testo, prontuari e gli appunti, ma non è ammesso parlare con nessuno né utilizzare cellulari, tablet o laptop, pena l'annullamento del compito.
3. Seguite pedissequamente le istruzioni che trovate nel testo (nomi delle funzioni, dei file, delle variabili, formati di stampa, ecc).
4. Il programma va scritto e salvato esclusivamente sul computer del laboratorio, a cui si deve accedere utilizzando come username **studente** e come password **informatica**
5. Tutti i file vanno salvati in una cartella chiamata EXLR_NOME_COGNOME nella home directory, dove NOME e COGNOME indicano rispettivamente il vostro nome e cognome. Ad esempio lo studente Marco Rossi deve creare una cartella chiamata EXLR_MARCO_ROSSI contenente tutti i file specificati nel testo. Tutto ciò che non si trova all'interno della cartella non verrà valutato. All'inizio di tutti i programmi e script va inserito un commento con nome, cognome e numero di matricola.
6. Consegnate il presente testo indicando nome, cognome e numero di matricola, barrando la casella "Ritirato/a" se ci si vuole ritirare, ovvero se non si vuole che l'elaborato venga valutato.

Lo scopo di questo esercizio è di studiare il fenomeno dell'interferenza dovuto alla sovrapposizione di due onde armoniche.

► Background



Due sorgenti di luce S_1 ed S_2 generano onde monocromatiche armoniche aventi stessa pulsazione ω e vettore d'onda k . Le onde sono completamente determinate dal valore che il campo elettrico prende in un punto distante r_1 da S_1 e r_2 da S_2 tramite le due funzioni

$$E_1(r_1, t) = E_0 \cos(kr_1 - \omega t)$$
$$E_2(r_2, t) = E_0 \cos(kr_2 - \omega t),$$

dove E_0 è una costante (che poniamo uguale a 1) e t è il tempo. Studiamo l'intensità media della luce che colpisce uno schermo posto come in figura. Utilizzando il sistema di riferimento

in figura, le due sorgenti hanno coordinate $(0, D)$ e $(0, -D)$, mentre i punti sullo schermo hanno coordinate (L, y) , quindi

$$r_1 = \sqrt{L^2 + (D - y)^2}$$

$$r_2 = \sqrt{L^2 + (-D - y)^2}.$$

L'intensità *istantanea* della luce è data dal quadrato della somma dei campi,

$$I(y, t) = (E_1(r_1, t) + E_2(r_2, t))^2. \quad (1)$$

Definiamo l'intensità media (che è la quantità che mostra il fenomeno dell'interferenza) come la media di $I(y, t)$ calcolata per $N_t = 1000$ tempi equispaziati, $t_k = 0, 0.01, 0.02, \dots, 10$:

$$I_m(y) \approx \frac{1}{N_t} \sum_{k=1}^{N_t} I(y, t_k) = \frac{1}{N_t} \sum_{k=1}^{N_t} (E_1(r_1, t_k) + E_2(r_1, t_k))^2. \quad (2)$$

L'espressione teorica dell'intensità media, mostrata a destra in figura nell'intervallo $[-a, a]$, con cui dovrete confrontare la funzione calcolata $I_m(y)$, è

$$I_{m,th}(y) = 2E_0^2 \cos^2 \left(\frac{kDy}{L} \right). \quad (3)$$

► Prima parte

Il programma che scriverete deve stampare l'intensità media, Eq. (2), e quella teorica, Eq. (3), per N punti (L, y) generati casualmente sullo schermo ($y \in [-a, a]$). Il codice deve utilizzare i seguenti parametri: $k = 10.66 \mu\text{m}^{-1}$, $\omega = 3.198 \text{ fs}^{-1}$, $L = 100 \mu\text{m}$, $D = 4 \mu\text{m}$ e $a = 20 \mu\text{m}$. Per ottenere questo risultato scrivete un codice `interferenza.c` che svolga le seguenti operazioni:

1. definisce, attraverso opportune direttive `#define`, le costanti k , ω , D , L e a . **Nota Bene:** utilizzate i valori numerici scritti sopra, senza curarvi delle unità di misura.
2. Contiene una funzione `input()` che chiede all'utente di inserire il numero di punti N , controllando che si abbia $N > 0$, e restituisca il valore inserito. La funzione richiede nuovamente il valore in input qualora la condizione $N > 0$ non sia soddisfatta.
3. Nel `main()` definisce e inizializza due `double[2]` contenenti le posizioni delle due sorgenti, S_1 ed S_2 .
4. Contiene una funzione `intensita_media()` che prende in input le posizioni delle due sorgenti e un valore y e restituisce l'intensità media osservata in (L, y) , come definita nell'eq. (2). **Suggerimento:** utilizzate un ciclo sugli N_k valori $t_k = 0, 0.01, 0.02, \dots, 10$ per il calcolo di $I_m(y)$.
5. Nel `main()` utilizza la funzione `intensita_media()` per calcolare $I_m(y)$ per N valori di y estratti casualmente nell'intervallo $[-20, 20]$, e successivamente calcola l'espressione teorica $I_{m,th}(y)$, eq. (3), per gli stessi valori di y .
6. Stampa y , $I_m(y)$ e $I_{m,th}(y)$ su tre colonne nel file `interferenza.dat`, utilizzando due cifre dopo la virgola.

► Seconda parte

Scrivete uno script Python `interferenza.py` che utilizzi i dati contenuti nel file `interferenza.dat` per preparare un grafico che mostri i valori calcolati e teorici in funzione di y , $I_m(y)$ e $I_{m,th}(y)$, utilizzando simboli (e **non** linee). Lo script deve salvare il grafico, che dovrà contenere una legenda e opportuni *label* sugli assi, nel file `interferenza.png`.