

# Corso di Laurea in Fisica

## Prova di esame - Laboratorio di Calcolo e Statistica

3 febbraio 2023

### Indicazioni generali

Si risolva il seguente esercizio, scrivendo un programma in C++. Ai fini della valutazione, il primo criterio che deve essere soddisfatto è che il codice compili senza errori ed esegua realizzando le funzionalità richieste dal testo. Per la valutazione sarà inoltre tenuto in considerazione il fatto che i codici siano scritti con ordine, utilizzando opportunamente l'**indentazione** e i **commenti**. Si richiede infine di iniziare i codici con una riga di commento contenente il comando necessario per creare l'eseguibile.

### La ricerca di un picco sul fondo

1. Si scriva un programma che definisca una funzione  $f(x)$  di tipo TF1 di ROOT composta dalla somma di una parabola ed una curva Gaussiana, con le seguenti proprietà:

- la parabola abbia equazione  $y = ax^2 + bx + c$  con coefficienti:

$$\begin{cases} a = -0.2 \\ b = 0.8 \\ c = 1.0 \end{cases}$$

- la Gaussiana di ROOT abbia i seguenti parametri:

$$\begin{cases} \text{normalizzazione} = 2.0 \\ \mu = 2.0 \\ \sigma = 0.25 \end{cases}$$

2. Sapendo che si può ottenere il valore di una funzione in un punto con il metodo `TF1::Eval`, si scriva una libreria, implementata in una coppia di file chiamati `montecarlo.h` e `montecarlo.cc`, che contenga una funzione che generi numeri pseudo-casuali con la tecnica di *try-and-catch* distribuiti secondo una distribuzione di densità di probabilità proporzionale ad  $f(x)$ , prendendo come valori in ingresso della funzione l'oggetto di tipo TF1 che descrive  $f(x)$ , gli estremi dell'intervallo di generazione (`min`, `max`) e l'ordinata  $y_{\max}$  del valore massimo della funzione  $f(x)$ .
3. Si generino 1000 eventi utilizzando la funzione sviluppata nel punto precedente e se ne riempi un TH1F di ROOT. Si crei quindi una nuova funzione TF1 con la medesima forma funzionale di  $f(x)$  e la si utilizzi per fare un *fit* dell'istogramma generato. Si determini se il *fit* abbia avuto successo numericamente e dal punto di vista statistico. Affinché il *fit* abbia successo, potrebbe essere necessario farlo in più passaggi, dove il passo iniziale potrebbe essere un *fit* parziale. Nello svolgimento dei passaggi intermedi, si assuma di poter conoscere soltanto quantità desumibili da un'indagine visiva dell'istogramma.
4. Si simulino 100 *toy experiment*, ciascuno composto da 1000 eventi, generati secondo le istruzioni del punto precedente e si salvino in altrettanti vector i valori dei sei parametri ottenuti dai fit. Osservando la media e sigma di ciascuno dei sei vector, calcolate con funzioni scritte in una apposita libreria, si decida se la media e varianza della Gaussiana di segnale siano ben stimate dai *fit*.

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