

# Corso di Laurea in Fisica

## Prova di esame - Laboratorio di Calcolo e Statistica

10 ottobre 2024

### 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.

### Il metodo di Box-Mueller per generare numeri pseudo-casuali Gaussiani

Secondo l'algoritmo di Box-Müller, dati due numeri pseudo-casuali  $x_1$  ed  $x_2$  generati uniformemente nell'intervallo  $(0, 1)$ , si dimostra che i due numeri  $g_1$  e  $g_2$  calcolati con le equazioni seguenti:

$$g_1 = \sqrt{-2 \log(x_1)} \cos(2\pi x_2) \quad (1)$$

$$g_2 = \sqrt{-2 \log(x_1)} \sin(2\pi x_2) \quad (2)$$

possano essere considerati due numeri pseudo-casuali distribuiti secondo una distribuzione di densità di probabilità normale.

1. Si scriva una funzione chiamata `generate_gaus_bm` che generi coppie di numeri pseudo-casuali distribuiti secondo una densità di probabilità Gaussiana utilizzando l'algoritmo di Box-Müller, implementata in una libreria dedicata.
2. Si generino  $N = 1000$  numeri pseudo-casuali utilizzando la funzione appena sviluppata e li si disegni in un istogramma, scegliendone con un algoritmo opportuno gli estremi ed il binnaggio.
3. Si determinino media e varianza della distribuzione ottenuta e relativi errori.
4. Si mostri graficamente che, al variare del numero  $N$  di eventi generati, la sigma della distribuzione non cambia, mentre l'errore sulla media si riduce.
5. Si trasformi l'algoritmo in modo che generi numeri pseudo-casuali con densità di probabilità Gaussiana con media  $\mu = 5$  e varianza  $\sigma^2 = 4$ . Si generi un nuovo campione di  $N = 1000$  eventi con il nuovo algoritmo e se ne disegni la distribuzione, sempre scegliendo in modo opportuno gli estremi ed il binnaggio dell'istogramma corrispondente.

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.).