

**Laboratorio di Calcolo per Fisici,  
Prova pratica del 19/01/2024, A.A. 2023/2024**

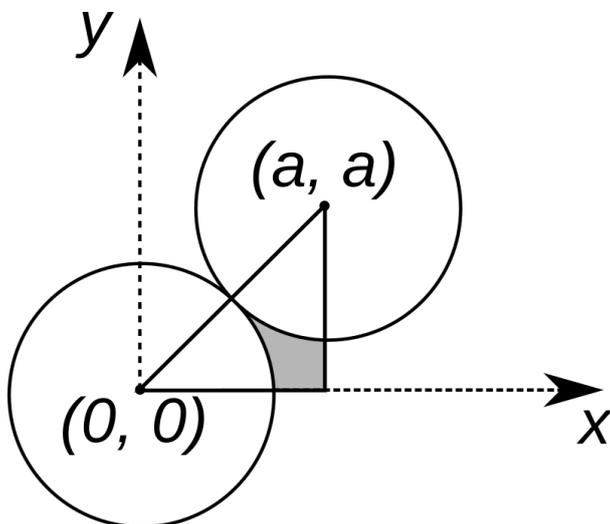
Nome \_\_\_\_\_ Cognome \_\_\_\_\_  
Matricola \_\_\_\_\_  Ritirato/a

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 si hanno 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. Il programma va scritto e salvato esclusivamente sul computer del laboratorio, a cui si deve accedere utilizzando come username **studente** e come password **informatica**
4. **Tutti i file vanno salvati in una cartella chiamata ELCG24\_NOME\_COGNOME nella home directory**, dove NOME e COGNOME indicano rispettivamente il tuo nome e cognome. Ad esempio lo studente *Marco Rossi* deve creare una cartella chiamata ELCG24\_MARCO\_ROSSI contenente tutti i file specificati nel testo. **Tutto ciò che non si trova all'interno della cartella suddetta non verrà valutato.** In tutti i programmi e script inserisci all'inizio un commento con il tuo nome, cognome e numero di matricola.
5. **Dovete consegnare il presente testo indicando nome, cognome e numero di matricola** (vedi sopra), barrando la casella "Ritirato/a" se ci si vuole ritirare, ovvero se non si vuole che la presente prova venga valutata.

Date due circonferenze di raggio  $R = \frac{\sqrt{2}}{2}l$  centrate, rispettivamente, in  $C_1 = (0, 0)$  e  $C_2 = (l, l)$ , definiamo il triangolo rettangolo isoscele la cui ipotenusa connette i loro centri. La porzione di area del triangolo che non interseca le circonferenze (in grigio in figura) vale

$$A_{\text{th}} = \frac{l^2}{2} - \frac{\pi}{8}l^2 \quad (1)$$



**Figura 1:** La costruzione geometrica che mette in evidenza in grigio l'area da calcolare.

Possiamo stimare l'area di interesse anche applicando il metodo Monte Carlo a un quadrato di lato  $l$  che ha lo spigolo in basso a sinistra in  $(0, 0)$  e quello in alto a destra in  $(l, l)$ . Estraiendo  $N$  punti a caso all'interno del quadrato e contando il numero di volte  $N_{in}$  in cui un punto non si trova all'interno di **nessuna delle due** circonferenze, una stima dell'area è

$$A_{\text{MC}} = \frac{N_{in}}{N} \frac{l^2}{2}. \quad (2)$$

Effettuando un numero  $N_{\text{TRIES}}$  di volte questa operazione (a  $N$  fissato), una stima dell'errore associato al calcolo numerico dell'area è dato da

$$\epsilon = \sqrt{\frac{\langle A_{\text{MC}}^2 \rangle - \langle A_{\text{MC}} \rangle^2}{N_{\text{TRIES}}}} \quad (3)$$

dove

$$\langle A_{\text{MC}}^2 \rangle = \frac{1}{N_{\text{TRIES}}} \sum_{i=1}^{N_{\text{TRIES}}} A_{\text{MC},i}^2, \quad \langle A_{\text{MC}} \rangle = \frac{1}{N_{\text{TRIES}}} \sum_{i=1}^{N_{\text{TRIES}}} A_{\text{MC},i}$$

sono le medie di  $A_{\text{MC}}^2$  e  $A_{\text{MC}}$  calcolate su tutti gli  $N_{\text{TRIES}}$  valori  $A_{\text{MC},i}^2$  e  $A_{\text{MC},i}$ , con  $i \in [0, N_{\text{TRIES}}]$ .

► **Prima parte:** Si scriva un programma chiamato `nome_cognome.c` (tutto minuscolo, senza eventuali spazi, accenti o apostrofi) che stimi l'errore  $\epsilon$  in funzione di  $N$ . In particolare il programma dovrà:

1. Chiedere all'utente di inserire  $l \in [L_{\text{min}}, L_{\text{max}}]$ , dove  $L_{\text{min}} = 4$  e  $L_{\text{max}} = 10$  vanno definite come macro.
2. Effettuare il calcolo di  $\epsilon$  per  $N = 10, 100, 1000, 10000, 100000, 1000000$ .
3. All'interno del ciclo su  $N$ , stimare numericamente  $N_{\text{TRIES}} = 10$  volte l'area tramite l'equazione 2 e quindi calcolare l'errore associato utilizzando l'equazione 3.
4. Alla fine di ogni iterazione su  $N$ , stampare a schermo  $N$ ,  $A_{\text{th}}$  e  $\langle A_{\text{MC}} \rangle$ , controllando che (specialmente per  $N$  grandi) ci sia accordo tra i valori. **Commentare l'istruzione di stampa una volta sicuri del funzionamento.**
5. Una volta stimato l'errore per un valore di  $N$ , stampare su un file `errore.dat`  $\log_{10}(N)$  e  $\log_{10}(\epsilon)$ , assicurandosi che entrambi i valori vengano stampati con 5 cifre significative dopo la virgola.

Nello scrivere il programma si richiede che vengano implementate almeno le seguenti funzioni:

- `inserimento(...)` che chieda all'utente di inserire  $l$ , assicurandosi che il valore si trovi nell'intervallo  $[4, 10]$ .
- `dentro_circonferenza(...)` che prende in input le coordinate di un punto, quelle dei centri delle circonferenze e il raggio  $R$  e restituisce 1 se il punto si trova all'interno della circonferenza, 0 altrimenti.
- `estrai(...)` che genera le coordinate di un punto scelto casualmente nel quadrato di lato  $l$ . Le variabili che conterranno le coordinate generate devono essere passate come puntatori.

► **Seconda parte:** Utilizzando il file `errore.dat` creare con python il relativo grafico per  $l = 4.0$ . Aggiungere allo stesso grafico la retta  $y = -\frac{x}{2}$ . Infine, salvare un'immagine di tale grafico in un file chiamato "errore.png". Lo script python si dovrà chiamare `nome_cognome.py`.