

# Corso di Laurea in Fisica

## Prova di esame - Laboratorio di Calcolo e Statistica

27 gennaio 2025

### Indicazioni generali

Si risolva il seguente esercizio, scrivendo un programma in C++ o in Python ed organizzando il codice sorgente in modo che le funzioni utilizzate risultino implementate in librerie separate del programma principale. Ai fini della valutazione, il primo criterio che deve essere soddisfatto è che il codice sia eseguibile senza errori (inclusi quelli di compilazione, nel caso del C++) realizzando le funzionalità richieste dal testo. Per la valutazione sarà inoltre tenuto in considerazione il fatto che i codici sorgente siano scritti con ordine, utilizzando opportunamente l'**indentazione** e i **commenti**. Per gli svolgimenti in C++, si richiede infine di iniziare i codici con una riga di commento contenente il comando necessario per creare l'eseguibile.

### Fit di segnale in presenza di rumore

Molto spesso ci si trova nella situazione di dover determinare la quantità di segnale presente in uno spettro misurato, sapendo di aver osservato un sistema fisico che produce eventi di interesse (segnale) contaminati da impulsi spuri (il rumore di fondo).

1. Si scriva una libreria di Python che contenga l'implementazione di una distribuzione di densità di probabilità, chiamata `pdf_fondo`, definita su un intervallo  $[0, \pi]$ . La funzione avrà la forma di  $A \sin(x)$ , dove il parametro  $A$  è determinato dalla richiesta che sull'intervallo di definizione la funzione sia normalizzata. Si scriva la funzione in modo che, oltre alla variabile  $x$ , prenda in ingresso tutti i parametri necessari a definirla.
2. Si faccia il disegno della funzione sull'intervallo di definizione e si controlli che la funzione è normalizzata, utilizzando il metodo *hit-or-miss* di integrazione.
3. Si generi un campione di 2000 punti pseudo-casuali distribuiti secondo `pdf_fondo` utilizzando il metodo della funzione inversa e se ne disegni l'istogramma, scegliendone con un algoritmo opportuno il binnaggio (non si dimentichi che la funzione cumulativa è una particolare primitiva della pdf corrispondente, perché deve avere limite uguale a zero a meno infinito ed uguale ad 1 a più infinito).
4. Si generi, utilizzando il metodo *try-and-catch*, un secondo campione di 1000 eventi secondo una distribuzione Gaussiana con media  $\pi/4$  e larghezza  $\pi/20$ , lo si unisca in un unico container a quello generato precedentemente e se ne disegni l'istogramma.
5. A partire dal risultato del punto precedente, utilizzando la tecnica dei *toy experiment*, si determini quale sia il bias medio dello stimatore  $\hat{\mu}$  che determina la posizione del massimo del segnale con un fit Gaussiano fra 0 e  $\pi/2$ .

Gli studenti affetti da disturbi specifici dell'apprendimento (DSA) potranno tralasciare il punto 5. Questi dovranno anche consegnare, oltre allo svolgimento del tema, una copia del proprio Progetto Universitario Individualizzato (P.Uo.I).